

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE  
*Uebelmannia buiningii* Donald (CACTOIDEAE, CACTACEAE): ESPÉCIE  
ENDÊMICA DOS CAMPOS RUPESTRES, MINAS GERAIS - BRASIL

VALBER DIAS TEIXEIRA

CRUZ DAS ALMAS, BAHIA  
JUNHO - 2014

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE  
*Uebelmannia buiningii* Donald (CACTOIDEAE, CACTACEAE): ESPÉCIE  
ENDÊMICA DOS CAMPOS RUPESTRES, MINAS GERAIS - BRASIL

**VALBER DIAS TEIXEIRA**

Biólogo

Universidade Paulista - UNIP, 2009

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso do Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lidyanne Yuriko Saleme Aona

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Angélica Pereira Costa

Co-orientadora: Dr.<sup>a</sup> Suelma Ribeiro Silva

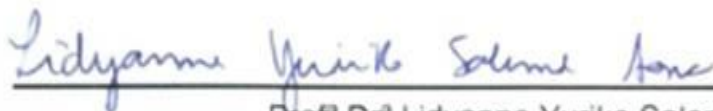
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
MESTRADO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CRUZ DAS ALMAS, BA, 2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

T266d	<p>Teixeira, Valber Dias.</p> <p>Distribuição espacial e biologia floral e reprodutiva de <i>Uebelmannia buiningii</i> Donald (Cactoideae, Cactaceae): espécie endêmica dos Campos Rupestres, Minas Gerais, Brasil / Valber Dias Teixeira. _ Cruz das Almas, BA, 2014. 97f.; il.</p> <p>Orientadora: Lidyanne Yuriko Saleme Aona. Coorientadora: Maria Angélica Pereira Costa.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Cactaceae – Plantas. 2.Cacto – Botânica. 3.Análise – Minas Gerais. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Silva, Suelma Ribeiro. III.Título.</p> <p>CDD: 582.852</p>
-------	--

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO  
ALUNO  
VALBER DIAS TEIXEIRA



Profª Drª Lidyanne Yuriko Saleme Aona

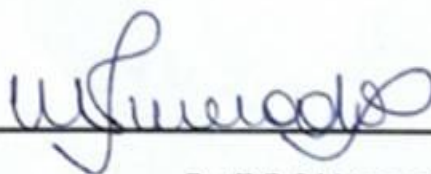
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

(Orientadora)



Profª Drª Andrea Vita Reis Mendonça

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Profº Drº Marcos Vinicius Meiado

Universidade Federal de Sergipe

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais em ..... conferindo o Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais em .....

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, pelo apoio e força incondicionais.

À minha mãe, pela disciplina e carinho, e ao meu pai, pelo cuidado e exemplo de dignidade, e aos meus irmãos pela união.

Ao Helon, pelo companheirismo, compreensão, dedicação e paciência.

Aos meus amigos, especialmente à Yslai e Laura que me ajudaram durante o período de disciplinas.

Ao Grênivel Costa, sem ele, certamente, este trabalho não teria tomado as devidas proporções.

Aos colegas de curso, pela troca de conhecimento.

Ao Prof. Dr. Itayguara Ribeiro da Costa e ao Prof. Dr. Christiano Franco Verola, pelo suporte durante os trabalhos no laboratório de Citogenética do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Ceará.

À Emanuella Franco (UFRB), pela ajuda com a identificação dos visitantes florais, à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Favízia Freitas de Oliveira (UFBA), que foi a responsável pela identificação das abelhas, e ao Prof. Marcos Lhano (UFRB) pela identificação do gafanhoto.

Ao Prof. Dr. Renato de Mello-Silva (USP), pela identificação da *Vellozia auriculata* Mello-Silva & N.L.Menezes (Velloziaceae).

À Generosa Sousa e Cátia Ionara (INSECTA – UFRB), pelo apoio científico em palinologia.

À Daiana Monteiro e à Dr.<sup>a</sup> Suelma Ribeiro (ICMBio), pela elaboração dos mapas.

Ao SISBIO e IEF-MG, pelas autorizações de acesso ao Parque Estadual da Serra Negra concedidas.

À administração do Parque Estadual da Serra Negra, por disponibilizar transporte para os locais de estudo, especialmente ao Wanderley e à Vanessa, sempre muito cordiais e solícitos.

Ao Juanézio, por me auxiliar no trabalho de campo, e ao Sr. Estanislau (Seu Tilau), que nos ajudou com a localização da espécie.

Ao Prof. Dr. Marcos Vínicius Meiado e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Vita Reis Mendonça, por fazerem parte da comissão examinadora da defesa.

À minha Orientadora Prof.<sup>a</sup> Lidyanne Aona, por ter me confiado este trabalho de grande responsabilidade e pela parceria.

Às minhas Co-orientadoras Prof.<sup>a</sup> Maria Angélica Pereira Costa, pela oportunidade, e à Dr.<sup>a</sup> Suelma Ribeiro Silva, pelo acompanhamento, até mesmo em campo.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), pela oportunidade de realização do curso.

Ao programa de Mestrado da UFRB e ao GEF Cerrado (PROBIO II – ICMBio), pela concessão de auxílio financeiro.

E a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram na realização desta dissertação.

Este trabalho faz parte de uma das ações do Plano de Ação para conservação de Cactáceas – PAN Cactáceas.

*“...Se fosse fácil, todo mundo era  
Se fosse perto, todo mundo vinha...”*

*Zé Ramalho*

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1	
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE <i>Uebelmannia buiningii</i> Donald (CACTOIDEAE, CACTACEAE): ESPÉCIE ENDÊMICA DOS CAMPOS RUPESTRES, MINAS GERAIS	–
BRASIL.....	26
Capítulo 2	
BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE <i>Uebelmannia buiningii</i> Donald (CACTOIDEAE, CACTACEAE): ESPÉCIE ENDÊMICA DOS CAMPOS RUPESTRES, MINAS GERAIS	–
BRASIL.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	88



**Distribuição espacial e biologia floral e reprodutiva de *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): espécie endêmica dos Campos Rupestres, Minas Gerais - Brasil**

**RESUMO:** O gênero *Uebelmannia* Buining (Cactaceae) pertence à subfamília Cactoideae e está inserida na tribo Trichocereae. Ocorre em altitude média de 1.000 m com vegetação típica de Campos Rupestres, na parte Sul da Cadeia do Espinhaço no estado de Minas Gerais. *Uebelmannia buiningii* Donald é endêmica da região próxima do Parque Estadual da Serra Negra, Itamarandiba – MG, e está criticamente ameaçada de extinção, devido à fragmentação de suas localidades, principalmente pela expansão agrícola, pisoteio de gado, abertura de estradas, mineração e ação ilegal de colecionadores. O presente trabalho teve como objetivo estudar a densidade e o padrão de distribuição espacial (Índice de Morisita - IM) de *U. buiningii* em cinco locais (L) de ocorrência, assim como seu padrão de crescimento em associação a fatores bióticos e/ou abióticos. Além de investigar a biologia floral e reprodutiva da espécie, através da caracterização do seu sistema reprodutivo e identificação dos seus visitantes florais. Foram amostrados um total de 831 indivíduos, com 45 cactos na L1, 268 na L2 e 518 na L3. Não foram amostrados indivíduos jovens ou adultos na L4 e L5. O IM mostrou distribuição agregada para *U. buiningii*. A maior parte dos indivíduos de *U. buiningii* (81,35%) estava próxima a plantas ou rocha. As flores de *U. buiningii* têm antese diurna e não apresentam guias de néctar e néctar. Através dos testes de polinização manual foi constatado o tipo de polinização cruzada, com incompatibilidade gametofítica (AIG). Duas espécies de abelhas sociais desempenham a função de polinizadores efetivos. Os resultados contribuirão para a implementação de ações de recuperação da espécie *U. buiningii*, do seu ambiente natural e dos visitantes florais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biologia Reprodutiva; Cactaceae; Campos Rupestres; Distribuição Agregada; Endemismo.

**Spatial distribution, floral and reproductive biology and of *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): an endemic species of Campos Rupestres, Minas Gerais – Brazil**

**ABSTRACT:** The genus *Uebelmannia buining* (Cactaceae) belongs to the subfamily Cactoideae and is embedded in Trichocereae tribe. Occurs at an average altitude of 1,000 m with typical vegetation of Campos Rupestres in the South part of the Espinhaço Range in Minas Gerais. *Uebelmannia buiningii* Donald is endemic to the region near the Parque Estadual da Serra Negra, Itamarandiba - MG, and is critically endangered due to fragmentation of their localities, mainly by agricultural expansion, cattle trampling, opening roads, mining and illegal action collectors. The present work aimed to study the density and spatial distribution pattern (Morisita Index - IM) of *U. buiningii* in five locations (L) of occurrence, as well as its growth pattern in association with biotic and / or abiotic factors. Besides investigating the floral and reproductive biology of the species, through the characterization of their reproductive system and identification of floral visitors. A total of 831 individuals were sampled, with 45 in L1, 268 in L2 and 518 in L3. Were not sampled juveniles or adults in L4 and L5. The IM showed aggregated distribution for *U. buiningii*. Most individuals of *U. buiningii* (81.35%) was next plants or rock. The flowers of *U. buiningii* have diurnal anthesis and don't have nectar and nectar guides. Through hand pollination tests it was found the kind of cross-pollination with gametophytic incompatibility (AIG). Two species of social bees perform the role of pollinators. The results will contribute to the implementation of recovery actions of *U. buiningii* species, their natural environment and floral visitors.

**KEY-WORDS:** Reproductive Biology; Cactaceae; Campos Rupestres; Aggregate Distribution; Endemism.

## INTRODUÇÃO

### Família Cactaceae

A família das Cactaceae compreende aproximadamente 1440 espécies em 124 gêneros (ZAPPI e TAYLOR, 2008). Estima-se que tenham se diversificado em meados do período Terciário, há cerca de 30 milhões de anos (SCHLUMPBERGER e RENNER, 2012). As Cactaceae se estendem do Canadá à Argentina e podem ser encontradas em ambientes variados, desde desertos a florestas tropicais com altos níveis de precipitação de chuva. A exceção de *Rhipsalis baccifera* (J.M.Muell.) Stearn, que ocorre também na África tropical, Madagacar, em ilhas do Oceano Índico e no Sri Lanka, que foram certamente dispersas por pássaros a partir do Novo Mundo, (GONTIJO, 2008).

A família Cactaceae é dividida em quatro subfamílias (ANDERSON, 2001):

- Cactoideae: consiste na maior parte das espécies, onde podem ser classificadas em globular e colunar;
- Opuntioideae: inclui as espécies com “palmas” livres de espinhos ou com espinhos farpados;
- Pereskioideae: representa um grupo com as características mais primitivas, apresentando folhas;
- Maihuenioideae: caracterizada por apresentar folhas pequenas e persistentes;

Com distribuição quase que neotropical (ZAPPI e TAYLOR, 2008), a família Cactaceae é encontrada em diversos ambientes (EDWARDS et al., 2005). É uma importante família em ecossistemas tropicais e subtropicais, onde suas adaptações para armazenamento de água lhes permitem sobreviver em condições extremas de seca (SCHLUMPBERGER e RENNER, 2012). Cerca de

10% das Cactaceae são epífitas, adaptadas a regiões mais úmidas (MENDES e SEBASTIANI, 2012).

Os principais centros de diversidade das Cactaceae são (ANDERSON, 2001):

- México e sudoeste dos EUA, com predominância da tribo Cactaeae e da colunar Pachycereae;

- A porção árida e semiárida do sudoeste dos Andes e também o Peru, Bolívia, Chile e Argentina, e as tribos que melhor representam este centro são as Browningeae, Notocactaeae e a Trichocereae;

- O outro centro de diversidade está no Brasil, que inclui a vegetação da Caatinga e os Campos Rupestres, e a tribo que melhor representa estas áreas é a Cereae;

- As epífitas têm como centro de diversidade as florestas tropicais do Brasil e da Bolívia (Rhipsalideae) e as florestas da América Central (Hylocereae).

De acordo com a Lista de Espécies da Flora do Brasil (ZAPPI et al., 2014), existem 257 espécies de Cactaceae no país, sendo 188 endêmicas, distribuídas em 39 gêneros, com 17 endêmicos, e 92 subespécies, com 77 endêmicas.

Em relação à sua morfologia, diferentes hábitos de crescimento tais como colunar ou globular, podem caracterizar a maior parte dos grupos de espécies (SCHLUMBERGER e RENNER, 2012). Os espinhos, utilizados na taxonomia de alguns grupos, são classificados de acordo com a quantidade e a posição nas aréolas: espinhos posicionados externamente (radiais) e internamente (centrais) (MIHALTE et al., 2010).

Grande parte das espécies de Cactaceae poderia ser considerada como “cactos típicos”, pois possuem troncos suculentos com folhas vestigiais ou efêmeras, e fotossíntese bem desenvolvida no córtex do caule com Metabolismo do Ácido das Crassuláceas (CAM) (EDWARDS et al., 2005). Os estômatos se mantêm fechados nas horas de maior incidência solar e fazem as trocas gasosas à noite, quando a transpiração é menor. As células do xilema especializadas flexíveis, que ajudam no armazenamento de água, e gemas axilares especializadas (aréolas), com entrenós muito reduzidos, que geram espinhos, novos brotos longos caulinares na região apical (RAPINI et al., 2008).

Além da sua importância como fonte de alimento e água para animais em regiões em ambientes áridos e semiáridos, os cactos estão ganhando cada vez mais valor agrícola e ornamental em países onde as condições climáticas e de solo são favoráveis ao cultivo destas plantas (NASSAR et al., 2007).

Nos últimos anos a medicina tem buscado auxílio para tratamentos de diversas enfermidades utilizando-se dos recursos homeopáticos de várias espécies de Cactaceae. Estudos realizados com a *Opuntia lindheimeri* Englem. mostraram uma diminuição de açúcar no sangue de animais com diabetes (LAURENZ et al., 2003). Resultados com outras 22 espécies de cactos, apresentaram, através de extratos de compostos bioativos, significantes atividades antioxidantes, antibióticas e, principalmente, citotóxicas e preventivas em linhagens de células cancerígenas de cobaias (TAN et al., 2005; ABDELWAHAB, 2013; HARLEV et al., 2013).

### **Gênero *Uebelmannia* Buining**

O gênero *Uebelmannia* Buining pertence à subfamília Cactoideae e está inserido na tribo Trichocereae, assim como a *Harrisia* N.L. Britton, *Leocereus* Britton & Rose, *Facheiroa* Britton & Rose, *Espostopsis* Buxb., *Arthrocerus* A. Berger e *Discocactus* Pfeiff. (ZAPPI e TAYLOR, 2008). A primeira coleta realizada de *Uebelmannia* foi em 1928 pelo Dr. Mello Barreto, e descrito por Kurt Backeberg como *Parodia gummifera* Backeb. & Voll. Na década de sessenta, Herr Uebelmann levou algumas espécies para cultivo na Suíça. Posteriormente Albert Buiningii, a partir dos caracteres observados, separou as espécies de *Uebelmannia* em um gênero diferente da *Parodia* Sperg., *Notocactus* (K.Schum.) Fric e *Frailea* Britton & Rose, com quatro espécies: *U. gummifera*, *U. pectinifera*, *U. meninensis* e *U. buiningii*. Em 1968, J. D. Donald descreveu pela primeira vez a *U. buiningii*, diferenciando-a da *U. gummifera* (SCHULZ e MACHADO, 2000).

Até o momento foram descritas as seguintes espécies e subespécies de *Uebelmannia*: *U. buiningii* Donald, *U. gummifera* (Backeb. & Voll) Buining, *U. gummifera* (Backeb. & Voll) Buining subsp. *gummifera*, *U. gummifera* subsp. *meninensis* (Buining) P.J.Braun & Esteves, *U. pectinifera* Buining, *U. pectinifera* Buining subsp. *pectinifera*, *U. pectinifera* subsp. *flavispina* (Buining & Brederoo) P.J.Braun & Esteves e *U. pectinifera* subsp. *horrida* (P.J.Braun) P.J.Braun &

Esteves (Figura 1) (ZAPPI et al., 2014). *U. pectinifera* var. *eriocactoides* (REPKA et al., 2010) foi a última variedade a ser descrita, ainda não constando na Lista de espécies da flora do Brasil.



Figura 1: Espécies e subespécies do gênero *Uebelmannia* Buining, endêmicas dos Campos Rupestres de Minas Gerais: A - *U. buiningii* Donald (Foto: Valber D. Teixeira); B - *U. gummifera* (Backeb. & Voll) Buining; C - *U. gummifera* (Backeb. & Voll) Buining subsp. *gummifera*; D - *U. gummifera* subsp. *meninensis* (Buining) P.J.Braun & Esteves; E - *U. pectinifera* Buining; F - *U. pectinifera* Buining subsp. *pectinifera*; G - *U. pectinifera* subsp. *flavispina* (Buining & Brederoo) P.J.Braun & Esteves; H - *U. pectinifera* subsp. *horrida* (P.J.Braun) P.J.Braun & Esteves (Fotos: Marlon Machado).

Espécies endêmicas de Cactaceae ocorrem ao longo da Cadeia do Espinhaço, mas várias são microendêmicas, como é o caso das espécies do gênero *Uebelmannia*, as quais se distribuem na porção da Cadeia do Espinhaço inserida no estado de Minas Gerais (RAPINI et al., 2008). *U. buiningii* ocorre apenas no município de Itamarandiba, *U. gummifera* é encontrada em Itamarandiba e Rio Vermelho, e as três subespécies de *U. pectinifera* ocorrem próximas a Diamantina e Bocaiúva (ZAPPI e TAYLOR, 2008).

### **Cadeia do Espinhaço e os Campos Rupestres**

Em 1822, Eschwege descreveu a Serra do Espinhaço como a cordilheira mais alta do Brasil, e apontou seus aspectos naturalistas, geológicos, da fauna e flora, se estendendo desde o Rio Grande do Sul, seguindo por Minas Gerais e Bahia, indo até Pernambuco. Algumas décadas depois, em 1906 Derby limitou a extensão da Cadeia do Espinhaço de Ouro Preto (MG) a Juazeiro (BA) (GONTIJO, 2008).

A Cadeia do Espinhaço tem predominância da interseção de três biomas brasileiros, Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, que aparecem em constante transição ao longo de toda a Cadeia (GONTIJO, 2008). Pode ser dividida em três Setores: Setor Sul, ao sul de Belo Horizonte ao redor de Ouro Preto, em Minas Gerais, que está inserido no domínio de Mata Atlântica; Setor Central, que vai da Serra do Cipó à região de Diamantina (MG), inserido no domínio de Cerrado; e Setor Norte, que cobre toda a região da Chapada Diamantina na Bahia, e ocorre no domínio da Caatinga (KAMINO et al., 2008). A Cadeia do Espinhaço também constitui uma importante barreira geográfica para as bacias do Rio São Francisco e do Rio Jequitinhonha (GONTIJO, 2008).

Magalhães (1966) utilizou o termo Campos Rupestres pela primeira vez para caracterizar o tipo de vegetação que predomina a fisionomia sobre as Serras do Espinhaço e disjunções. Os Campos Rupestres são formados por diversos ambientes, com presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas e geralmente ocorrem em altitudes superiores a 900 metros, sobre grandes extensões de afloramentos rochosos de origem quartzita ou calcárea, com solos rasos e de relevo bastante acidentado. Isto promove uma composição florística rica e com muitas espécies endêmicas (Figura 2) (ROMERO, 2002).



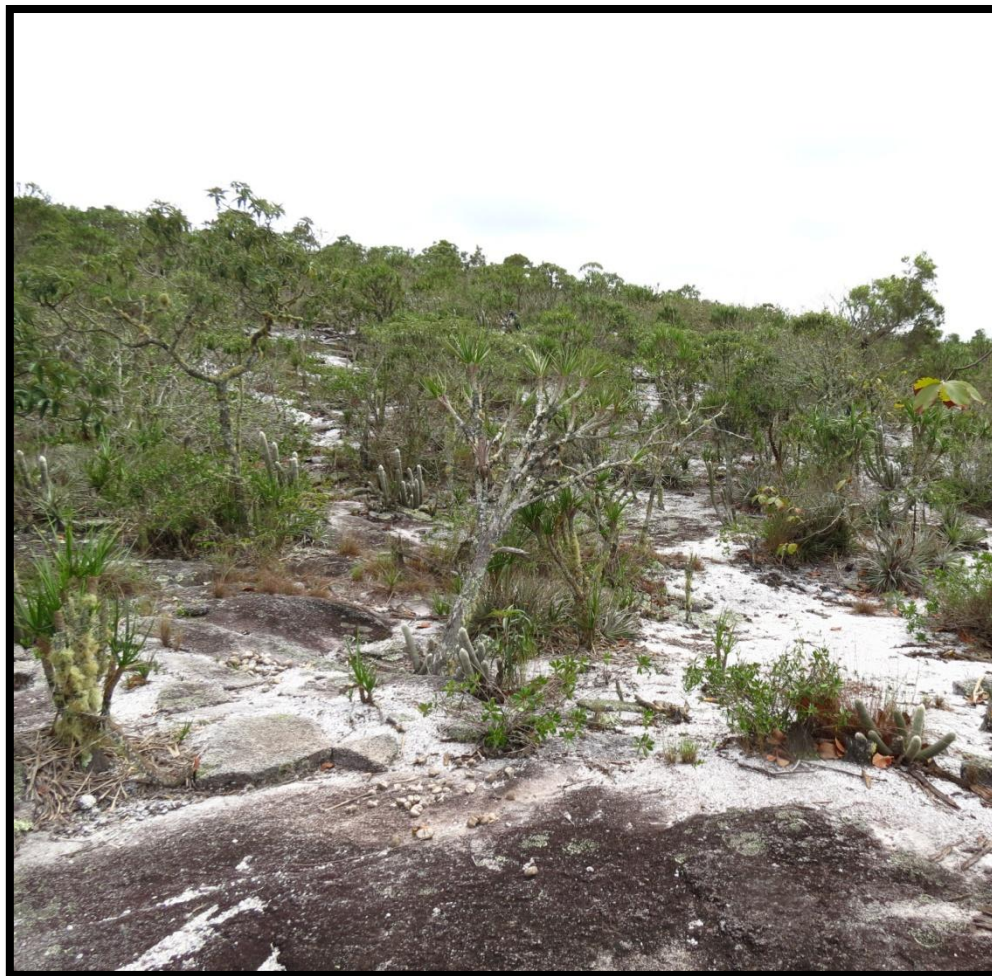


Figura 2: Hábitat de ocorrência de *Uebelmannia buiningii* Donald. Campos Rupestres na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.

Apesar de existir uma associação imediata das Cactaceae do Brasil ao bioma Caatinga, estudos sobre o endemismo e a distribuição mostram que a diversidade encontrada nos Campos Rupestres é equivalente a encontrada na Caatinga (TAYLOR e ZAPPI, 1991).

Devido às proporções em área de ocorrência, os Campos Rupestres apresentam um acentuado endemismo, encontrado ao longo da Cadeia do Espinhaço (TAYLOR e ZAPPI, 1991). Isso pode ocorrer devido ao isolamento destas áreas, que se localizam na parte alta das serras, e pelo relevo extremamente íngreme (GONTIJO, 2008), com distribuição descontínua e heterogeneidades macroespaciais (altitude, latitude e topografia) e microespaciais (microclima) (RAPINI et al., 2008). Estas características topográficas formam



verdadeiras ilhas, onde são encontradas condições geoclimatológicas específicas para o estabelecimento de espécies endêmicas (GONTIJO, 2008).

Os Campos Rupestres também são encontrados em algumas disjunções da Cadeia do Espinhaço em Goiás e algumas regiões do sudoeste brasileiro (Serra da Canastra), e sul e sudeste de MG, por exemplo, Serra de Carrancas, Serra de São José, Serra de Ibitipoca e a homônima Serra Negra (RPPN) na Mantiqueira (SALIMENA et al., 2013).

O solo dos Campos Rupestres é, em sua maior parte, rochoso, resultante da fragmentação do quartzo, com afloramentos, sob a forma de grandes blocos, na parte mais alta do terreno (MEGURO et al., 1994), com profundidade rasa, pH ácido e pobre em nutrientes (ROMERO, 2002; VITTA, 2002; CONCEIÇÃO e PIRANI 2005; CONCEIÇÃO et al., 2007). A vegetação nos Campos Rupestres é tipicamente xeromórfica, com plantas com grande capacidade de fixação ao substrato e tolerantes ao estresse hídrico (RAPINI et al., 2008).

As espécies de *Uebelmannia* e *Discocactus horstii* Buining & Brederoo apresentam uma adaptação importante em Campos Rupestres. Essas espécies ocorrem associadas a presença de cascalho quartzito, onde os indivíduos vivem semi enterrados no substrato. Isso sugere uma adaptação destas espécies onde parte do indivíduo fica submersa, promovendo uma proteção contra a passagem de fogo na vegetação campestre, prática comum neste bioma, seja de maneira natural ou por ação antrópica (GONTIJO, 2008).

A pouca oferta de nutrientes é um dos fatores responsáveis pela diminuição florística com o aumento da altitude (de MELLO, 2012). Mas esta restrição nutricional, áreas mais limitadas, normalmente encontradas em altitudes altas, e características físicas do substrato dão ao ambiente riqueza em endemismo (CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005).

Grande parte das espécies estudadas na Cadeia do Espinhaço mostram altos níveis de variabilidade genética, sugerindo que estes níveis são característicos de cada grupo, condicionados por suas restrições filogenéticas, também reforçadas pela possibilidade de existirem híbridos naturais, já evidenciados em cactos e orquídeas (RAPINI et al., 2008).

Muitas espécies de Cactaceae ocorrem em regiões dos Campos Rupestres, a partir de 900 metros de altitude, ao longo da Cadeia do Espinhaço, como por exemplo: *Cipocereus crassisepalus* (Buin. & Brederoo) Zappi & Taylor,

*Pilosocereus wedermannianus* (Buin. & Brederoo) Ritter, na Serra do Ambrósio – MG (MEGURO et al., 1994); *Brasilicereus marckgraffii* Backbg., *Melocactus bahiensis* (Britton & Rose) Luetzelb., *M. violaceus* Pfeiff. na Serra de Grão Mogol – MG (FERREIRA e MAGALHÃES, 1977); *Micranthocereus purpureus* (Gürke) F.Ritter, *Pilosocereus pachycladus* F.Ritter, *Stephanocereus luetzelburgii* (Vaupel) N.P.Taylor & Eggli, na Chapada Diamantina – BA (CONCEIÇÃO et al., 2007); *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi, no Planalto de Diamantina – MG (LOPES, 2012).

Outros gêneros de Cactaceae também são exclusivos da Cadeia, por exemplo: o gênero *Cipocereus* Ritter, as espécies dos subgêneros, algumas espécies de *Pilosocereus* Byles & Rowley (*Pilosocereus fulvilanatus* (Buining & Brederoo) Ritter e *P. aurisetus* (Werderm.) Byles & G.D.Rowley), a metade das espécies de *Discocactus* e algumas espécies de *Arrojadoa* Britton & Rose (GONTIJO, 2008). Todas as espécies do gênero *Uebelmannia* são endêmicas das proximidades do Planalto da Diamantina – MG (SCHULZ e MACHADO, 2000).

### **Demografia e distribuição espacial**

A estrutura populacional e a dinâmica de plantas perenes resultam dos processos demográficos de reprodução, estabelecimento, crescimento e sobrevivência ao longo das gerações (MARTÍNEZ et al., 2011). Análises de distribuição espacial ajudam a esclarecer, quantitativamente, interações intra e interespecíficas e os processos ecológicos e reprodutivos, que envolvem a relação planta-animal, a competição ou facilitação e a variabilidade e distribuição do habitat (de OLIVEIRA, 2009).

As análises de distribuição e abundância de espécies revelam a real situação de uma população, em relação à quantidade de indivíduos (plântulas, jovens, adultos e mortos), com os dados absolutos e relativos de densidade, frequência e dominância. Esses dados podem auxiliar em estudos, focando aspectos de dinâmica da composição florística da comunidade analisada (RAMALHO, 2008).

Aspectos sobre a distribuição espacial dizem respeito ao arranjo da composição florística e como funciona a dinâmica entre as manchas

populacionais, resultando em uma variedade de interações locais (RAMALHO, 2008). O mosaico dos Campos Rupestres é composto por uma diversidade de ambientes, entre eles os afloramentos rochosos, que detêm informações importantes para o entendimento dos padrões de diversidade, dentro destas áreas e entre áreas disjuntas (CONCEIÇÃO e PIRANI, 2007).

Espécies de Cactaceae, entre elas as espécies do gênero *Uebelmannia*, têm uma grande representatividade em áreas de afloramentos rochosos nos Campos Rupestres (FERREIRA e MAGALHÃES, 1977; PIRANI et al., 1994; SHULZ e MACHADO, 2000; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2007; ALVES e KOLBEK, 2010; LOPES, 2012; de MELLO, 2012; de ANDRADE, 2013; de SOUSA, 2013; TEIXEIRA e de LEMOS FILHO, 2013). Nestes locais as espécies encontram condições geológicas, geomorfológicas, climáticas e ecológicas (interação planta-planta e planta-animal) ótimas para germinação, estabelecimento e reprodução. Estas condições acabam por determinar o padrão de distribuição dos indivíduos nas populações, em geral agregadas em Cactaceae (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003; CLARK-TAPIA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007; ROMÃO et al., 2007; de OLIVEIRA, 2009; FABRICANTE et al., 2010; HUGHES et al., 2011; SUZÁN-AZPIRI et al., 2011; BARBOSA et al., 2013; FABRICANTE e OLIVEIRA, 2013).

Os estudos demográficos e de distribuição espacial são elementos importantes para a conservação, como instrumentos analíticos úteis para o entendimento de como o tamanho das populações afeta a probabilidade de extinção. Assim, modelos estatísticos são utilizados para avaliar os impactos, antrópicos ou naturais, sobre as populações e ter um maior entendimento sobre a ocorrência de espécies endêmicas em ambientes altamente especializados, o que contribui para a sua vulnerabilidade (ZAPPI et al., 2011a).

As plântulas de Cactaceae são extremamente sensíveis e o mínimo de perturbação pode dificultar, ou mesmo impossibilitar, a reestruturação de uma espécie. Neste âmbito, é necessário conhecer a situação em que *U. buiningii* se encontra, identificando a idade reprodutiva dos indivíduos, saber se uma população tem em sua maioria jovens ou adultos, o que pode mostrar um declínio da espécie, saber sua densidade, frequência, abundância e padrão de distribuição espacial.

## Associações bióticas e abióticas

Interações facilitadoras, ou positivas, são bem diversificadas em todos os ecossistemas, onde pelo menos um dos organismos se beneficia, não causando dano a nenhum dos envolvidos. Isso ocorre quando um organismo torna o ambiente mais favorável ao estabelecimento de outro, de forma direta (redução térmica ou troca de nutrientes) ou indireta (proteção contra predadores) (BRUNO et al., 2003). Estas facilitações são capazes de influenciar a distribuição espacial, produtividade, diversidade e reprodução de espécies de uma população vegetal, pelo processo de interação positiva entre espécies adultas e plântulas da mesma ou de outras espécies (de OLIVEIRA, 2009; FILOTAS et al., 2010).

Associações facilitadoras são mais comumente observadas em ambientes áridos (REN et al., 2008; LANDERO e VALIENTE-BANUET, 2010; DREZNER, 2014), onde a presença de plantas mais altas, que suportam a insolação durante todo o dia, promove a diminuição da incidência solar em plantas de tamanho inferior, principalmente na fase de plântula ou juvenil, mantendo a umidade no solo e a temperatura do microambiente mais baixa (CONCEIÇÃO et al., 2007). Também em ambientes com solos pobres, como os Campos Rupestres, acabam por terem próximos às plantas facilitadoras uma quantidade maior de nutrientes, devido ao aporte de matéria orgânica em suas imediações (de OLIVEIRA, 2009; GUILHERME, 2011). Já Padilha e Pugnaire (2006) e Ren et al (2008) descrevem a importância das associações bióticas e abióticas na recuperação de ambientes degradados, devido à melhoria do microhabitat (sombreamento, umidade do solo, proteção contra predadores) proporcionada por plantas ou rochas.

Em contra partida, interações negativas também podem ser observadas em algumas situações existindo uma competição por recursos naturais como nutrientes, umidade, luz ou espaço entre as plantas (BERTNESS e CALLAWAY, 1994), como observado em *Neobuxbaumia tetetzo* (J.M.Coult.) Backeb. no México, onde houve uma competição por recurso hídrico com sua planta facilitadora (FLORES-MARTÍNEZ et al., 1998).

Tanto os efeitos negativos quanto os positivos ocorrem de maneira simultânea (PADILHA e PUGNAIRE, 2006), mesmo assim os benefícios das interações positivas excedem os resultados das interações negativas, por

propiciarem uma maior taxa de sobrevivência de plantas sobre as plantas facilitadoras, que em ambientes expostos (REN et al., 2008).

Em afloramentos rochosos, muitas vezes em altitudes elevadas, a densidade florística é diminuída, ficando o estabelecimento de plântulas restrito a rochas (MEDINA et al., 2006). Este microambiente, semelhante ao oferecido por plantas, pode ser reproduzido em fendas e reentrâncias, com a diminuição da temperatura do local pelo sobreamento da própria rocha, acumulando água em um período mais prolongado que no solo (PETERS et al., 2008), além do acúmulo de serrapilheira (matéria orgânica) (MOTA et al., 2014). Isto faz com que cactos e outras plantas desenvolvam seus sistemas radiculares em suas fendas ou em suas proximidades, preferencialmente com cactos globosos, que dependem menos de plantas para se estabelecerem, crescendo em solo pedregoso (PETERS et al., 2008).

O mosaico dos Campos Rupestres é composto por afloramentos rochosos de quartzo com habitats diferenciados, intermeados por diversas comunidades vegetais, de acordo com as características do substrato (CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005). Este ambiente possibilita o estabelecimento de associações, que auxiliam na germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de cactos, pelo processo de facilitação positiva entre plantas já estabelecidas e rochas (GUILHERME, 2011).

Estudos de associações bióticas e abióticas em Cactaceae têm sido realizados em espécies presentes em outros países, por exemplo: Andes (LÓPEZ et al., 2007); Estados Unidos (MCAULIFFE, 1984; FRANCO e NOBEL, 1989; CARRILLO-GARCIA et al., 2000; DREZNER, 2006; SUZÁN-AZPIRI e SOSA, 2006); Chile (CARES et al., 2013); México (VALIENTE-BANUET et al., 1991; MUNGUÍA-ROSAS e SOSA, 2008; PETERS et al., 2008; LANDERO e VALIENTE-BANUET, 2010; HOLLAND e MOLINA-FREANER, 2013). Entretanto, no Brasil estes estudos ainda são escassos. Trabalhos que possam fazer algum tipo de associação entre as espécies de Cactaceae e plantas ou rochas facilitadoras, principalmente na região dos Campos Rupestres, ainda são necessários para auxiliar na conservação de cactos.

## Biologia floral e reprodutiva

A biologia floral é definida como o estudo de todas as manifestações de vida da flor, incluindo a fertilização, mesclando-se com a biologia reprodutiva das plantas, que consiste no entendimento de como o sistema reprodutivo acontece (ZEN e ACRA, 2005). Existem quatro tipos de sistema de reprodução sexuada: autogamia ou autofecundação; alogamia ou fecundação cruzada; sistema misto, quando a espécie se reproduz tanto por autogamia quanto por alogamia; e apomixia, que acontece tanto na reprodução sexuada quanto na assexuada (KEARNS e INOUE, 1993).

Considerando a necessidade de fertilização das flores para que ocorra a reprodução, a ecologia da polinização se utiliza da ação dos visitantes florais, os quais transferem o grão de pólen da antera para o estigma da flor em angiospermas, ou diretamente para o óvulo quando se trata de uma gimnosperma (FAEGRI e VAN der PIJL, 1979). O conjunto de atributos florais (morfologia, cor, odor, tamanho, recompensas) associados aos grupos de polinizadores específicos, determinam as síndromes florais ou de polinização. Esta associação implica na especialização dos caracteres morfológicos das plantas em se adaptarem às características destes grupos de visitantes, que por sua vez exercem pressões seletivas sobre os traços florais (ROSAS-GUERRERO et al., 2014).

A presença de características morfológicas pertencentes a diferentes sistemas de polinização de plantas, já foi descrita para diversas espécies (DAR et al., 2006), mas estudos sobre biologia reprodutiva de Cactaceae cobre menos de 10% das 233 espécies ocorrentes no Brasil (ZAPPI et al., 2011a).

Estratégias utilizadas por algumas espécies para manter a antese estendida, permitem, por exemplo, que visitantes diurnos e noturnos se alimentem dos recursos disponíveis pela flor. Já espécies de cactos colunares foram caracterizadas como plantas hermafroditas e, por isso, dependem de uma proximidade maior com seu polinizador para que aconteça a reprodução da espécie (DAR et al., 2006). A partir dos caracteres florais (flores tubulares e resistentes, cor esbranquiçada, odor forte e antese noturna) da maior parte das espécies da tribo Pachycereeae, observou-se que preferencialmente (60-70%) são polinizadas por morcegos (VALIENTE-BANUET et al., 1996, 2002)

Algumas espécies de *Melocactus* Link & Otto mostram alguns padrões de floração e frutificação: os botões florais têm desenvolvimento criptocárpico, tornando-se visíveis cerca de 24 horas ou menos antes da antese; as flores são pequenas, possuindo 2/3 ou mais de seu comprimento dentro do cefálio; apresentam antese diurna, abrindo a tarde e fechando no início da noite; a estrutura e a coloração avermelhada indicam que suas flores são adaptadas à ornitofilia (COLAÇO et al., 2006), no entanto outros polinizadores ou visitantes também podem ser importantes, como os lagartos polinizadores de *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (GOMES et al., 2013); os frutos são pequenos e protegidos dentro de um cefálio (COLAÇO et al., 2006). Enquanto que, flores da maioria das espécies de *Parodia* tem a forma de funil, ou, em alguns casos, em forma de sino, que junto com suas cores vivas dão indícios que são polinizadas por abelhas solitárias (MACHADO et al., 2008).

Para o gênero *Micranthocereus* Backeb., as flores nascem no cefálio e são tubulares para todas as espécies, o que ocasiona a visitação dos beija-flores. Alguns insetos e abelhas foram observados visitando a *M. streckeri* Van Heek & Van Criel., sendo considerados polinizadores ocasionais. Enquanto que pequenos besouros foram encontrados no interior das flores da *M. purpureus* (AONA et al., 2006).

Alguns animais ficam vulneráveis à fragmentação dos seus ambientes, por exemplo: os morcegos que visitam cactos colunares em busca de néctar, pólen e frutos (AONA et al., 2006; ROCHA et al., 2007); vespas sociais da Caatinga que se alimentam de frutos de todas as espécies encontradas na região (SANTOS et al., 2007); colibris que dependem do néctar de espécies de *Arrojadoa*, *Melocactus* e *Tacinga* Britton & Rose que apresentam flores na maior parte do ano (TAYLOR, 1996; LOCATELLI e MACHADO, 1999; FONSECA et al., 2004); beija-flores que desempenham importante papel de polinizadores para algumas espécies da Chapada Diamantina; e lagartos em seu papel de dispersores (FIGUEIRA et al., 1993, 1994; FONSECA et al., 2008).

A perda ou até mesmo a perturbação de comunidades de Cactaceae pode afetar a disponibilidade de importantes serviços ambientais, como os recursos energéticos necessários para os animais polinizadores e dispersores, onde a grande variedade de caracteres florais e de frutos indica polinização e dispersão por vários agentes bióticos (ZAPPI et al., 2011a). Portanto, é de grande

importância o conhecimento das limitações da biologia floral e reprodutiva, assim como da síndrome de polinização, para que questões de ecologia de comunidades, biologia comparativa e evolução floral sejam esclarecidas (ROSAS-GUERRERO et al., 2014).

### **Vulnerabilidade e conservação**

É relevante, em termos ambientais, considerar o quanto a perda da diversidade das Cactaceae pode impactar na ecologia dos habitats onde estas plantas ocorrem, levando em consideração a dificuldade em que muitas espécies vegetais têm de aumentar, em número de indivíduos, quando seu habitat é perturbado.

Em se tratando da intervenção humana, em diversos ambientes como Mata Atlântica, Campos Rupestres, Caatinga, Pampas, Pantanal e Cerrado, há evidências fortes de que os táxons, contidos nestes locais, estão, em muitos casos, criticamente ameaçados de extinção. As ameaças se devem à destruição e fragmentação de seus habitats em decorrência do desmatamento, expansão urbana, agricultura, pecuária, construção de estradas, mineração, coleta ilegal, etc. (ZAPPI et al., 2011c).

As intervenções humanas na agricultura ou pastoreio, em locais próximos às populações de espécies endêmicas, podem trazer perturbações decorrentes da utilização de pesticidas, além do estabelecimento de plantas e animais invasores (MARTÍNEZ-PERALTA e MANDUJANO, 2011).

No contexto dos Campos Rupestres, a utilização das terras se dá pelo pastoreio extensivo, com frequentes queimadas que estimulam a rebrota das pastagens na estação seca, e extração de plantas locais, muitas vezes ilegal, como as sempre-vivas, orquídeas e espécies de *Vellozia* J.Agardh (STANNARD, 1995; DAVIS et al., 1997). Assim como distúrbios causados pela mineração de ouro, pedras preciosas, extração de cascalho e o intenso crescimento de plantações de Eucaliptos (ZAPPI et al., 2011b).

Além da intervenção humana, alguns fatores bióticos podem acelerar o processo de extinção de algumas espécies de cactos, por exemplo: são sensíveis a perturbações devido à taxa de crescimento individual baixo; são vulneráveis na fase inicial de desenvolvimento (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003); ciclos de



reprodução longos; populações pequenas devido aos habitats específicos; predação (MARTÍNEZ-PERALTA e MANDUJANO, 2011).

O que faz a conservação das Cactaceae no Brasil ser de extrema importância é o grau de singularidade que elas possuem em relação às Américas, em termos de gêneros e espécies endêmicas (ZAPPI et al., 2011d). O isolamento taxonômico, morfologia e ecologia únicos do gênero *Uebelmannia* favorecem a sua conservação e a preservação dos seus habitats, não sendo suficientes para impedir que haja uma queda, cada vez mais acentuada, do número de indivíduos na natureza. Um monitoramento mais efetivo deve ser intensificado com o principal intuito da conservação da espécie.

Com a intenção de garantir que o comércio internacional não ameace a sobrevivência de espécies de animais e plantas, em 1973 foi criado um acordo entre diversos países para a Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora (CITES). Atualmente mais de 35.000 espécies são protegidas pelo acordo de conservação entre 180 países, os quais fazem parte voluntariamente, onde o Brasil foi o 16º país a aderir à convenção, sendo membro desde 1973 (CITES, 2014).

No caso específico da *U. buiningii* ela foi incluída em 1998 no Apêndice I da CITES (CITES, 2014) e se encontra desde 2002 como Criticamente Ameaçada de extinção (CR) (IUCN, 2014). Posteriormente, considerada, portanto, como enfrentando um extremo risco de extinção. Posteriormente foi apresentada no livro “Plantas raras do Brasil” (MACHADO, 2009) e é uma das espécies de Cactaceae com ações prioritárias no Plano de Ação Nacional para a Conservação das Cactáceas (PAN de Cactáceas) elaborado pelo Instituto Chico Mendes (ICMBio) (SILVA et al, 2011).

## Objetivos

Com o intuito de embasar trabalhos futuros de conservação e reestruturação de *U. buiningii*, os objetivos do presente trabalho foram:

- Estudar a densidade e o padrão de distribuição espacial da espécie;
- Estudar a associação da espécie a fatores bióticos e/ou abióticos;
- Investigar sua biologia floral;
- Realizar a caracterização do seu padrão de sistema reprodutivo, através do estudo de biologia reprodutiva;
- Identificar seus possíveis visitantes florais.

## REFERÊNCIAS

ABDELWAHAB, S.I. Anticancer, antioxidant and antibacterial activities of different extracts of *Pereskia grandifolia* Haw. (Cactaceae). **Journal of Jazan University – Applied Sciences Branch**, Vol.2, No.2, May, 2013.

ALVES, R.J.V.; KOLBEK, J. Can campo rupestre vegetation be floristically delimited based on vascular plant genera? **Plant Ecol**, 207:67-79, 2010.

ANDERSON, E.F. The cactus family. **Timber Press, Portland**, 776p. 2001.

de ANDRADE, E.A. Composição florística e estrutura da vegetação de Campos Rupestres sobre quartzito do “Complexo Serra da Bocaína”, MG. **Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras**, 94p., 2013.

AONA, L.Y.S.; MACHADO, M.; PANSARIN, E.R.; de CASTRO, C.C.; ZAPPI, D.; do AMARAL, M.C.E. Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus* Backed. (Cereae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres”. **Bradleya**, 24: 39-52, 2006.

BARBOSA, A.S.; de ANDRADE, A.P.; BRUNO, R.L.S.; SANTOS, J.N.B.; BARBOSA, A.J.S. Estrutura e dispersão espacial de *Pilosocereus pachycladus* Ritter . numa Caatinga sucessional do estado da Paraíba – Brasil. **XI Congresso de Ecologia do Brasil**, 2013.

BERTNESS, M.D.; CALLAWAY, R. Positive interactions in communities. **TREE**, vol.9, no.5, May 1994.

BRUNO, J.F.; STACHOWICZ, J.J.; BERTNESS, M.D. Inclusion of facilitation into ecological theory. **TRENDS in Ecology and Evolution**, Vol.8, No.3, March 2003.

CARES, R.A.; MUÑOZ, P.A.; MEDEL, R.; BOTTO-MAHAN, C. Factors affecting cactus recruitment in semiarid Chile: A role for nurse effects? **Flora**, 208: 330-335, 2013.

CARRILO-GARCIA, A.; BASHAN, Y.; BETHLENFALVAY, G.J. Resource-island soils and the survival of the giant cactus, cardon, of Baja California Sur. **Plant and Soil**, 218: 207-214, 2000.

CITES 1973 – 2013. **Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora**. Disponível em: < [17TTP://www.cites.org/eng/disc/what.php](http://www.cites.org/eng/disc/what.php)>. Acesso em: 20 de abril de 2014.

CLARK-TAPIA, R.; ALFONSO-CORRADO, C.; EGUIARTE, L.E.; MOLINA-FREANER, F. Clonal diversity and distribution in *Stenocereus eruca* (Cactaceae),

a narrow endemic cactus of the Sonora Desert. **American Journal of Botany**, 92(2): 272-278, 2005.

COLAÇO, M.A.S.; FONSECA, R.B.S.; LAMBERT, S.M.; COSTA, C.B.N.; MACHADO, C.G.; BORBA, E.L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.29, n.2, p.239-249, abr-jun, 2006.

CONCEIÇÃO, A.A.; PIRANI, J.R. Delimitação de habitats em Campos Rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, 23(1): 85-111, 2005.

CONCEIÇÃO, A.A.; GIULIETTI, A.M.; MEIRELLES, S.T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta bot. Bras.** 21(2): 335-347, 2007.

DAR, S.; ARIZMENDI, M.C.; VALIENTE-BANUET, A. Diurnal and Nocturnal Pollination of *Margaritocereus marginatus* (Pachycereae: Cactaceae) in Central Mexico. **Annal of Botany**, 97: 423-427. 2006;

DAVIS, S.D.; HEYWOOD, V.H.; HERRERA-MACBRYDE, O.; VILLA-LOBOS, J.; HAMILTON, A.C.; Centres of Plant Diversity. A guide and Strategy for their Conservation, 3. The Americas. The World Wide Fund For Nature (WWF) and IUCN – The World Conservation Union, **IUCN Publications Unit**, Cambridge, U.K, 1997.

DREZNER, T.D. Plant facilitation in extreme environments: the non-random distribution of saguaro cacti (*Carnegiea gigantea*) under their nurse associates and the relationship to nurse architecture. **J Arid Environ**, 65: 46-61, 2006.

DREZNER, T.D. The keystone saguaro (*Carnegiea gigantea*, Cactaceae): a review of its ecology, associations, reproduction, limits, and demographics. **Plant Ecol**, 215: 581-595, 2014.

EDWARDS, E.J.; NYFFELER, R.; DONOGHUE, M.M.; Basal cactus phylogeny: implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. **American Journal of Botany**, 92(7): 1177-1188, 2005.

FABRICANTE, J.R.; ANDRADE, L.A.; MARQUES, F.J. Caracterização populacional de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelburg (Cactaceae) ocorrente em um Inselbergue da Caatinga Paraibana. **Biotemas**, 23:61-67, 2010.

FABRICANTE, J.R.; OLIVEIRA, C.R.S. Estrutura populacional de *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae). **Scientia Plena**, vol.9, num.6, 2013.

FAEGRI, K.; van der PIJL, L. Principles of pollination ecology. **Pergamon Press**, Oxford, 1979.

- FERREIRA, M.B.; MAGALHÃES, G.M. Contribuição para o conhecimento da vegetação da Serra do Espinhaço em Minas Gerais (Serras de Grão Mogol e da Ibitipoca). **Anais do XXVI Congresso Nacional de Botânica**, Rio de Janeiro, p.189-202, 1977.
- FIGUEIRA, J.E.C.; VASCONCELLOS-NETO, J.; GARCIA, M.A.; de SOUZA, A.L.T. O cactus e o lagarto. **Ciência Hoje (BR)**, 15(89): 12-13, 1993.
- FIGUEIRA, J.E.C.; VASCONCELLOS-NETO, J.; GARCIA, M.A.; de SOUZA, A.L.T. Saurocory in *Melocactus violaceus* (Cactaceae). **Biotropica**, 26: 295-301, 1994.
- FILOTAS, E.; GRANT, M.; PARROTT, L.; RIKVOLD, P.A. The effect of positive interactions on community structure in a multi-species metacommunity model along an environmental gradient. **Ecological Modelling**, 221: 885-894, 2010.
- FLOREZ-MARTÍNEZ, A.; EZCURRA, E.; SÁNCHEZ-COLÓN, S. Water availability and the competitive effect of a columnar cactus on its nurse plant. **Acta Oecologica**, volume 9, issue 1, p.1-8, 1998.
- FONSECA, R.B.S. Fenologia reprodutiva e dispersão de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae) no Município de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina – Bahia – Brasil. **Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana**. Bahia, 123p, 2004.
- FONSECA, R.B.S.; FUNCH, L.S.; BORBA, L.E. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, **Brazil. Na. Bras. Bot.**, 31(2): 237-244, 2008.
- FRANCO, A.C.; NOBEL, P.S. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. **Journal of Ecology**, 77: 870-886, 1989.
- GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H.; VALVERDE, T.; ORTEGA-BAES, P. Demographic Trends in the Cactaceae. **The Botanical Review**, 69(2): 173-203, 2003.
- GOMES, V.G.N.; QUIRINO, Z.G.M.; MACHADO, I.C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. **Plant Biology**, ISSN 1435-8603, 8p. 2013.
- GONTIJO, B.M. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4(1-2): 7-14. 2008.
- GUILHERME, F.C. Existe facilitação vegetal em campo rupestre sobre canga no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, MG? **Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Minas Gerais**, 62p., 2011.

HARLEV, E.; NEVO, E.; SOLOWEY, E.; BISHAYEE, A. Cacer preventive and curative attributes of plants of the Cactaceae family: A review. **Planta Med**, 79: 713-722, 2013.

HOLLAND, J.N.; MOLINA-FREANER, F. Hierarchical effects of rainfall, nurse plants, granivory and seed 20TTP20 on cactus recruitment. **Journal of Vegetation Science**, volume 24, issue 6, pages 1053-1061, 2013.

HUGHES, F.M.; ROT, M.; ROT, M.C.; ROMÃO, R.L.; de CASTRO, M.S. Dinâmica espaço-temporal de *Melocactus ernestii* subsp. *ernestii* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.** v.34, n.3, p.389-402, jul.-set, 2011.

IUCN 2013. *Uebelmannia buiningii*. IUCN Red 20TTP20I20 Threatened Species. Disponível em: <20TT.iucnredlist.org>. Acesso em: 30 January 2014;

KAMINO, L.H.Y.; de OLIVEIRA-FILHO, A.T.; STEHMANN, J.R. Relações florísticas entre as fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Megadiversidade**, 4(1-2): 39-49, 2008.

KEARNS, C.A.; INOUE, D. Techniques for pollinations biologists. **Niwot, Colorado: University press of Colorado**, 579p, 1993.

LANDERO, J.P.C.; VALIENTE-BANUET, A. Species-specificity of nurse plants for the establishment, survivorship, and growth of a columnar cactus. **American Journal of Botany**, 97(8): 1289-1295, 2010.

LAURENZ, J.C.; COLLIER, C.C.; KUTI, J.O. Hypoglycaemic effect of *Opuntia lindheimeri* Englem in a diabetic pig model. **Phytother Res.**, 17(1): 26-29, 2003.

LOCATELLI, E.; MACHADO, I.C. Comparative Study of the Floral Biology in Two Ornithophilous Species of Cactaceae: *Melocactus zehntneri* and *Opuntia palmadora*. **Bradleya**, 17: 75-85, 1999.

LOPES, L.T. Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N. P. Taylor & Zappi (Cactaceae) no Planalto de Diamantina-MG. **Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Grauação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri**, 91p., 2012.

LÓPEZ, R.P.; VALDIVIA, S.; SANJINÉS, N.; de la QUINTANA, D. The role of nurse plants in the establishment of shrub seedlings in the semi-arid subtropical Andes. **Oecologia**, 152: 779-790, 2007.

MACHADO, M.C. Plantas raras do Brasil. Conservação Internacional. **Universidade Estadual de Feira de Santana**. Cap. Cactaceae, p.118-126, 2009.

MACHADO, M.C.; NYFFELER, R.; EGGLI, U.; E SILVA, J.F.L. A New Species of *Parodia* (Cactaceae, Notocactae) from Rio Grande do Sul, Brazil. *A Journal for Botanical Nomenclature. Missouri Botanical Garden*, 18(2): 214-219, 2008.

MAGALHÃES, G.M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. *Na. Acad. Brasil. Ciênc.* 38(supl.): 59-70, 1966.

MARTÍNEZ-PERALTA, C.; AND MANDUJANO, M.C. Reproductive ecology of the endangered living rock cactus, *Ariocarpus fissuratus* (Cactaceae). *Journal of the Torrey Botanical Society*, 138(2): pp.145-155, 2011.

MCAULIFFE, J.R. Sahuaro-nurse tree associations in the Sonoran Desert: competitive effects of sahuaros. *Oecologia*, 64: 319-321, 1984.

MEGURO, M.; PIRANI, J.R.; GIULIETTI, A.M.; MELLO-SILVA, T. Phytophysognomy and compsition of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. *Revta Brasil. Bot.*, São Paulo. v.17, n.2, p.149-166. Dez, 1994.

de MELLO, T.R.B. Comunidades herbáceo-arbustivas e suas relações com solo e altitude, em áreas secas e úmidas, no Parque Nacional das Sempre Vivas, MG. **Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação de Botânica, Universidade de Brasília**, 62p., 2012.

MEDINA, B.M.O.; RIBEIRO, K.T.; SCARANO, F.R. Plant-plant and plant-topography interactions on a rock outcrop at high altitude in Southeastern Brazil. *Biotropica*, 38(1):27-34, 2006.

MENDES, Z.R.; SEBASTIANI, R. Cactaceae from Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André, São Paulo State, Brazil. *Hoehnea*, 39(3): 409-419, 2012.

MIHALTE, L.; FESZT, G.; BACIU, A.; VILCAN, A. Phylogenetic distances among several genotypes of *Rebutia*, *Mediolobivia* and *Sulcorebutia* (Cactaceae). *International Journal of Botany*, 6(3): 266-272, 2010.

MOTA, S.L.L.; PEREIRA, I.M.; MACHADO, E.L.M.; de OLIVEIRA, M.L.R.; BRUZINGA, J.S.; FARNEZI, M.M.M.; MEIRA JUNIOR, M.S. Influência dos Afloramentos Rochosos sobre a comunidade lenhosa no Cerrado stricto sensu. *Floresta e Ambiente*, 21(1): 8-18, 2014.

MUNGUÍA-ROSAS, M.A.; SOSA, V.J. Nurse plants vs. nurse objects: effects of plants and rock cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. *Annals of Botany*, 101: 175-185, 2008.

NASSAR, J.M.; RAMÍREZ, N.; LAMPO, M.; GONZÁLEZ, J.A.; CASADO, R.; NAVA, F. Reproductive biology and mating system estimates of two Andean Melocacti, *Melocactus schatzlii* and *M. andinus* (Cactaceae). *Annals of Botany*, 99: 29-38, 2007.

OLIVEIRA, H.M.F.; BRITO, K.S.; MORAIS, C.G.; MELO, J.R.; CORRÊA, M.M.; SÁ-NETO, R.J. Padrão de distribuição espacial de *Melocactus conoideus* (Cactaceae) no Parque Municipal Serra do Periperi, Vitória da Conquista, Bahia. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG, 2007.

de OLIVEIRA, J.P.L. Ecologia de *Discocactus zehntneri* subsp. *boomianus* (Cactaceae) em Afloramento Rochoso do Semi-Árido Baiano (Brasil). **Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia**, 100p., 2009.

PADILHA, F.M.; PUGNAIRE, F.I. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. **Front Ecol Environ**, 4(4): 196-202, 2006.

PIRANI, J.R.; GIULIETTI, A.M.; MELLO-SILVA, R.; MEGURO, M. Checklist and patterns of geographic distribution of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revta brasil. Bot.** 17:133-147, 1994.

PETERS, E.M.; MARTORELL, C.; EZCURRA, E. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, 72: 593-601, 2008.

RAMALHO, C.I. Estrutura da vegetação e distribuição espacial do Licury (*Syagrus coronata* (Mart) Becc.) em dois municípios do centro norte da Bahia, Brasil. **Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba**, 161p., 2008.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P.L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J.R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4(1-2): 16-24, 2008.

REN, H.; YANG, L.; LIU, N. Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. **Progress in Natural Science**, 18: 137-142, 2008.

REPKA, R. KRAJCA, R. TOMAN, V. *Uebalmannia pectinifera* var. *eriocactoides*. **Cactus & Co**, 46(1), pg.5-27, 2010.

ROCHA, E.A.; MACHADO, I.C.; ZAPPI, D.C. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the “Caatinga” in northeastern Brazil. **Bradleya**, 25: 129-144, 2007.

ROMÃO, R.L.; HUGHES, F.M.; VIEIRA, A.M.C.; FONTES, E.C. Autoecologia de Cabeça-de-frade (*Melocactus ernestii* Vaupel) em duas áreas de afloramentos na Bahia. **Nota científica, Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 1, p.738-740, jul., 2007.



ROMERO, R. Diversidade da flora dos Campos Rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. p.81-86. **Anais do 53º congresso Nacional de Botânica**. Recife, PE, 2002.

ROSAS-GUERRERO, V.; AGUILAR, R.; MARTÉN-RODRÍGUEZ, S.; ASHWORTH, L.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; BATISTA, J.M.; QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? **Ecology Letters**, 17: 388-400, 2014.

SALIMENA, F.R.G.; MATOZINHOS, C.N.; de ABREU, N.L.; RIBEIRO, J.H.C.; de SOUZA, F.S.; MENINI NETO, L. Flora fanerogâmica da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, 64(2): 311-320, 2013.

SANTOS, G.M.M.; CRUZ, J.D.; FILHO, B.C.C.; MARQUES, O.M.; AGUIAR, C.M.L. Utilização de frutos de cactos (Cactaceae) como recurso alimentar por vespas sociais (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae) em uma área de caatinga (Ipirá, Bahia, Brasil). **Ver. Bras. Zool.**, 24(4): 1052-1056, 2007.

SCHLUMPBERGER, B.O.; RENNER, S.S. Molecular phylogenetics of *Echinopsis* (Cactaceae): Polyphyly at all levels and convergent evolution of pollination modes and growth forms. **American Journal of Botany**, 99(8): 1335-1349, 2012.

SCHULZ, R.; MACHADO, M. *Uebelmannia buiningii*. In: *Uebelmannia* and their environment. **Schulz Publishing**, 160p, 2000.

SILVA, S.R.; ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. (orgs.). Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO – Brasília**. Série espécies ameaçadas nº 24, 112p., 2011.

de SOUSA, M.P. Biologia floral e reprodutiva de *Uebelmannia pectinifera* Buining spp. *pectinifera* (Cactaceae): subsídios para sua conservação. **Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia**, 73p., 2013.

STANNARD, B.L. Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Royal Botanic Gardens, Kew**, 1995.

SUZÁN-AZPIRI, H.; SOSA, V. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species. **J Arid Environ**, 65: 351-362, 2006.

SUZÁN-AZPIRI, H.; MALDA, G.; CAICEROS, A.; SÁNCHEZ, A.; GUEVARA, A.; GARCÍA, O. Spatial analysis for management and conservation of Cactaceae and Agavaceae species in Central Mexico. **Procedia Environmental Sciences**, 7: 329-334, 2011.

TAN, M.L.; SULAIMAN, S.F.; NAJIMUDDIN, N.; SAMIAN, M.R.; MUHAMMAD, T. Methanolic extract of *Pereskia bleo* (Kunth) DC. (Cactaceae) induces apoptosis in

breast carcinoma, T47-D cell line. **Journal of Ethnopharmacology**, 96: 287-294, 2005.

TAYLOR, N.P.; ZAPPI, D.C. Cactaceae do Vale do Rio Jequitinhonha (Minas Gerais). **Acta bot. bras.**, 5(1): 63-69, 1991.

TAYLOR, N.P. Two species of *Arrojadoa* from Eastern Brazil. **Curti's Botanical Magazine**, 13: 70-78, pl. 291,292, 1996.

TEIXEIRA, W.A.; de LEMOS FILHO, J.P. A flórua rupestre do Pico de Itabirito, Minas Gerais, Brasil: Lista das plantas vasculares. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, São Paulo, v.31, n.2, p.199-230, 2013.

VALIENTE-BANUET, A.; BOLONGARO-CREVENNA, A.; BRIONES, O.; EZCURRA, E.; ROSAS, M.; NUNEZ, H.; BARNARD, G.; VAZQUEZ, E. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environments in central Mexico. **Journal of Vegetation Science**, volume 2, issue 1, pages 15-20, 1991.

VALIENTE-BANUET, A.; ARIZMENDI, M.C.; ROJAS-MARTÍNEZ, A.; DOMÍNGUEZ-CANSECO, L. Ecological relationships between columnar cacti and néctar-feeding bats in Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, 12: 103-119, 1996.

VALIENTE-BANUET, A.; ARIZMENDI, M.C.; ROJAS-MARTÍNEZ, A.; CASAS, A.; GODINEZ-ALVAREZ, H.; SILVA, C.; DAVILA, P. Biotic interactions and population dynamics of columnar cacti. In: Fleming, T. Valiente-Banueta, A. eds. *Columnar cacti and their mutualists: evolution, ecology and conservation*. **Tucson: University of Arizona Press**, 225-241, 2002.

VITTA, F.A. Diversidade e conservação da flora nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil**, 90-94, 2002.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4(1-2): 111-116, 2008.

ZAPPI, D.; SILVA, S.R.; AONA, L.Y.S.; TAYLOR, N. Aspectos ecológicos e biologia reprodutiva. In: Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio – Brasília**. Série espécies ameaçadas nº 24, p. 38-43, 2011a.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; LAROCCA, J.; CALVENTE, A. Domínios fitogeográficos. In: Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio – Brasília**. Série espécies ameaçadas nº 24, p. 30-38, 2011b.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M.; SANTOS, M.R. Ameaças. In: Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. **Instituto Chico Mendes de**

**Conservação da Biodiversidade, ICMBio** – Brasília. Série espécies ameaçadas nº 24, p. 55-57, 2011c.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, R. Conservação das Cactaceae no Brasil. In: Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio** – Brasília. Série espécies ameaçadas nº 24, p. 29-30, 2011d.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M.R.; LAROCCA, J. **Cactaceae na Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB70>>. Acesso em: 26 Mar. 2014.

ZEN, D.M.; ACRA, L.A. Biologia floral e reprodutiva de *Agapanthus africanus* (L.) Hoffmans (Liliaceae). **Estud. Biolog.**, v.27, n.59, abr./jun., 2005.

## **CAPÍTULO I**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Uebelmannia buiningii* Donald (CACTOIDEAE,  
CACTACEAE): ESPÉCIE ENDÊMICA DOS CAMPOS RUPESTRES, MINAS  
GERAIS - BRASIL**

**Distribuição espacial de *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): espécie endêmica dos Campos Rupestres, Minas Gerais, Brasil**

**RESUMO:** Os Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço ocorrem em altitudes acima de 900 metros, associados a grandes extensões de afloramentos rochosos, formando um mosaico na vegetação, sendo o centro de diversidade das espécies do gênero *Uebelmannia* Buining (Cactaceae). Este trabalho teve como objetivo estudar a distribuição espacial de *Uebelmannia buiningii* Donald, endêmica da região do Parque Estadual da Serra Negra, Itamarandiba – MG. Além de investigar as possíveis associações da espécie com fatores bióticos e/ou abióticos. O estudo foi realizado no período de setembro de 2012 a setembro de 2013, em cinco locais (L) de ocorrência da espécie. As variáveis de distribuição espacial utilizadas foram: Demografia, Densidade Absoluta (DA), Frequência Absoluta (FA) e Índice de distribuição Morisita (IM). Para o registro das associações foi avaliado o número de cactos associados a: 1) plantas; 2) rocha; 3) plantas e rocha; 4) expostos (sem associação). Foi amostrado nas localidades um total de 831 indivíduos, sendo 402 jovens e 426 adultos, com 45 cactos na L1, 268 na L2 e 518 na L3, tendo mais jovens (307) que adultos (211) apenas na L3. As L4 e L5 não apresentaram indivíduos jovens ou adultos. O IM mostrou distribuição agregada para *U. buiningii*, com maior agrupamento entre os jovens. A maior parte dos indivíduos das três áreas com ocorrência de *U. buiningii* (81,35%) está associada a algum fator (rocha ou planta). A L1 apresentou acelerado declínio, a L2 em declínio moderado e a L3 está numa situação de maior conservação por estar situada numa região de difícil acesso. A L4 e L5 estão criticamente ameaçadas de extinção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Endemismo; Cactaceae; Campos Rupestres; Distribuição Agregada.

**Spatial distribution of *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): an endemic species of Campos Rupestres, Minas Gerais, Brazil**

**ABSTRACT:** The Campos Rupestres of the Espinhaço range occur at altitudes above 900 meters, associated with large expanses of rocky outcrops, forming a mosaic vegetation, being the center of diversity of the genus *Uebelmannia buiningii* (Cactaceae). This work aimed to study the spatial distribution of *Uebelmannia buiningii* Donald, endemic of the Parque Estadual da Serra Negra, Itamarandiba - MG. Besides investigating the possible association of the species with biotic and / or abiotic factors. The study was conducted from September 2012 to September 2013 in five locations (L) of occurrence of the species. The variables of the Spatial distribution used were: Demographics, Density Amount (DA), Absolute Frequency (AF) and Morisita Index distribution (IM). For the registration of associations was evaluated the number of associated cacti with: 1) plants; 2) rock; 3) plants and rock; 4) exposed (no association). A total of 831 individuals were sampled in localities, with 402 young and 426 adults, with 45 cacti in L1, 268 in L2 and 418 in L3, having younger (307) than adults (211) only in L3. The L4 and L5 didn't show young or adults individuals. The IM showed aggregated distribution for *U. buiningii*, more clustering among young. Most of the individuals in the three areas with the occurrence of *U. buiningii* (81,35%) is associated with some factor (rock or plant). The L1 showed accelerated decline, moderate decline in the L2 and L3 is at greater conservation by being located in an area of difficult access. The L4 and L5 are critically endangered.

**KEY-WORDS:** Endemism; Cactaceae; Campos Rupestres; Aggregated Distribution.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento de atributos das populações, como a distribuição espacial de plantas (BUDKE et al., 2004) e dos fatores que determinam a dinâmica populacional a longo prazo (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003), são indispensáveis para o entendimento dos mecanismos que comandam a diversidade na natureza (BAWA, 1992). Isso torna imprescindíveis estudos que visam o entendimento de como a situação populacional afeta a probabilidade de crescimento, estabilidade e extinção de espécies (OLIVEIRA et al., 2007).

Estudos de estrutura populacional fornecem informações principalmente referentes a mudanças no número de indivíduos, no tempo e no espaço (HARPER, 1977). A relação entre o número de indivíduos jovens e adultos é de fundamental importância para a compreensão dos padrões populacionais (BUDKE et al., 2004). Em escala regional, a diversidade do ambiente é apontada como fator determinante para a distribuição das plantas (VITTA, 1995; GONTIJO, 2008). Já em escala local, três padrões de distribuição espacial são encontrados em populações: aleatoriedade, uniformidade e aglomeração (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003).

Na Cadeia do Espinhaço podem-se encontrar vários conjuntos de serras isoladas entre si, apresentando um relevo bastante descontínuo (VITTA, 2002), sendo, principalmente por esse motivo, o centro de diversidade de vários grupos de plantas, entre elas as Cactaceae (GIULIETTI et al., 1997), incluindo todas as espécies do gênero *Uebelmannia* Buining (ZAPPI et al., 2014). A Cadeia do Espinhaço tem uma diversidade de paisagens, formando ecótonos (ROMERO, 2002), composta pelos biomas Caatinga, Mata Atlântica e Cerrada, dominando a paisagem local com seu relevo montanhoso (IEF, 2014). Campos Rupestres é a denominação dada à vegetação associada ao substrato quartzito em altitudes elevadas, presente na Cadeia do Espinhaço (CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005), com

predominância herbáceo-arbustiva e alta proporção de espécies endêmicas (GIULIETTI et al., 1997; CONCEIÇÃO e PIRANI, 2005).

A distribuição espacial das plantas também pode ser diretamente afetada por múltiplos fatores bióticos (polinizadores, dispersores e espécies competidoras) e abióticos (tipo de solo, estresse hídrico, altitude, intensidade luminosa) (FLORES et al., 2004, COLAÇO et al., 2006, MÉNDEZ et al., 2006, MUNGUÍA-ROSAS e SOSA 2008, PETERS et al., 2008). Além destes fatores, plantas e rochas facilitadoras servem de ilhas, onde oferecem condições benéficas à germinação e ao estabelecimento de diversas espécies de Cactaceae, proporcionando sombreamento e umidade do solo para plântulas, e proteção contra possíveis predadores (BRUNO et al., 2003; DREZNER, 2014).

As diferentes formas de vida das plantas se relacionam com as condições desiguais do habitat, auxiliando no estabelecimento da plântula e crescimento da planta, através de associações com os fatores bióticos e abióticos (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003). Estes fatores, em algumas espécies de Cactaceae, agem, preferencialmente, de forma conjunta e dinâmica e podem mudar a estrutura da população dependendo do estágio de desenvolvimento (HUGHES et al., 2011).

O gênero *Uebelmannia* possui três espécies, *U. buiningii*, *U. gummifera* (Backeb. & Voll) Buining e *U. pectinifera* Buining, com várias subespécies descritas na literatura (ZAPPI et al., 2014). *Uebelmannia buiningii* é uma espécie globosa, com cladódio avermelhado a marrom escuro e possui cada aréola em um tubérculo diferente (SCHULZ e MACHADO, 2000). É uma espécie rara, em crítico risco de extinção, encontrada apenas em afloramentos de quartzito nos Campos Rupestres (IUCN, 2014).

Este trabalho teve como objetivo estudar os aspectos estruturais e a distribuição espacial de *U. buiningii* na região do Parque Estadual da Serra Negra - Minas Gerais, além de buscar investigar a presença de associação biótica e/ou abiótica com seus indivíduos.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado na região da Serra Negra, localizada na Cadeia do Espinhaço (RIBEIRO, 2013), onde se encontra situada uma Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral, o Parque Estadual da Serra Negra (PESN). Cinco locais (L) de ocorrência de *U. buiningii* foram visitadas (Figura 1), em quatro expedições: setembro de 2012; março, abril e julho de 2013. O mapa de distribuição das localidades foi elaborado com o auxílio do software de Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10.

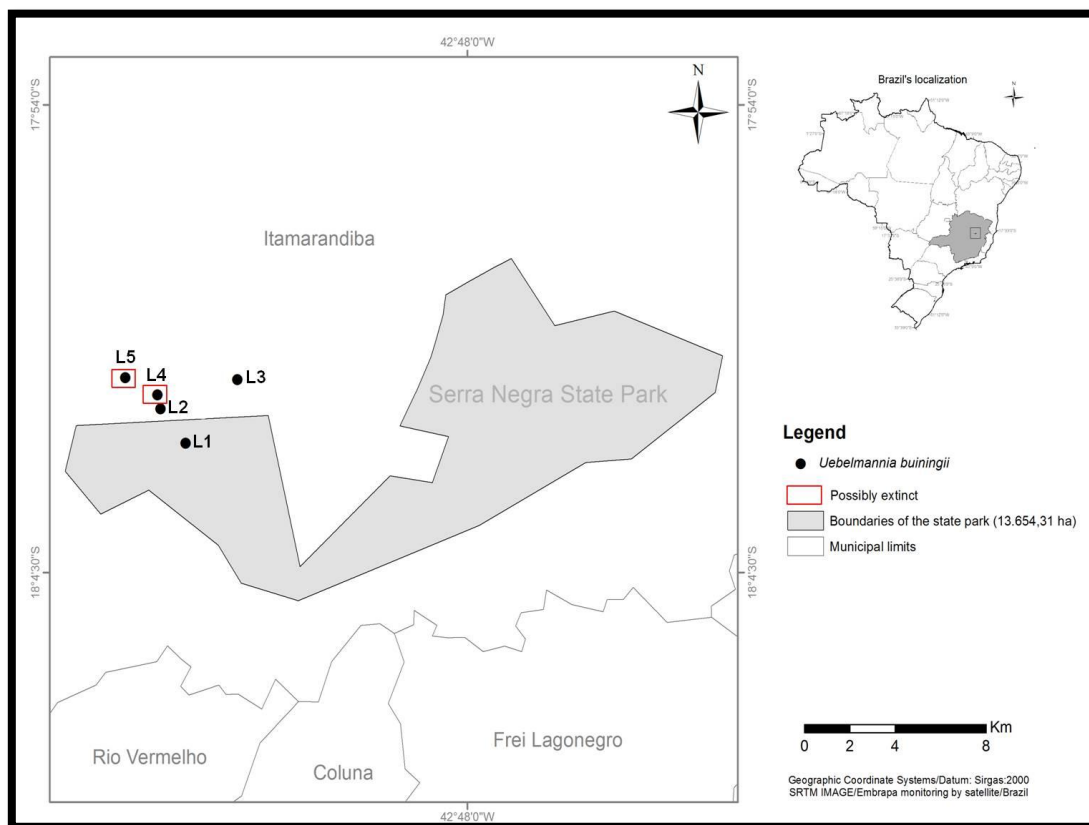


Figura 1: Mapa dos cinco locais (L) de ocorrência visitados de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.

O PESN ocupa uma área de 13.654,31 hectares, e fica situado no município de Itamarandiba – MG, no Vale do rio Jequitinhonha (IEF, 2014). Fica na porção Meridional da Serra do Espinhaço, com predominância dos Campos Rupestres com altitude média de 1.000 m (RIBEIRO, 2013).

As regiões sul e central do Vale do Jequitinhonha, onde o Parque se situa, incluem inúmeras nascentes de cursos d'água que são vertentes para a bacia do rio Jequitinhonha, como o rio Araçuaí e alguns tributários do rio Doce. Ao longo das nascentes, dos córregos e dos rios, que banham a serra, ainda podem ser observadas matas de galeria e remanescentes florestais (IEF, 2014).

As áreas são caracterizadas por afloramentos rochosos com solo de cascalho quartzito de pH ácido e pobre em nutrientes, com vegetação rupícula com predominância de plantas herbáceo arbustivas (de ANDRADE, 2013). O clima é caracterizado por ser subtropical de altitude com inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C) (INMET, 2014), do tipo Cwa de acordo com a classificação de Köeppen.

### **Procedimento metodológico**

Foram alocados transectos apenas nos locais onde apresentaram indivíduos jovens e/ou adultos de *U. buiningii*, e de acordo com a abundância da espécie, sendo três na L1 e seis na L2 e L3, totalizando 15 transectos de 50 m cada um. Foram visitadas mais duas localidades (L4 e L5) de possível ocorrência, porém não foram encontrados indivíduos suficientes para a alocação de parcelas. Cada transecto foi dividido em 10 parcelas de 10 m x 5 m, totalizando 150 parcelas. A direção em que o primeiro transecto foi estendido nas três áreas foi escolhida dando prioridade ao primeiro espécime que pudesse ser observado. Para os transectos subsequentes foi tomado como base o azimute utilizado no primeiro (L1: 350°N; L2: 1°N; e L3: 330°N). As coordenadas geográficas e altitudes de cada transecto foram coletadas com auxílio de GPS. Os três primeiros transectos foram alocados na parte mais baixa do terreno, e os três últimos (L2 e L3) na parte mais alta.

Foi feita a contagem dos indivíduos totais, jovens e adultos de *U. buiningii* presentes nas parcelas. O critério utilizado para distinguir jovens de adultos foi presença/ausência de região florífera. Também foram coletados dados de altura

dos indivíduos (em cm), a partir do nível do solo, e diâmetro (em cm), considerando a parte mais larga do indivíduo, aproximadamente no meio do cladódio, sem considerar o prolongamento dos espinhos.

Foi feito um voucher, a partir de um espécime de *U. buiningii* coletado em campo, e depositado no Herbário da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – HURB. Também foram depositadas no HURB as plantas observadas em associação com *U. buiningii*.

### **Variáveis de distribuição espacial**

As variáveis utilizadas para a distribuição espacial de *U. buiningii* foram: Índice de distribuição espacial (Id), Densidade Absoluta (DA) e Frequência Absoluta (FA). O Id dos indivíduos foi caracterizado pelo o Índice de Dispersão de Morisita (IM) segundo Brower et al (1998) ( $Id = [n(\sum x^2 - N)]/N(N-1)$ ). Segundo esse índice, a distribuição é randômica (ou aleatória) se o  $Id = 1$ , uniforme quando  $Id < 1$  e agregado se  $Id > 1$ . O IM foi feito para o total de *U. buiningii*, para cada local de ocorrência e para indivíduos jovens e adultos, onde:

$n$  = número de parcelas

$N$  = número total de indivíduos encontrados em todas as parcelas

$\sum x^2$  = somatório do quadrado do número de indivíduos por parcela

A DA ( $\text{ind}/\text{ha}^{-1}$ ) e FA (%) foram calculadas segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), utilizando as seguintes fórmulas: Densidade Absoluta (DA) =  $n_i / A$ ; Frequência Absoluta (FA) =  $100 U_i / UT$ . Em que:

$n_i$  = número de indivíduos da espécie  $i$

$A$  = área amostrada (em hectare)

$U_i$  = número de unidades amostrais com a ocorrência da espécie  $i$

$UT$  = número total de unidades amostrais

Para demonstrar se há correlação entre as variáveis Altura e Diâmetro, foi utilizado o coeficiente de correlação linear, e a significância foi verificada através do teste  $F$  ( $P < 0,001$ ). Os indivíduos também foram distribuídos em frequências

de classes de Diâmetro e Altura, estabelecidas com amplitude de 1 cm, tanto para o total de indivíduos quanto para jovens e adultos, pelo Método de Sturges (1926) ( $k = 1 + 3,322 (\log n)$ ), onde:

k = número de classes de frequência

n = número de dados

### **Associações bióticas e abióticas**

Em cada parcela foi avaliado se o crescimento hipotético de cada indivíduo de *U. buiningii* estava relacionado com uma associação biótica/abiótica.

Em cada transecto foi registrado:

- 1) Número de indivíduos de cacto associados com plantas;
- 2) Número de indivíduos de cacto associados com rocha;
- 3) Número de indivíduos de cacto associados com plantas e rocha;
- 4) Número de indivíduos de cacto expostos (sem qualquer tipo de associação).

## **RESULTADOS**

### **Variáveis demográficas e de distribuição espacial**

Foi amostrado um total de 831 indivíduos de *U. buiningii*, com ca. de 5,5 ind/parc, sendo 405 jovens e 426 adultos. Com relação à DA total, *U. buiningii* apresentou 1.108 ind/ha<sup>-1</sup>, refletindo uma elevada densidade da espécie, já a FA total foi de 40%. O IM da área total estudada (com indivíduos) se mostrou agregado, com valores de 6,56.

A L1 situa-se em terreno íngreme acentuado numa altitude média de 1.050 m, sendo a única área localizada dentro dos limites do PESN. Esta área apresentou um total de 45 indivíduos, com 16 jovens e 29 adultos, numa média de 1,5 ind/parc, variando de zero a nove por parcela, com FA de 33,33%, DA de 300 ind/ha<sup>-1</sup> e o IM foi de 3,9.

A L2 está situada numa altitude média de 1.160 m, encontra-se nas proximidades dos limites do PESN, com leve inclinação do terreno. Foram amostrados 268 indivíduos, 82 jovens e 186 adultos, com uma média de 4,47 ind/parc, variando de zero a 64 indivíduos, com FA de 38,33%, DA de 893 ind/ha<sup>-1</sup> e IM de 6,09.

A L3 encontra-se numa localidade fora dos limites do PESN, com média de 1.080 m de altitude, é de difícil acesso e apresenta acentuada inclinação do terreno. Foram amostrados 518 indivíduos, sendo 307 indivíduos jovens e 211 adultos, sendo a única localidade com maior quantidade de indivíduos jovens em relação a adultos. Apresentou uma média de 8,63 ind/parc, variando de zero a 105, com FA de 45%, DA de 1.726 ind/ha<sup>-1</sup> e IM de 5,16.

L4 está situada a uma altitude média de 1.200 m e localiza-se num afloramento rochoso nas proximidades dos limites do PESN. A L5 está a uma altitude média de 1.000 m e localiza-se em um terreno bastante inclinado, solo arenoso e à beira de uma estrada, também nas proximidades dos limites do PESN. Estes últimos locais não apresentaram indivíduos de *U. buiningii*.

A abundância de indivíduos de *U. buiningii* está representada na Figura 2, com significância estatística, verificada pelo teste Qui-quadrado ( $\chi^2=119,47$ ), maior que o tabelado, com 2 graus de liberdade (gl=n-1) e  $P<0,001$ . A quantidade de indivíduos por transecto está na Tabela 1 e a média de indivíduos por parcela na Tabela 2. Os resultados das variáveis de distribuição espacial estão representados na Tabela 3.

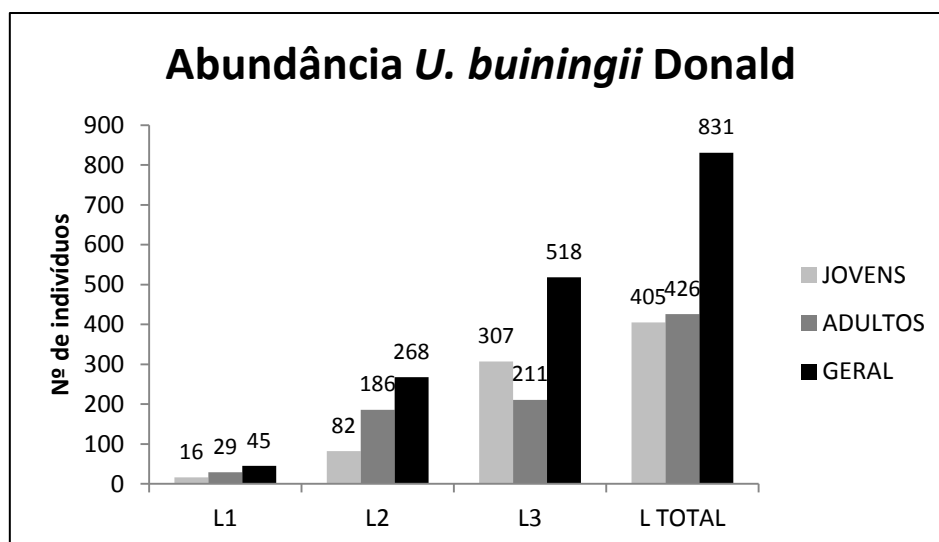


Figura 2: Abundância de indivíduos jovens, adultos e número total de indivíduos para os três locais de ocorrência de *Uebelmannia buiningii* Donald apresentando indivíduos, na região do Parque Estadual da Serra Negra - MG.

Tabela 1: Quantidade de indivíduos de *Uebelmannia buiningii* Donald em cada transecto dos locais de ocorrência visitados que apresentavam espécimes, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.

TRANSECTO	L1	L2	L3
1	28	22	89
2	2	29	198
3	15	20	132
4		59	51
5		67	39
6		71	9

Tabela 2: Média de indivíduos de *Uebelmannia buiningii* Donald por parcela, nos três locais estudados, com ocorrência da espécie, para indivíduos jovens, adultos e totais, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.

	Jovens	Adultos	J+A
L1	0,53 <sup>a</sup>	0,97 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>
L2	1,37 <sup>a</sup>	3,10 <sup>a</sup>	4,47 <sup>a</sup>
L3	5,12 <sup>b</sup>	3,52 <sup>a</sup>	8,63 <sup>b</sup>
L TOTAL	2,69 <sup>a</sup>	2,84 <sup>a</sup>	5,54 <sup>a</sup>

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Tabela 3: Variáveis de distribuição espacial de *Uebelmannia buiningii* Donald nas três localidades de ocorrência e total, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. DA = Densidade Absoluta em ind/ha<sup>-1</sup>; FA = Frequência Absoluta expressa em %; IM = Índice de distribuição Morisita para jovens, adultos e jovens + adultos. IM < 1 - uniforme; = 1 - aleatória; > 1 – agregada.

	FA	DA	IM*		
			Jovens	Adultos	J+A
<b>L1</b>	33,33	300	5,4	3,6	3,9
<b>L2</b>	38,33	893	9,1	5,6	6,09
<b>L3</b>	45	1.726	6	4,2	5,16
<b>L TOTAL</b>	40	1.108	9,6	4,8	6,56

A proporção de indivíduos jovens para indivíduos adultos nos três locais de ocorrência de *U. buiningii* foi de 1,05:1. Para a L1 a proporção adultos para jovens foi de 1,81:1, a L2 teve a proporção de adultos para jovens de 2,27:1 e a L3 teve uma proporção de jovens para adultos de 1,45:1.

Para as três áreas de ocorrência de *U. buiningii* a distribuição de diâmetro foi dividida em sete classes, com amplitude de classes de 0,94 cm para L1, 1,11 cm para L2 e 1,24 cm para L3. A distribuição variou de forma similar entre as três áreas, com as primeiras e últimas classes com as menores frequências, e as classes intermediárias as maiores. O modelo obtido foi o polinomial de ordem dois. As classes que continham mais indivíduos foram respectivamente: L1 - 4; L2 - 5; e L3 - 1 (Figura 3).

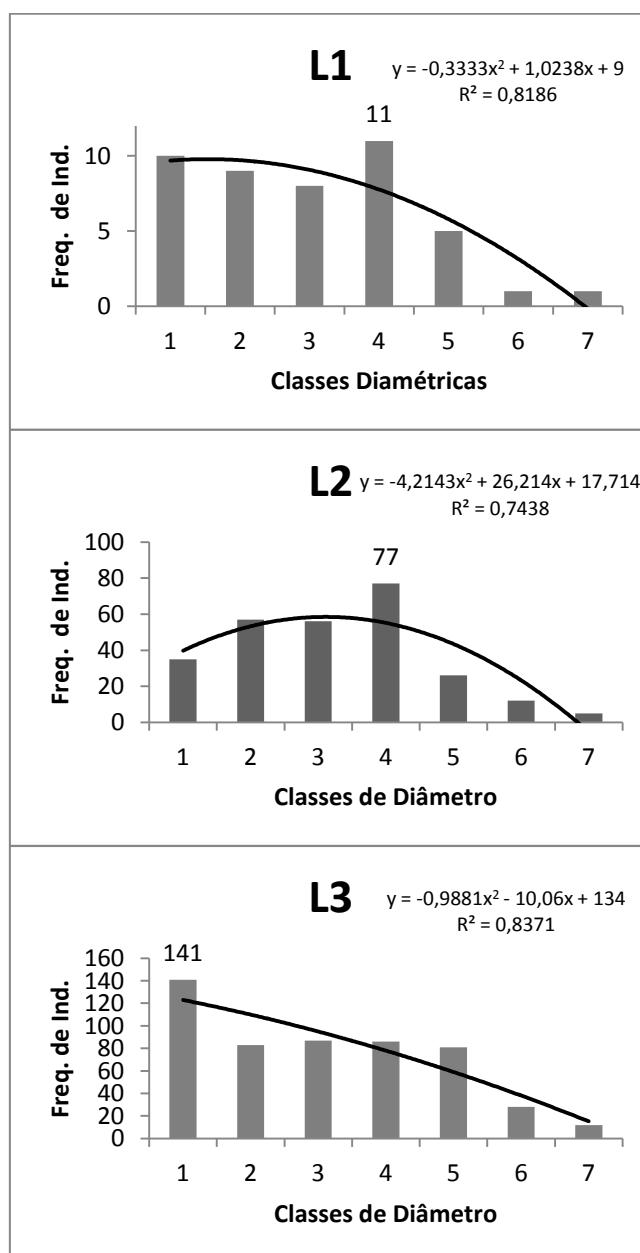


Figura 3: Distribuição da frequência de indivíduos de *Uebelmannia buiningii* Donald em classes de frequência de Diâmetro, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.



Para as três áreas de ocorrência de *U. buiningii* a distribuição de altura foi dividida sete classes, com amplitude de classes de 1,24 cm para L1, 1,58 cm para L2 e 2,44 cm para L3. Apresentaram-se de forma similar entre as três áreas, demonstrando um modelo exponencial em “J” invertido (com exceção da L1), com as primeiras classes com as maiores frequências e as últimas com as menores frequências. A classe que continha mais indivíduos nos três locais foi a 1. Todas as três áreas ajustaram-se à curva polinomial de ordem 2 (Figura 4).

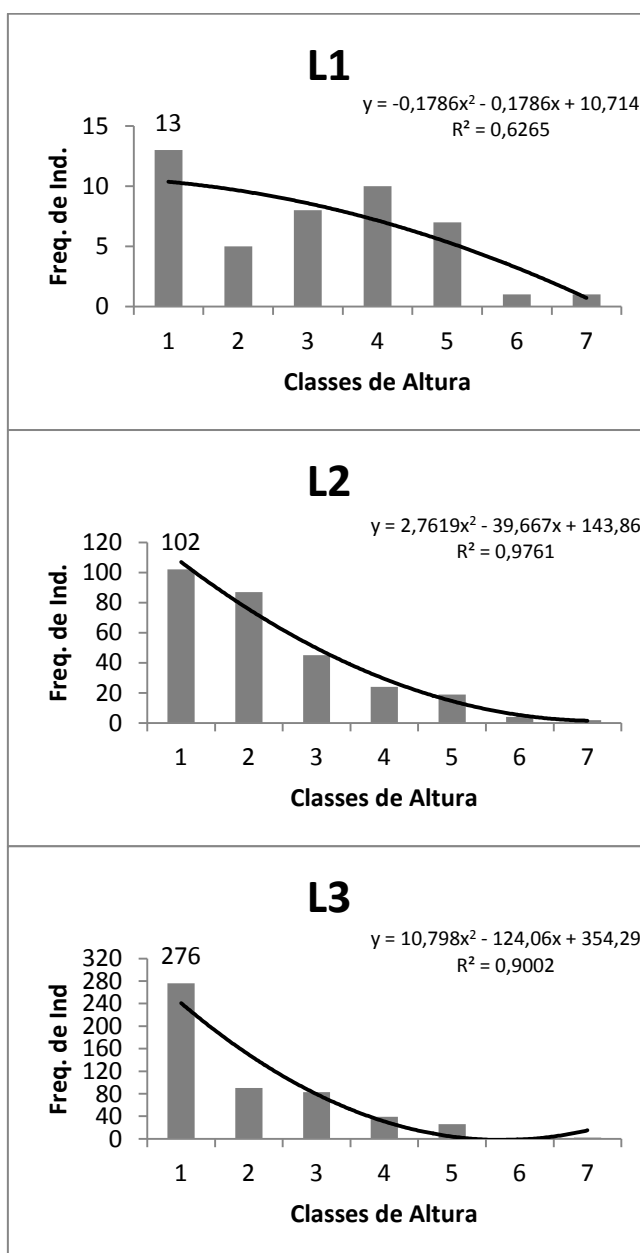


Figura 4: Distribuição da frequência de indivíduos de *Uebelmannia buiningii* Donald em classes de frequência de Altura, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.

Nas três áreas os menores indivíduos de *U. buiningii* tinham 1 x 1 cm. Na L1 o maior indivíduo de tinha 9 x 8,5 cm, na L2 o maior indivíduo tinha 12 x 9 cm e na L3 o maior indivíduo tinha 18 x 9,6 cm. Houve correlação linear positiva entre altura e diâmetro, com 80,36% de associação, em que a significância estatística foi verificada pelo Teste F (3391,60;  $P < 0,001$ ) (Figura 5).

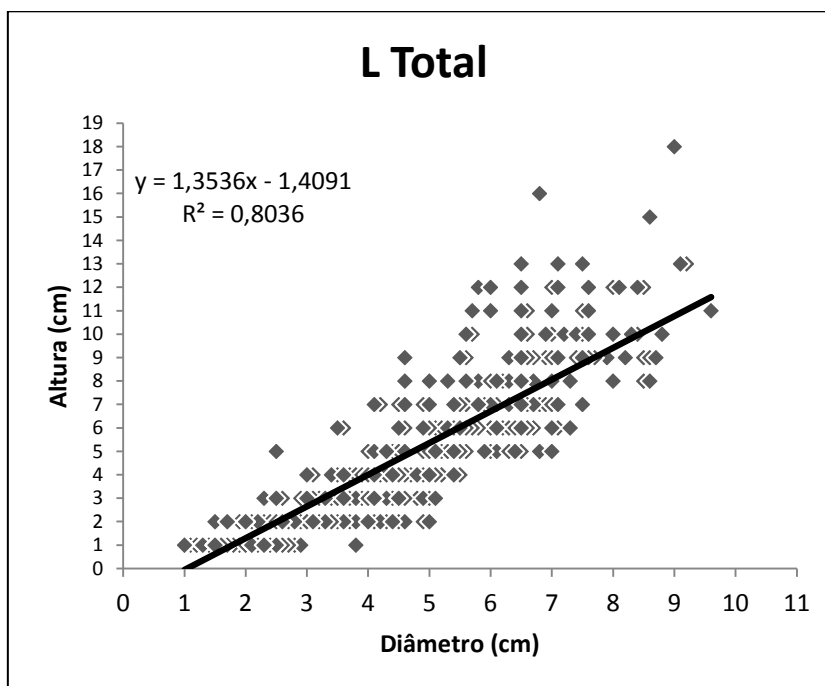


Figura 5: Correlação linear da altura em função do diâmetro para os indivíduos de *Uebelmannia buiningii* Donald das três localidades estudadas, com ocorrência da espécie, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.

### Associações bióticas e abióticas

Foi observada associação de indivíduos de *U. buiningii* com rocha (Figura 6A) e indivíduos expostos (Figura 6B). Além de serem observadas associações com quatro espécies de plantas com maior representatividade nos três locais estudados, que apresentaram indivíduos de *U. buiningii*: *Dyckia* sp. (Bromeliaceae) (Figura 6C); *Vellozia auriculata* Mello-Silva & N.L.Menezes (Velloziaceae) (Figura 6D); *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) (Figura 6E).



Figura 6: Associações bióticas e abióticas, observadas nas três áreas estudadas de *U. buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. A – Rocha; B – Exposto; C – *Dyckia* sp. (Bromeliaceae) (HURB-7133); D - *Vellozia auriculata* Mello-Silva & N.L.Menezes (Velloziaceae) (HURB-7132); E – *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish (Asteraceae) (HURB-7134).

A maior parte dos indivíduos totais (81,35%) está associada a algum fator (rocha ou planta). As plantas jovens de *U. buiningii* (39,83%) estão em uma quantidade ligeiramente menor que o número de adultas (41,52%) quando associadas a algum dos fatores observados, desconsiderando, é claro, o fator Exposto. 18,65% do total de *U. buiningii*, assim como 18,27% de jovens e 19,01% de adultos, estão associados ao fator Exposto (Tabela 4).

Foi observado que 43,75% dos indivíduos jovens e 51,72% dos adultos de *U. buiningii* estão associados à Rocha na L1. 32,93% dos jovens e 35,48% dos adultos estão associados à *V. auriculata* na L2. 60,59% dos jovens e 71,01% dos adultos associados à *Dyckia* sp. na L3. (Tabela 4).

Os maiores números de associações de *U. buiningii* com fatores bióticos e/ou abióticos, nas três localidades, foram: L1 – associação com Rocha, contendo 22 indivíduos (48,89%); L2 – associação com *V. auriculata*, contendo 93 indivíduos (34,70%); e L3 – associação com *Dyckia* sp., contendo 333 indivíduos (64,28%). Foram observadas também, em uma menor frequência, associações duplas com a ocorrência total de *U. buiningii*, do tipo: *V. auriculata* + *Dyckia* sp. (7,46%); *E. erythropappus* + Rocha (0,84%); *V. auriculata* + Rocha (0,72%) (Tabela 4).

Tabela 4: Associações observadas entre *Uebelmannia buiningii* Donald e fatores bióticos e/ou abióticos, nas três áreas de ocorrência estudadas, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. J = jovens; A = adultos; L Total = J+A.

Associação	L1			L2			L3			L TOTAL		
	J	A	Total	J	A	Total	J	A	Total	J	A	Total
<i>Dyckia</i> sp.	.	1	1	3	1	4	186	147	333	189	149	338
<i>V. auriculata</i>	.	1	1	27	66	93	57	34	91	84	101	185
<i>E. erythropappus</i>	2	4	6	.	6	6	.	.	.	2	10	12
<i>V. auriculata</i> + <i>Dyckia</i> sp.	.	.	.	1	3	4	38	20	58	39	23	62
<i>E. erythropappus</i> + Rocha	.	3	3	.	4	4	.	.	.	.	7	7
<i>V. auriculata</i> + Rocha	.	.	.	.	6	6	.	.	.	.	6	6
Exposto	7	5	12	41	66	107	26	6	36	74	81	155
Rocha	7	15	22	10	34	44	.	.	.	17	49	66

## DISCUSSÃO

### Variáveis demográficas e de distribuição espacial

Comparando-se a abundância dos três locais estudados, em que apresentaram indivíduos de *U. buiningii*, com 518 indivíduos a L3 apresentou mais cactos que a L1 (45) e a L2 (268). Locais como a L1 e L2, próximas a estradas ou em terrenos planos, tornam o acesso mais facilitado para a ação antrópica, seja para coleta de cactos para coleções, facilmente encontrados em sites que comercializam sementes, ou para utilização da área para agricultura. A ação antrópica na L3 é dificultada, por a área se localizar distante da estrada mais próxima e apresentar uma elevada inclinação do terreno. Isto pode ser comprovado pelos resultados de DA de 1.726 ind/ha<sup>-1</sup> e FA de 45%, que foram maiores que nas outras áreas observadas.

Para o presente estudo, não foram inventariados indivíduos jovens ou adultos de *U. buiningii*, tanto para a L4 quanto para a L5. Diferente do observado por Shulz e Machado (2000), onde foi possível constatar na época a presença de cactos nestas localidades. Estas áreas se localizam próximas a estradas, o que, possivelmente, facilitou o declínio. Não sendo possível inferir que a espécie esteja extinta nestas áreas, considerando que plântulas de *U. buiningii* têm o hábito de permanecerem sob o substrato até se tornarem robustas o suficiente para emergirem do solo.

O fato de *U. buiningii* ser microendêmica e a sua ocorrência estar em declínio, motivaram a inclusão da espécie no Apêndice I da CITES, seguindo os critérios da IUCN (ZAPPI e TAYLOR, 2011), e ser classificada como planta rara (MACHADO, 2009).

Uma população em rápida expansão terá uma grande proporção de indivíduos novos, uma população estacionária uma distribuição mais uniforme e uma população em declínio uma alta proporção de indivíduos mais velhos (ODUM e BARRETT, 2008). O total estudado de *U. buiningii* apresentou uma proporção de jovens adultos uniforme (1:1). A L1 apresentou quase dois indivíduos adultos para um jovem e na L2 foi observado mais de dois indivíduos adultos para um jovem. Estas últimas localidades podem ser consideradas em declínio, por terem uma proporção de indivíduos mais velhos.

A L3 apresentou uma proporção (1:1) mais próxima à observada na ocorrência total, mostrando uma homogeneidade etária, mas com uma tendência de levar a espécie a uma expansão, por ter apresentado mais indivíduos jovens que adultos.

A análise de correlação linear mostrou que 80,36% da variação da altura dos indivíduos de *U. buiningii* pode ser explicada pela variação do diâmetro. De acordo com as informações da distribuição de classes de diâmetro e altura dos indivíduos de *U. buiningii*, houveram classes mais frequentes nas áreas estudadas. A distribuição dos indivíduos entre classes de tamanho sugere que a reprodução e estabelecimento ocorrem em ciclos específicos que são favoráveis a estes eventos (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003).

A distribuição de classes de diâmetro da L1 e L2 apresentou um padrão de baixa dispersão, com indivíduos de maior estatura nas classes intermediárias, levando a sugerir que o número de sementes dispersas tem diminuído até os dias de hoje. A distribuição de diâmetro da L3 e altura das três áreas de ocorrência de *U. buiningii* estudadas foi maior nas primeiras classes. Isto leva a uma maior competição entre as plântulas e plantas jovens por água, nutrientes, luz e espaço em estágio inicial de crescimento (BRITO et al., 2007). As plantas experimentam mortalidade, fecundidade, sobrevivência e crescimento dependentes da densidade, tendo uma variação na germinação e tamanho como respostas à intensa competição por recursos do lugar que a plântula se estabelece (RICKLEFS, 2003).

A competição é diminuída, podendo ser detectado um decréscimo na mortalidade de indivíduos, à medida que as plantas incorporam fitomassa e aumentam de tamanho, como observado em *Melocactus ernestii* Vaupel ssp. *ernestii* (HUGHES et al., 2011).

A DA de *U. buiningii* se mostrou maior no total de indivíduos estudados, na L2 e na L3, sendo esta última a de maior densidade (1.726 ind/ha<sup>-1</sup>) em relação às demais áreas, provavelmente devido ao seu isolamento. Enquanto que a L1 foi a de menor DA (300 ind/ha<sup>-1</sup>) o que apenas reforça os dados de abundância e distribuição espacial deste estudo, que comprovam o grau de perturbação que esta área sofreu nos últimos anos.

Para a L1, que apresentou menor densidade que as outras áreas, pode-se ter um baixo recrutamento de indivíduos férteis, tendo-se risco de pouca oferta de flores para os polinizadores, decrescendo a produção de frutos e sementes, como observado por Martínez et al. (2011). Este decréscimo pode ser intensificado quando se trata de uma espécie que cresce em afloramentos rochosos, como é o caso de *U. buiningii*, tendo como barreira para polinizadores e dispersores a distância entre estas áreas, disjuntas pela composição florística mais densa da matriz (RIBEIRO, 2013).

Em afloramentos rochosos a densidade da vegetação total se mostra mais baixa, em comparação com o seu entorno, que apresenta um aglomerado maior de espécies de várias famílias (RIBEIRO, 2013). A favor dos afloramentos está a grande complexidade florística, sugerindo que o elevado número de espécies diferentes encontrado nestas áreas, tenha forte relação com a combinação de diferentes tipos de habitats em áreas restritas (CONCEIÇÃO et al., 2007).

A baixa FA de *U. buiningii* concorda com o tipo de distribuição agregada observada na espécie. A maior parte das parcelas apresentou total ausência de indivíduos, apenas 33,33% a quase a metade das parcelas (45%) tinham agrupamentos da espécie.

A distribuição agregada de *U. buiningii* foi constatada pelo IM dos indivíduos, tanto no total quanto nas três áreas. Assim como entre os indivíduos jovens e adultos, tendo um IM mais alto entre os jovens nos três locais. A distribuição agregada é observada naturalmente quando, em parcelas semelhantes, com as mesmas condições naturais de crescimento, a quantidade de indivíduos varia significativamente de uma parcela para outra (SÉTAMOU et al., 2000; NASCIMENTO et al., 2001).

O padrão agregado de *U. buiningii* pode estar associado ao tipo de dispersão. Apesar de não terem sido observados dispersores da espécie, observa-se um padrão de dispersão zoocórica entre as Cactaceae, em que os animais são atraídos pelos frutos carnosos e com alto teor de água, com o atenuante de muitas espécies estarem presentes em regiões de pouca precipitação, ou com períodos mais longos de estiagem (de OLIVEIRA, 2009).

Foi proposta uma associação entre a densidade, quantidade de indivíduos e estrutura espacial e o sucesso reprodutivo de *Discocactus*



*zehntneri* subsp. *boomianus* (Buining & Brederoo) N.P.Taylor & Zappi (de OLIVEIRA, 2009). O estudo sugere que uma maior densidade pode ser benéfica à espécie por ser mais atrativa aos polinizadores e, conseqüentemente, levar a uma produção de frutos mais agrupada, que por sua vez atrai os dispersores para estes locais, promovendo uma dispersão mais agrupada.

Diversos animais podem dispersar sementes de Cactaceae. Como por exemplo, lagartos que foram registrados como dispersores efetivos para muitas espécies da família Cactaceae (GRIZ e MACHADO, 2001; FONSECA, 2004; FONSECA et al., 2008, 2012), o que possivelmente ocorre também em *U. buiningii*. Formigas, dispersão mirmeecórica, também desempenham o papel de dispersoras (TAYLOR, 1991; BRITO et al., 2007; ROMÃO et al., 2007; FONSECA et al., 2008), por percorrerem locais próximos da planta em que as sementes estavam disponíveis, principalmente levando sementes para seus ninhos, também podendo ocorrer em *U. buiningii*.

A L2, que apresentou seus maiores IMs de jovens, adultos e jovens + adultos, está localizada em terreno menos íngreme que a L1 e L3, apresentando uma maior capacidade de retenção de sementes em barreiras, não necessariamente na parte mais baixa.

O terreno das outras áreas é mais íngreme, com maior capacidade de transporte pela enxurrada, ocorrendo uma deposição de sementes na parte mais baixa do terreno. Isto concorda com os resultados demográficos do presente estudo, em que a maior densidade de indivíduos foi encontrada nos primeiros transectos, localizados na parte mais baixa do local, enquanto que na L2 a maior quantidade de indivíduos foi encontrada na parte mais alta do terreno.

A hidrocoria também parece ser um mecanismo usado por espécies de dispersão agregada, em que o transporte é realizado pela água da chuva. As sementes são levadas de uma parte mais alta do terreno para lugares inferiores, ou ao encontro de barreiras que podem ser um indivíduo adulto da mesma espécie, plantas de outra espécie ou rochas, promovendo o acúmulo e, posteriormente, a germinação agregada (de OLIVEIRA, 2009). Como observado nas espécies *Echinopsis chiloensis* (Colla) H.Friedrich & G.D.Rowley e *Eulychnia acida* Phil., com uma alta concentração de indivíduos

embaixo de algumas espécies arbustivas, as quais serviam de barreira (CARES, 2013).

### **Associações bióticas e abióticas**

Um dos resultados deste estudo mostrou, pela primeira vez, que *U. buiningii* ocorre, em sua maioria (81,35%), em associação com algum fator biótico ou abiótico, tendo uma maior representatividade na amostragem com Rocha e três plantas: *V. auriculata* (Velloziaceae); *Dyckia* sp. (Bromeliaceae) e *E. erythropappus* (Asteraceae). Entre as plantas, a *V. auriculata* (L2) e a *Dyckia* sp. (L3) foram as mais frequentes.

De acordo com a distribuição agregada, anteriormente observada neste estudo, e a alta taxa de associação com fatores bióticos e abióticos em *U. buiningii*, sugere-se que estes fatores desempenham uma interação positiva sobre as plântulas da espécie, as quais, competem mais fortemente entre si por recursos naturais enquanto crescem (BRUNO et al., 2003).

Interações positivas podem influenciar no padrão de distribuição de uma espécie, devido ao maior recrutamento de sementes serem em locais que oferecem maior proteção e recursos naturais para a germinação e crescimento inicial (BERTNESS e CALLAWAY, 1994).

Com o passar do tempo, a competição diminui e a planta que é beneficiada pela facilitação aumenta de tamanho, como observado em *Melocactus ernestii* Vaupel (HUGHES et al., 2011). Cares et al (2013) citam um experimento, que resulta num aumento no crescimento de plantas quando as que estavam próximas eram retiradas do local. Em resumo, apenas quando a competição intraespecífica excede a interespecífica, plantas de diferentes espécies conseguem coexistir em uma comunidade (REN et al., 2008).

Indivíduos de *U. buiningii* mostraram associação com Rocha, conforme observado na L1 e L2. A presença de rochas e solos irregulares pode ser importante para a germinação das sementes e/ou sobrevivência das plântulas, oferecendo às sementes um ambiente com maior concentração hídrica, por direcionar o escoamento da água da chuva para suas fendas, e protegendo-as de altas temperaturas e da radiação solar (ROJAS-ARÉCHIGA e VÁZQUEZ-YANES, 2000). Nestes locais pode-se encontrar acúmulo de matéria orgânica,

ambiente ideal para sua sobrevivência (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003; MOTA et al., 2014).

Considerando os locais de ocorrência de *U. buiningii*, presentes em afloramentos rochosos quartzitos dos Campos Rupestres, também foram observadas associações com *E. erythropappus*. Mota et al (2014), em um trabalho realizado na Serra do Biribiri (Diamantina - MG), relata a ocorrência de espécies lenhosas nestes ambientes, entre elas a *E. erythropappus*, comum em áreas de solos rasos e pobres em nutrientes. O que contraria o conceito de que em afloramentos habitam apenas espécies herbáceo-arbustivas (VITTA, 1995), as quais também foram observadas com as associações de *Dyckia* sp. e *V. auriculata*, respectivamente.

A facilitação que as associações bióticas e/ou abióticas oferecem em áreas degradadas e de alta pressão antrópica, auxiliam no recrutamento de novos indivíduos (BERTNESS e CALLAWAY, 1994). Com o número baixo de indivíduos de *U. buiningii* observados na L1, as interações positivas tendem a ajudar na reestruturação da espécie na área, através do estabelecimento de novas plântulas. Sob as condições ambientais extremas que atuam em diversos locais, as “nurse plants” funcionam como ilhas, considerando o ambiente propício para a germinação de sementes e estabelecimento de plântulas, devido a temperatura amena e umidade retida no solo evitando a evaporação (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003). Ao passo que funcionam como local de repouso para alguns dispersores, como formigas que nidificam na base de algumas plantas (de OLIVEIRA, 2009).

Associações bióticas (cacto-planta) foram observadas também em outras espécies (VALIENTE-BANUET e EZCURRA 1991, VALIENTE-BANUET et al. 1991; GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003 ; SÚZAN-AZPIRI e SOSA 2006; HUGHES et al. 2011). Em *Neobuxbaumia mezcalaensis* (Bravo) Backeb. foi observada uma maior sobrevivência de indivíduos, três anos após a germinação das sementes, apenas quando associadas a alguma planta, as quais promoviam um microambiente propício à germinação (LANDERO e VALIENTE-BANUET, 2010).

Cerca de 20% tanto do total de *U. buiningii* quanto dos jovens e adultos, estão mais vulneráveis a alguma perturbação antrópica, por indivíduos estarem expostos, o que pode comprometer 1/5 tanto da reprodução atual

quanto da futura. Apesar de os fatores bióticos e abióticos oferecerem proteção nas fases iniciais, a taxa de mortalidade de plântulas é alta, ainda assim é menor que quando estão expostas (GODÍNEZ-ÁLVAREZ et al., 2003).

Resultados com *N. mezcalaensis* (LANDERO e VALIENTE-BANUET, 2010) e *Echinopsis chiloensis* e *Eulychnia acida* (CARES et al., 2013) concordam com a distribuição diminuída destes cactos quando expostos, demonstrando que sementes germinadas em espaços abertos, tinham uma baixa sobrevivência, onde ocorria um aumento da temperatura e uma diminuição da umidade do solo, indicando que a incidência solar direta é deletéria às plântulas. Contrário a esta conclusão, *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo (BRITO et al., 2007) e *M. actinacanthus* Areces (GONZÁLES-TORRES et al., 2005) têm suas densidades reduzidas na presença de espécies herbáceas, possivelmente devido sombreamento.

Entretanto, em condições de queimadas, evento que pode acontecer naturalmente em Campos Rupestres, os cactos ficam protegidos do fogo, por terem o afloramento rochoso como barreira, além da vegetação ser menos contínua nestes locais, que serve de combustível (CONCEIÇÃO E PIRANI, 2005; NEVES E CONCEIÇÃO, 2010).

## CONCLUSÃO

A distribuição de jovens, adultos e indivíduos totais de *Uebelmannia buiningii* Donald se mostrou altamente agregada, com indivíduos presentes em aproximadamente 1/3 das parcelas.

Através dos dados demográficos e de distribuição espacial de *U. buiningii*, concluiu-se que a L1 está em acelerado declínio com pouca densidade e uma possível diminuição de sementes dispersas nos últimos anos, a L2 em declínio moderado e a L3 está numa situação de maior conservação por estar situada numa região de difícil acesso. Já as localidades L4 e L5 se encontram em possibilidade de extinção, ambas com fácil acesso.

Pela primeira vez foi observado que *U. buiningii* apresentou associação com rochas e plantas, enquanto que uma parte dos indivíduos está mais vulnerável a alguma perturbação, por ocorrerem em locais expostos. Entretanto, a preferência e a importância dessas associações na manutenção dos locais de ocorrência de *U. buiningii* precisam ainda ser investigadas.

## REFERÊNCIAS

de ANDRADE, E.A. Composição florística e estrutura da vegetação de Campos Rupestres sobre quartzito do “Complexo Serra da Bocaína”, MG. **Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras**, 94p., 2013.

BAWA, K. S. Mating systems, genetic differentiation, and speciation in tropical rain forest plants. **Biotropica**, 24(2b): 250-255, 1992.

BERTNESS, M.D. Callaway, R. Positive interactions in communities. **TREE**, vol.9, no.5, May, 1994.

BRITO, K.S.; OLIVEIRA, H.M.F.; MELO, J.R.F.; MORAIS, C.G.; SÁ-NETO, R.J.; CORRÊA, M.M. Efeito da densidade da cobertura vegetal na população de *Melocactus conoideus* (Cactaceae) no Parque Municipal Serra do Periperi. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG, 2007.

BROWER, J.E.; ZAR, J.H.; VAN ENDE, C.N. Field and laboratory methods for general Ecology. **4th, WCB/McGraw**, New York, 273p., 1998.

BRUNO, J.F.; STACHOWICZ, J.J.; BERTNESS, M.D. Inclusion of facilitation into ecological theory. **TRENDS in Ecology and Evolution**, vol.18, no.3, March, 2003.

BUDKE, J.C.; GIEHL, E.L.H.; ATHAYDE, E.A.; ZÁCHIA, R.A. Distribuição espacial de *Mesadenella cuspidata* (Lindl.) Garay (Orchidaceae) em uma floresta ribeirinha em Santa Maria, RS, **Brasil. Acta bot. Bras.**, 18(1): 31-35, 2004.

CARES, R.A.; MUÑOZ, P.A.; MEDEL, R.; BOTTO-MAHAN, C. Factors affecting cactus recruitment in semiarid Chile: A role for nurse effects? **Flora**, 208: 330-335, 2013.

COLAÇO, M.A.S.; FONSECA, R.B.; MACHADO, C.G. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *Melocactus paucispinus* G.Heimen & R.Paul (Cactaceae), no município de Morro do Chapéu, Bahia. **Acta Botanica Brasilica**, 29:239-249, 2006.

CONCEIÇÃO, A.A.; GIULIETTI, A.M.; MEIRELLES, S.T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta bot. Brás.** 21(2): 335-347, 2007.

CONCEIÇÃO, A.A.; PIRANI, J.R. Delimitação de habitats em Campos Rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**, 23(1): 85-111, 2005.

DREZNER, T.D. The keystone saguaro (*Carcinegiea gigantea*, Cactaceae): a review of its ecology, associations, reproduction, limits, and demographics. **Plant Ecol**, 215: 581-595, 2014.

FLORES, J.; BRIONES, O.; FLORES, A.; SÁNCHEZ-COLÓN, S. Effect of predation and solar exposure on the emergence and survival of desert seedlings of contrasting life-forms. **Journal of Arid Environments**, 58:1-18, 2004.

FONSECA, R.B.S. Fenologia reprodutiva e dispersão de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G.Heimen & R.Paul (Cactaceae) no Município de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina – Bahia – Brasil. **Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Feira de Santana**, 2004.

FONSECA, R.B.S.; FUNCH, L.S.; BORBA, L.E. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, **Brazil. Rev. Bras. Bot.**, 31(2): 237-244, 2008.

FONSECA, R.B.S.; FUNCH, L.S.; BORBA, E.L. Dispersão de sementes de *Melocactus glaucescens* e *M. paucispinus* (Cactaceae), no Município de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina – BA. **Acta Botanica Brasilica**. 26(2): 481-492, 2012.

GIULIETTI, A.M.; PIRANI, J.R.; HARLEY, R.M. Interior Dry and Mesic Forests: CDP Site SA20. Espinhaço Range Region Eastern Brazil. In: Davis, S.D.; Heywood, V.H.; Herrera-Macbride, O.; Villa-Logos, J.; Hamilton, A.C. Centers of plant diversity. A guide and strategy for their conservation. vol.3. The Americas. **IUCN Publication Unity Cambridge**, 1997.

GODÍNEZ-ÁLVAREZ, H. VALVERDE, T. ORTEGA-BAES, P. Demographic Trends in the Cactaceae. **The Botanical Review**, 69(2): 173-203, 2003.

GONTIJO, B.M. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4(1-2): 7-14. 2008.

GONZÁLES-TORRES, L.R.; MATOS, J.; PALMAROLA, A.; TORRES, A.; IZQUIERDO, A.; ARECES, F.; RODRÍGUEZ, A. Conservación de *Melocactus actinacanthus*. In: Gozáles-Torres, L.R., A. Palmarola, A. Rodríguez (eds). Memorials del Taller Conservación de Cactus Cubanos. **Jardim Botánico Nacional, Universidad de La Habana, Santa Clara**. Feijoo, 2005.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast of Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 17: 303-321, 2001.

HARPER, J. L. Population Biology of Plants. **Academic Press**, London, 1977.

HUGHES, F.M.; ROT, M.; ROT, M.C.; ROMÃO, R.L.; de CASTRO, M.S. Dinâmica espaço-temporal de *Melocactus ernestii* subsp. *ernestii* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.** v.34, n.3, p.389-402, jul.-set, 2011.

IEF-MG. Parque Estadual da Serra Negra. Instituto Estadual de Florestas. <[www.ief.mg.gov.br](http://www.ief.mg.gov.br)>. Acessado em: 30 de janeiro de 2014;

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)>. Acessado em: 03 de fevereiro de 2014.

IUCN 2013. *Uebelmannia buiningii*. IUCN Red 54TTP54I54 Threatened Species. Disponível em: <[54TT.iucnredlist.org](http://54TT.iucnredlist.org)>. Acesso em: 30 January 2014;

LANDERO, J.P.C.; VALIENTE-BANUET, A. Species-specificity of nurse plants for the establishment, survivorship, and growth of a columnar cactus. **American Journal of Botany**, 97(8): 1289-1295, 2010.

MACHADO, M.C. Plantas raras do Brasil. Conservação Internacional. **Universidade Estadual de Feira de Santana**. Cap. Cactaceae, p.118-126, 2009.

MARTÍNEZ-PERALTA, C.; AND MANDUJANO, M.C. Reproductive ecology of the endangered living rock cactus, *Ariocarpus fissuratus* (Cactaceae). **Journal of the Torrey Botanical Society**, 138(2): pp.145-155, 2011.

MÉNDEZ, M.; DORANTES, A.; DZIB, G.; ARGÁEZ, J.; DURÁN, R. Germinación y establecimiento de *Pterocereus gaumeri*, una cactácea columnar, rara y endêmica de Yucatán, México. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, 79:33-41, 2006.

MOTA, S.L.L.; PEREIRA, I.M.; MACHADO, E.L.M.; de OLIVEIRA, M.L.R.; BRUZINGA, J.S.; FARNEZI, M.M.M.; MEIRA JUNIOR, M.S. Influência dos Afloramentos Rochosos sobre a comunidade lenhosa no Cerrado stricto sensu. **Floresta e Ambiente**, 21(1): 8-18, 2014.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation Ecology. **Wiley**, New York, 547p. 1974.

MUNGUÍA-ROSAS, M.A.; SOSA, V.J. Nurse plants vs. nurse objects: effects of woody plants and rocky cavities on the recruitment of the *Pilosocereus leucocephalus* columnar cactus. **Annals of Botany**, 101:175-185, 2008.

NASCIMENTO, A.R.T.; LONGHI, S.J.; BRENA, D.A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal** 11(1): 105-119, 2001.



NEVES, S.P.S.; CONCEIÇÃO, A.A. Campo rupestre recém-queimado na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: plantas de rebrota e sementes, com espécies endêmicas na rocha. **Acta Botanica Brasil**, 24(3): 697-707, 2010.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. Fundamentos de ecologia. **Fundação Calouste Gulbenkian**, 6ed., 2008.

OLIVEIRA, H.M.F.; BRITO, K.S.; MORAIS, C.G.; MELO, J.R.; CORRÊA, M.M.; SÁ-NETO, R.J. Padrão de Distribuição espacial de *Melocactus conoideus* (Cactaceae) no Parque Municipal Serra do Periperi, Vitória da Conquista, Bahia. **Anais do VIII de Ecologia do Brasil**. Caxambu-MG. p.1-2. setembro, 2007.

de OLIVEIRA, J.P.L. Ecologia de *Discocactus zehntneri* subsp. *boomianus* (Cactaceae) em Afloramento Rochoso do Semi-Árido Baiano (Brasil). **Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia**. 100p., 2009.

PETERS, E.M.; MARTORELL, C.; EZCURRA, E. Nurse rocks are more important than nurse plants in determining the distribution and establishment of globose cacti (*Mammillaria*) in the Tehuacán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, 72:593-601, 2008.

REN, H.; YANG, L.; LIU, N. Nurse plant theory and its application in ecological restoration in lower subtropics of China. **Progress in Natural Science**, 18: 137-142, 2008.

RIBEIRO, A.P. A caligrafia da sociedade na paisagem. Transformações no entorno de unidades de conservação da Serra do Espinhaço – MG. **Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília**, 92p. abril de 2013.

RICKLEFS, R.E. A Economia da Natureza. **Guanabara Koogan**, 5ed., 2003.

ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, 44: 85-104, 2000.

ROMÃO, R.L.; HUGHES, F.M.; VIEIRA, A.M.C.; FONTES, E.C. Autoecologia de Cabeça-de-frade (*Melocactus ernestii* Vaupel) em duas áreas de afloramentos na Bahia. **Nota científica, Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 1, p.738-740, jul., 2007.

ROMERO, R. Diversidade da flora dos Campos Rupestres de Goiás, Sudoeste e Sul de Minas Gerais. p.81-86. **Anais do 53º congresso Nacional de Botânica**. Recife, PE, 2002.

SÉTAMOU, M.; SCHULTHESS, F.; POEHLING, H.M.; BORGEMEISTER, C. SPATIAL DISTRIBUTION AND SAMPLING PLANS FOR *Mussidia nigrivenella*

(LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) ON CULTIVATED AND WILD HOST PLANTS IN BENIN. **ENVIRONMENTAL ENTOMOLOGY**, 29(6): 1216-1225, 2000.

SCHULZ, R.; MACHADO, M. *Uebelmannia buiningii*. In: *Uebelmannia* and their environment. **Schulz Publishing**, 160p, 2000.

STURGES, H. The choice of a class-interval. **J. Amer. Statist. Assoc.**, 21: 65-66, 1926.

SUZÁN-AZPIRI, H.; SOSA, V. Comparative performance of the giant cardon cactus (*Pachycereus pringlei*) seedlings under two leguminous nurse plant species. **J Arid Environ**, 65: 351-362, 2006.

TAYLOR, N.P.; ZAPPI, D.C. Cactaceae do Vale do Rio Jequitinhonha (Minas Gerais). **Acta bot. bras.**, 5(1): 63-69, 1991.

VALIENT-BANUET, A.; EZCURRA, E. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* na nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacan Valley, México. **J Ecol**, 79: 961-971, 1991.

VALIENT-BANUET, A.; BOLONGARO-CREVENNA, A.; BRIONES, O.; EZCURRA, E.; ROSAS, M.; NUÑEZ, H.; BARNARD, G.; VAZQUEZ, E. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. **Journal of Vegetation Science**, 2: 15-20, 1991.

VITTA, F.A. Composição florística e ecologia de comunidades campestres na Serra do Cipó, Minas Gerais. **Dissertação de Mestrado, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo**, 110p., 1995.

VITTA, F.A. Diversidade e conservação da flora nos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil**, 90-94, 2002.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. Status de conservação. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio** – Brasília. Série espécies ameaçadas nº 24, p. 57-60, 2011.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; SANTOS, M.R.; LAROCCHA, J. **Cactaceae na Lista de espécies da flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB70>>. Acesso em: 26 Mar. 2014.

## **CAPÍTULO II**

**BIOLOGIA FLORAL E REPRODUTIVA DE *Uebelmannia buiningii* Donald  
(CACTOIDEAE, CACTACEAE): ESPÉCIE ENDÊMICA DOS CAMPOS  
RUPESTRES, MINAS GERAIS - BRASIL**

**Biologia floral e reprodutiva de *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): espécie endêmica dos Campos Rupestres, Minas Gerais, Brasil**

**RESUMO:** A família Cactaceae compreende aproximadamente 1440 espécies em 124 gêneros, com distribuição quase que exclusivamente no Continente Americano. *Uebelmannia buiningii* Donald é uma espécie em risco de extinção, pertence à subfamília Cactoideae e à tribo Trichocereae, endêmica da região do Parque Estadual da Serra Negra, Itamarandiba. Minas Gerais, Brasil. Os objetivos deste trabalho foram investigar a biologia floral e reprodutiva de *U. buiningii*. Para isso, foram realizadas medições das estruturas florais, testes de guias de néctar, osmóforos e viabilidade polínica. Para o estudo de sistema reprodutivo foram realizados testes manuais de autopolinização e polinização cruzada. Três locais foram visitados entre setembro de 2012 e setembro de 2013, totalizando quatro expedições. Os resultados mostraram que o período de antese ocorre entre 07h00 e 17h00 e a época de floração é de abril a agosto. As flores são tubulares com perianto externo amarelado. Não foi constatada a presença de néctar e guias de néctar na flor. O teste de osmóforos mostrou glândulas no tubo floral e próximas ao ovário. A viabilidade polínica foi de 90,25%. Duas espécies de abelhas sociais foram encontradas: *Plebeia* sp. e *Dialictus opacus*. Através dos testes de polinização manual foi constatado o tipo de polinização cruzada, com incompatibilidade gametofítica (AIG). O conhecimento dos mecanismos reprodutivos de *U. buiningii*, podem estruturar ações para sua conservação, de seus visitantes florais e de seu ambiente natural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biologia Reprodutiva; Cactaceae; Polinização; Endemismo.

**Floral and reproductive biology of *Uebelmannia buiningii* Donald (Cactoideae, Cactaceae): an endemic species of Campos Rupestres, Minas Gerais, Brazil**

**ABSTRACT:** The Cactaceae family comprises approximately 1440 species in 124 genera, widely distributed almost exclusively in the Americas. *Uebelmannia buiningii* Donald is a species at risk of extinction, belongs to the Cactoideae subfamily and Trichocereae tribe, endemic to the Parque Estadual de Serra Negra, Itamarandiba, Minas Gerais, Brazil. The objectives of this study were to investigate the floral and reproductive biology of *U. buiningii*. For this, measurements of floral structures, nectar, and pollen viability and osmophores guides tests were performed. To study the reproductive system manual testing of selfing and outcrossing were performed. Three sites were visited between september 2012 and september 2013, a total of four expeditions. The results showed that the period of anthesis occurs between 07:00 and 17:00 and the blooming season is from April to August. The flowers are tubular with external yellowish perianth. There wasn't contacted the presence of nectar and nectar guides on flower. The osmophore test showed floral glands near the ovary and tube. Pollen viability was 90.25%. Two species of social bees were found: *Plebeia* sp. and *Dialictus opacus*. Through hand pollination tests it was found the kind of cross-pollination with gametophytic incompatibility (AIG). Knowledge of the reproductive mechanisms of *U. buiningii*, can structure their actions for conservation of their floral visitors and their natural environment.

**KEYWORDS:** Reproductive Biology; Cactaceae; Pollination; Endemism.

## INTRODUÇÃO

A família das Cactaceae é representada por cerca de 1440 espécies em 124 gêneros (ZAPPI et al. 2007), com distribuição quase que exclusivamente no Continente Americano e com centros de diversidade no México, Brasil, Argentina, Bolívia e Peru (respectivamente da maior para a menor diversidade) (MIHALTE et al., 2010).

*Uebelmannia buiningii* Donald é uma espécie endêmica, inserida na subfamília Cactoideae, na tribo Trichocereae (ZAPPI e TAYLOR, 2008). A taxonomia do gênero *Uebelmannia* Buining é complexa e exige bastante estudo de campo para reconhecer as espécies. Algumas características podem ajudar na identificação da espécie, como por exemplo: são cactos globosos a ligeiramente alongados, com cladódio relativamente menor que as outras espécies do gênero (ca. 10 x 15 cm); não possui células de mucilagem desenvolvidas logo abaixo de cada costela; tem epiderme de coloração esverdeada, avermelhada a marrom escura; possui quatro espinhos periféricos por aréola, com cada aréola localizada em um tubérculo (SCHULZ e MACHADO, 2000; TAYLOR e ZAPPI, 2004).

*U. buiningii* é encontrada apenas em vegetação de Campo Rupestre e está criticamente ameaçada de extinção devido à destruição do seu habitat para a extração de minério ou para agricultura, e pela coleta desordenada de seus indivíduos por colecionadores (IUCN, 2014).

Recentemente, foi realizado o estudo da biologia floral de *U. pectinifera* Buining subsp. *pectinifera* (de SOUSA et al., 2013). Este estudo, juntamente com o presente trabalho, compõem algumas ações do Plano de Ação Nacional para Conservação de Cactáceas criado em 2011 pelo Instituto Chico Mendes (ICMBio) (SILVA et al., 2011).

Um dos principais fatores que pode auxiliar no processo de proteção ou reestruturação de populações é o conhecimento da biologia floral e reprodutiva, envolvendo desde a caracterização morfológica floral até o entendimento de como a ecologia do ambiente funciona. Isto inclui a atuação de polinizadores e dispersores, assim como fatores climáticos e geológicos.

O conhecimento da biologia floral e reprodutiva das Cactaceae ainda é muito escasso em comparação com outros campos de estudo como a morfologia, fisiologia, bioquímica, biomecânica e etnobotânica (NASSAR et al., 2007). Martínez-Peralta e Mandujano (2011) apontam que houve mais sucesso em planos de recuperação de plantas raras que incluíam informações sobre polinização e ecologia reprodutiva.

Alguns trabalhos sobre biologia reprodutiva e floral foram realizados em varias espécies de Cactaceae. Como alguns exemplos, no Brasil: *Micranthocereus flaviflorus* Buining & Brederoo e *M. streckeri* Van Heek & Van Criel. (AONA et al., 2006); *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo, *M. paucispinus* Heimen & R.J.Paul (COLAÇO et al., 2006; FONSECA et al., 2008), *M. ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (GOMES et al., 2013) e *M. albicephalus* Buining & Brederoo (FONSECA et al., 2008); *Notocactus polyacanthus* (Link & Otto) S.Theun., *N. sellowii* (Link & Otto) S.Theun. (SCHLINDWEIN e WITTMANN, 1995); *Pilosocereus tuberculatus* (Werdem.) Byles & G.D.Rowley (ROCHA et al., 2007). Em outros países também foram realizados estudos desse tipo, como em: *Ariocarpus fissuratus* (Engelm.) K.Schum. (MARTÍNEZ-PERALTA e MANDUJANO, 2011); *Marginatocereus marginatus* (DC.) Backeb. (DAR et al., 2006); *Melocactus curvispinus* Pfeiff. (NASSAR e RAMÍREZ, 2004), *M. schatzlii* H.Till & R.Gruber e *M. andinus* R.Gruber ex N.P.Taylor (NASSAR et al., 2007); *Notocactus sellowii* (Link & Otto) S.Theun. e *Gymnocalycium denudatum* (Link & Otto) Pfeiff. ex Mittler (SCHLINDWEIN e WITTMANN, 1995).

Estudos que possibilitem a identificação de uma gama de polinizadores de espécies endêmicas, expostas a perturbações, torna a caracterização e o conhecimento de como funciona o sistema reprodutivo de suas populações cada vez mais necessários e urgentes para conservação.

Tendo em vista que esse gênero está criticamente ameaçado de extinção, buscou-se caracterizar a biologia floral e reprodutiva de *U. buiningii*,

assim como seus visitantes florais. Este trabalho ajudará a apoiar futuros estudos de conservação da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado na região do Parque Estadual da Serra Negra (PESN) que ocupa uma área de 13.654,31 hectares, no município de Itamarandiba – MG, no Vale do rio Jequitinhonha (IEF/MG, 2014), na porção Meridional da Serra do Espinhaço (RIBEIRO et al., 2013), com predominância dos Campos Rupestres e altitude média de 1.000 m (IEF/MG, 2014).

Três locais (L) de ocorrência de *U. buiningii* foram visitadas (Figura 1), em quatro expedições: setembro de 2012; março, abril e julho de 2013. O mapa foi elaborado com o auxílio do software de Sistema de Informação Geográfico ArcGIS 10.

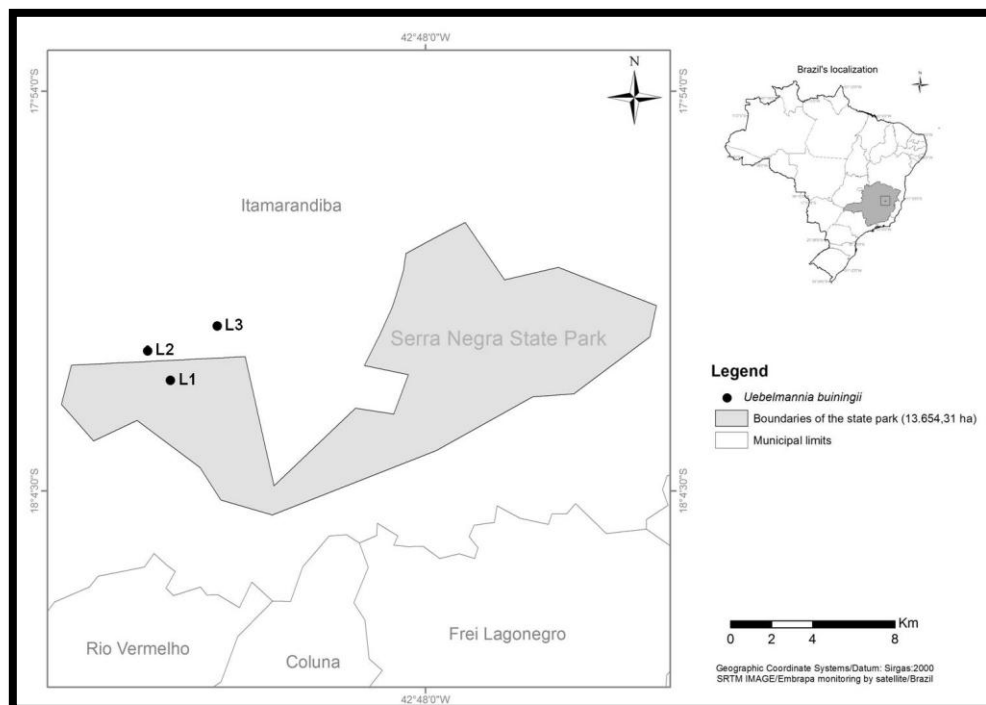


Figura 1: Mapa de localização dos três locais (L) de ocorrência visitados de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG.



A primeira área (L1), com altitude média de 1.050 m, se situa em terreno íngreme acentuado e está dentro dos limites do PESN. A segunda área (L2), com altitude média de 1.160 m, com leve inclinação do terreno. O terceiro local (L3), com média de 1.080 m de altitude, com difícil acesso e apresenta acentuada inclinação do terreno. Estas duas últimas não estão dentro dos limites do PESN. Todas as três localidades se encontram na face voltada para o Norte, com incidência de luz solar pela manhã até o meio da tarde, quando, então, ficam sombreadas pela própria montanha.

O clima é caracterizado por ser subtropical de altitude com inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C), do tipo Cwa de acordo com a classificação de Koëppen, com uma média de 1.036 mm de precipitação por ano, em relação a dados coletados dos últimos 30 anos (INMET, 2014) (Figura 2).

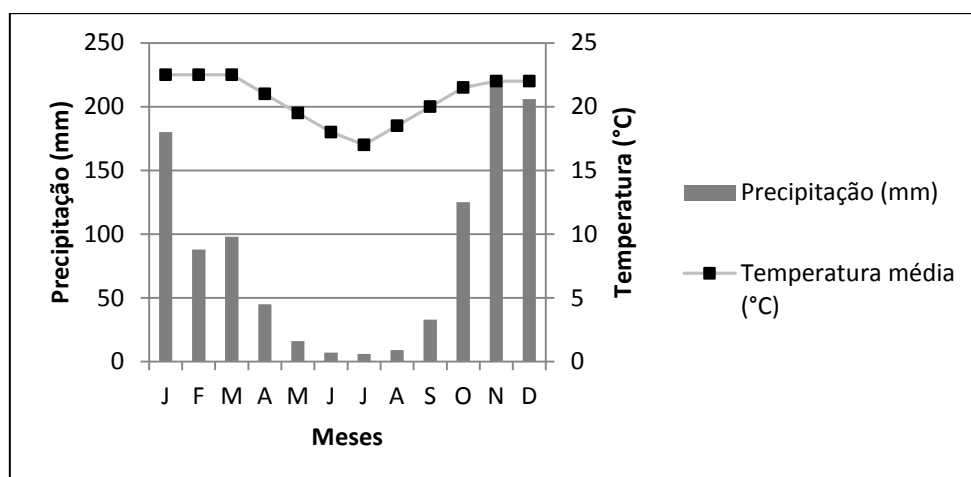


Figura 2: Climatograma representando a precipitação acumulada e temperatura média mensais, observadas nos últimos 30 anos (1961-1990), ao longo de um ano para a cidade de Itamarandiba – MG. Fonte: INMET.

Para os meses de observação verificou-se que houve um período com menor precipitação, que foi de abril ao começo de agosto. Com maior estiagem de 65 dias entre os meses de junho a agosto, chegando a 0 mm no mês de julho que também foi o mês mais frio, quando foi registrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a menor temperatura, 12°C (INMET, 2014). Já o período com maior precipitação foi de setembro a março com um acúmulo de precipitação de 657 mm, com pico de chuva para o mês de novembro (302

mm) e janeiro (190 mm), tendo um total de 741 mm anual, e temperaturas médias máximas para os meses de setembro de dezembro, com 34°C (Figura 3).

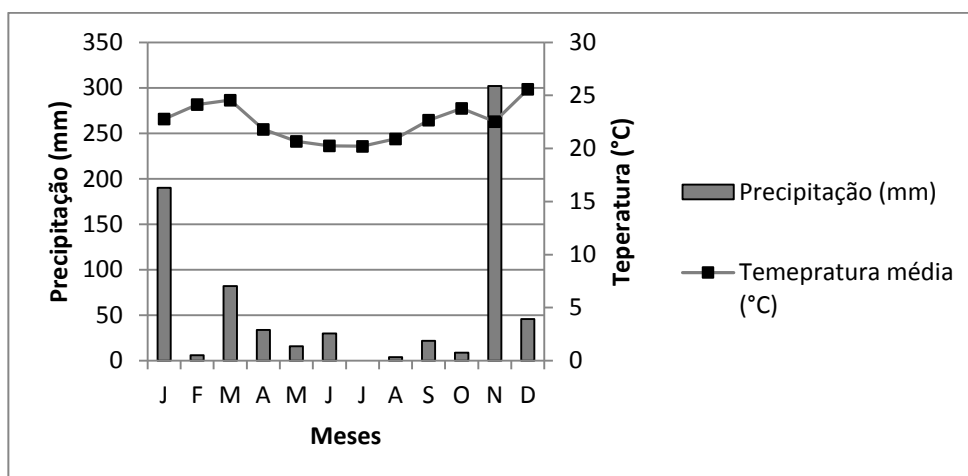


Figura 3: Climatograma representando a precipitação acumulada e temperatura média mensais, observadas entre 2012 e 2013, para a cidade de Itamarandiba – MG. Fonte: construído a partir do INMET.

### Biologia floral

Para estudo de biologia floral, flores foram ensacadas e marcadas (n=12), desde a abertura até a senescência, para verificar a duração da antese. Para o estudo morfológico, foram utilizados flores (n=12), frutos (n=7) e sementes, coletados em diferentes indivíduos. As descrições de formatos de partes florais, como ovário e tubo floral, entre outros, seguem Radford et al (1974) e Aona (2003). A época de floração foi observada nas três áreas estudadas, a partir de visitas nos meses: setembro (2012), março, abril e julho (2013).

Para verificar a presença de osmóforos foi utilizada a técnica segundo Dafni (1992), abrindo uma flor longitudinalmente e corando com Vermelho Neutro a 0,1%. Este teste se faz necessário para identificar a localização das glândulas presentes na flor, as quais produzem substâncias voláteis que exalam o odor, atrativo principal que faz com que os visitantes despertem o interesse nas investidas (da SILVA, 1992).

A presença de guias de néctar foi testada abrindo uma flor longitudinalmente e expondo-a ao algodão embebido com Hidróxido de Amônia

(NH<sub>4</sub>OH) (SCOGIN et al., 1977). A presença de néctar foi verificada a partir da introdução de microcapilar (5µL) na câmara nectarífera (n=12 flores), em diferentes horários, a partir das 07h00, com diferença de 02h00, desde a antese até o fechamento das flores.

A razão Pólen/Óvulo (P:O) foi feita segundo metodologia de Cruden (1977), com a contagem do número total de grãos de pólen por antera (n=2) e do número total de óvulos por ovário, nas flores de *U. buiningii* (n=12) em estágio de pré-antese, onde o número de grãos de pólen por flor foi estimado através do produto da média dos grãos por antera pelo número médio de anteras por flor.

O teste de viabilidade polínica foi feito pela contagem de até 300 grãos de pólen (n=12) coletadas em flores aleatoriamente, os quais foram corados com Carmim Acético a 1%, segundo Dafni (1992) e Kearns e Inouye (1993). Foram considerados viáveis grãos corados, e não viáveis grãos não corados. Ao final foi feita a Média dos resultados das lâminas das 12 flores, além do Desvio Padrão.

### **Visitantes florais**

Foram feitas observações focais dos visitantes florais das 07h00 às 17h00 por três dias, totalizando 30 horas de observação no mês de maio de 2013. Os visitantes foram coletados, utilizando sacos de *Voil*, foram montados em alfinetes entomológicos e, juntamente com as fotos capturadas em campo, foram enviadas para especialistas. Os espécimes coletados foram tombados na coleção do Laboratório de Bionomia, Biogeografia e Sistemática de Insetos (BIOSIS), unidade associada ao Museu de História Natural / Zoologia – MHNBA/MZUFBA da Universidade Federal da Bahia (Instituto de Biologia).

### **Biologia reprodutiva**

Foram realizados testes de polinização cruzada (n=12) e autopolinização (n=12) entre indivíduos da mesma localidade, no mês de maio de 2013. O número baixo de flores utilizadas por tratamento justifica-se pelo fato de *U. buiningii* estar criticamente ameaçada de extinção (IUCN, 2014).

Após os cruzamentos realizados, as flores foram coletadas e colocadas em Ágar 3%. A cada 6 horas duas flores de cada tratamento foram fixadas em FAA 50 até completarem o ciclo de 72 horas. Após a fixação das flores, o material foi armazenado em álcool 50%.

Para verificar o crescimento do tubo polínico, o pistilo foi isolado e lavado quatro vezes em intervalos de 20 minutos com Hipoclorito de Sódio (NaClO) em temperatura de 60°C em banho Maria, até o material ficar branco. Em seguida lavou-se o material com água destilada por cinco vezes com intervalos de 20 minutos à temperatura ambiente.

Após a retirada total do NaClO, o pistilo foi colocado em uma lâmina adicionado-se 2 a 3 gotas de Azul de Anilina 0,2%, e prensado. As lâminas foram armazenadas a 4°C durante 24 horas, adicionando-se por duas vezes algumas gotas de Azul de Anilina para reforçar a coloração (KEARNS e INOUE, 1993). O material foi analisado no microscópio de fluorescência do Laboratório de Citogenética do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará (UFC).

## RESULTADOS

### Biologia floral

*U. buiningii* apresenta uma produção baixa de flores e uma floração prolongada. Foi observada apenas uma flor por cacto e raramente foram vistas plantas com mais de uma flor. Com isto, o trabalho de biologia floral deste estudo se limitou a poucos indivíduos dentro de cada localidade visitada.

*U. buiningii* apresenta antese diurna durante três dias, começando a abrir às 07h00 com fechamento completo às 17h00. A época de floração da *U. buiningii* se mostrou num período bem amplo, começando a produzir flores em abril e se mantendo até agosto. A Média e Desvio Padrão dos dados observados foram feitos a partir de flores, frutos e sementes de *U. buiningii* coletados nas três localidades de ocorrência estudadas (Tabela 1).

Tabela 1: Características biométricas das flores, frutos e sementes de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra - MG, sendo:  $n$  = número de flores ou frutos observados;  $\bar{X}$  = Média; Dp = Desvio Padrão; fl = flores; fr = frutos.

<b>Características</b>	<b><math>n</math></b>	<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>Dp</b>
Comprimento da flor (mm)	12 fl	18,25	1,76
Diâmetro da flor (mm)	12 fl	13,17	1,85
Número de segmentos externos	12 fl	25,83	3,49
Comprimento do filete (mm)	12 fl	10,33	2,01
Número de anteras	12 fl	67,92	6,21
Grãos de pólen / antera	*12 fl	354,92	9,70
Grãos de pólen / flor	12 fl	24.105,94	658,80
Comprimento do estilete (mm)	12 fl	14,50	1,09
Número de lóbulos / estigma	12 fl	6,58	0,51
Número de óvulos	12 fl	38,50	7,25
Viabilidade dos grãos de pólen	12 fl	270,75	20,51
Altura dos frutos (mm)	7 fr	6,57	1,27
Diâmetro dos frutos (mm)	7 fr	5,00	1,29
Número de sementes	7 fr	30,14	4,74
Viabilidade polínica: 90,25%			
Razão pólen/óvulo: 626,13:1			

\*Cada antera possui duas tecas.

As flores de *U. buiningii* são hermafroditas, actinomorfas e tubulares, tem  $18,25 \pm 1,76 \times 13,17 \pm 1,85$  mm, apresentando 25 pétalas em média (Figura 4), com segmentos externos e internos do perianto amarelados passando a ter uma coloração que varia entre laranja pálido e róseo quando fenecem. Os estames inclusos medem  $10,33 \pm 2,01$  mm de comprimento, com uma média de 67 anteras. Os estiletos têm  $14,50 \pm 1,09$  mm de comprimento, o estigma é dividido em ca. de seis lobos, além de apresentar ovário ínfero com uma média de 38 óvulos por lóculo.

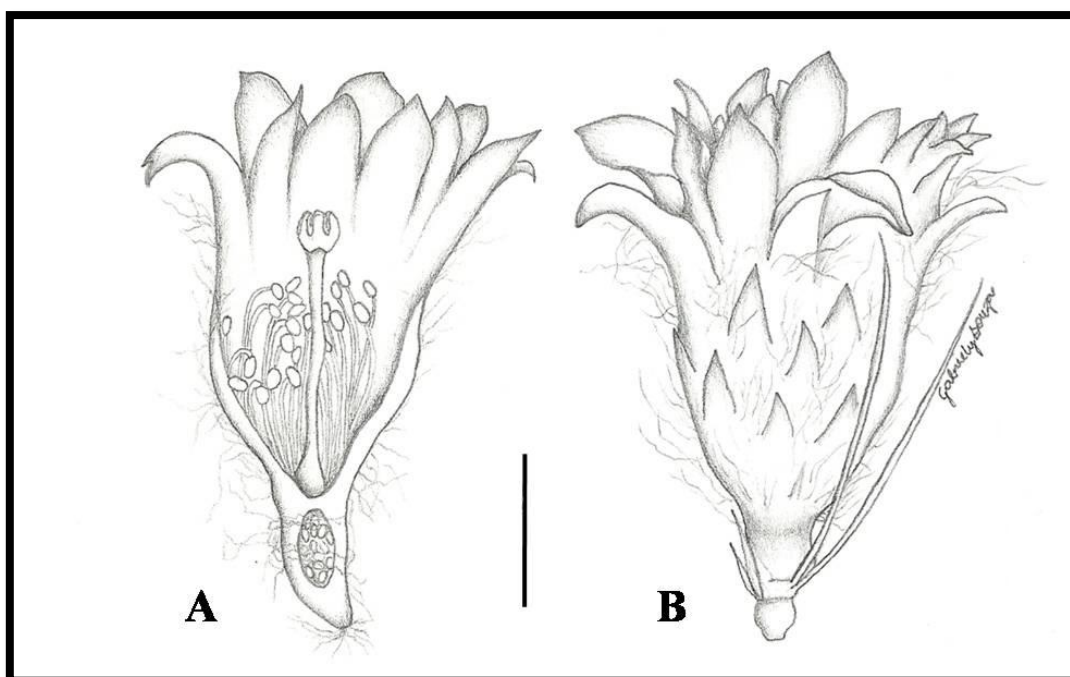


Figura 4: Flor de *Uebelmannia buiningii* Donald. A – Corte longitudinal; B – Vista dorsal evidenciando as escamas que recobrem o tubo floral externamente. Notar surgimento da flor a partir de uma aréola recoberta por espinhos (B) (Escala de 2,2 cm). Ilustração: Gabriely Souza.

Houve uma pouca formação de frutos de *U. buiningii* nos períodos de observação, em que foram observados apenas dois em maio de 2013 e cinco em julho de 2013. Os frutos são esféricos e carnosos, apresentam coloração avermelhada quando maduros (Figura 5A) e medem  $6,57 \pm 1,27 \times 5,00 \pm 1,29$  mm (Figuras 5B e 5C). Quando completamente maduros, ficam expostos na região florífera. Foi possível constatar uma média de 30 sementes por fruto (Tabela 1). As sementes são assimétricas e se aproximam da forma elíptica, com comprimento ca. 1 mm (Figura 5D). A cor varia do preto ao marrom avermelhado, sua superfície tegumentar é lisa e brilhante, com depressões.

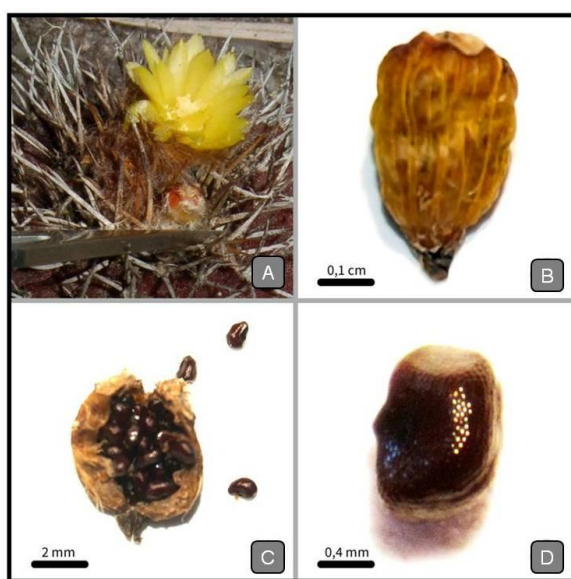


Figura 5: Frutos e sementes coletados nos três locais de ocorrência visitados de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. A - Fruto maduro ainda na região florífera; B – Fruto seco; C – Fruto seco aberto com as sementes expostas; D – Semente da *U. buiningii*. Fotos: Valber D. Teixeira.

Constatou-se a ausência de guias de néctar a partir do teste de  $\text{NH}_4\text{OH}$  (Figura 6A). O teste de osmóforo mostrou presença de glândulas nas regiões do tubo floral, corando também as anteras e o estigma (Figura 6B). Através da introdução de microcapilar na câmara nectarífera da flor de *U. buiningii*, não foi possível observar produção de néctar.

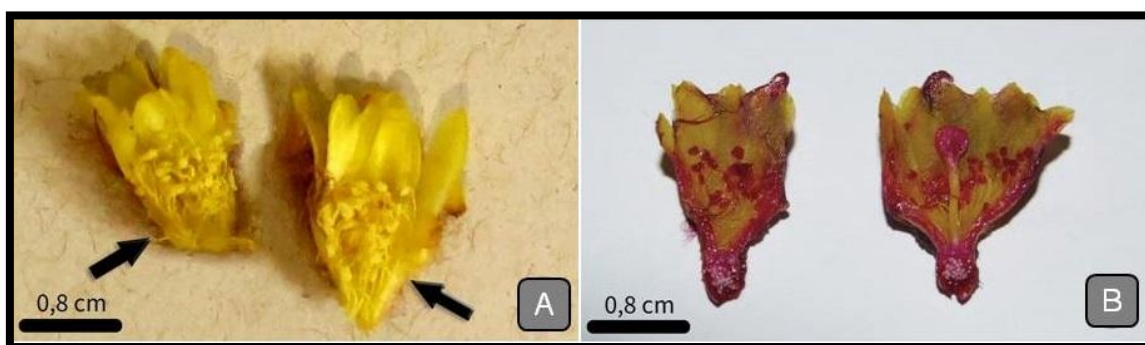


Figura 6: Flor de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. A – Flor em teste de guias de néctar ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), setas mostrando a região do tubo floral antes de serem coradas para o teste de osmóforos. B - Flor em teste de osmóforos após contato com corante Vermelho Neutro a 0,1%. Fotos: Valber D. Teixeira.



As anteras de *U. buiningii* são rimosas (Figura 7A) e os grãos de pólen têm a exina contínua com abertura tricolpada (Figuras 7C e 7D). Já a razão P:O foi de 626,13:1, com uma alta oferta de grãos de pólen (24.105) em cada flor. A viabilidade polínica foi de 90,25% de viabilidade, com uma média de 270 polens viáveis (Figura 7F), mostrando uma alta taxa de viabilidade nas flores de *U. buiningii*.

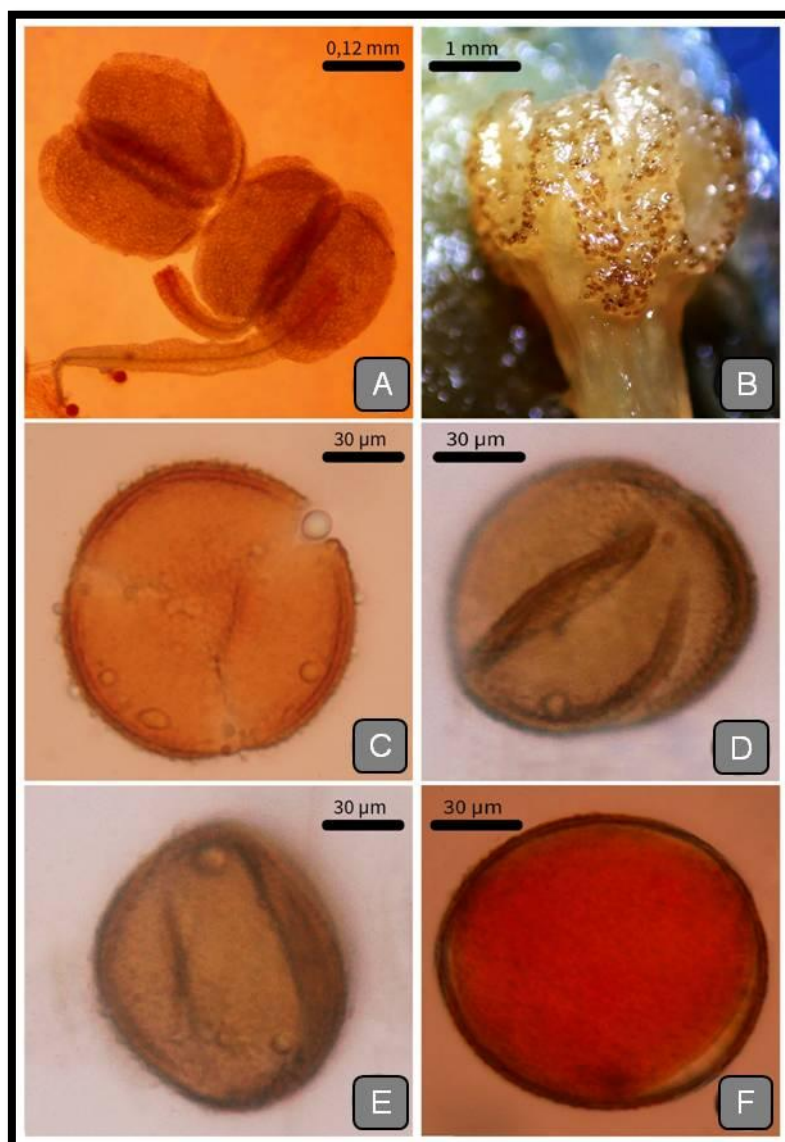


Figura 7: Aspectos palinológicos de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. A – Antera sem conteúdo polínico; B – Estigma com grãos de pólen aderidos (sem corante); C - Vista Polar; D - Vista equatorial; E - Grão de pólen inviável; F – Grão de pólen viável. Anteras e grãos de pólen corados com Vermelho Neutro 0,1%. Fotos: Valber D. Teixeira.

### Visitantes florais

Foram observados dois visitantes florais da ordem Hymenoptera (abelhas): *Dialictus opacus* (Moure, 1940) da família Halictidae (Figuras 8A, 9A e 9B), e uma espécie não identificada de *Plebeia* sp. (Figuras 8B, 9C e 9D). As duas abelhas são espécies sociais sem ferrão da família Apidae. As investidas das abelhas foram rápidas e aconteciam entre 11h00 e 13h00.



Figura 8: Abelhas polinizadoras observadas nos três locais de ocorrência de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. A - Abelha *Dialictus opacus* (Moure, 1940); B – Abelha *Plebeia* sp. Fotos: Valber D. Teixeira.

Gafanhotos (Orthoptera) do gênero *Eurotettix* sp. (Figura 9E), também foram observados visitando flores de *U. buiningii*, com duração de aproximadamente cinco minutos durante todo o período de antese. Durante as visitas, as flores eram predadas. Também foram observadas formigas (não identificadas), que transitavam pelas partes florais (Figura 9F) e na região florífera (Figura 10).

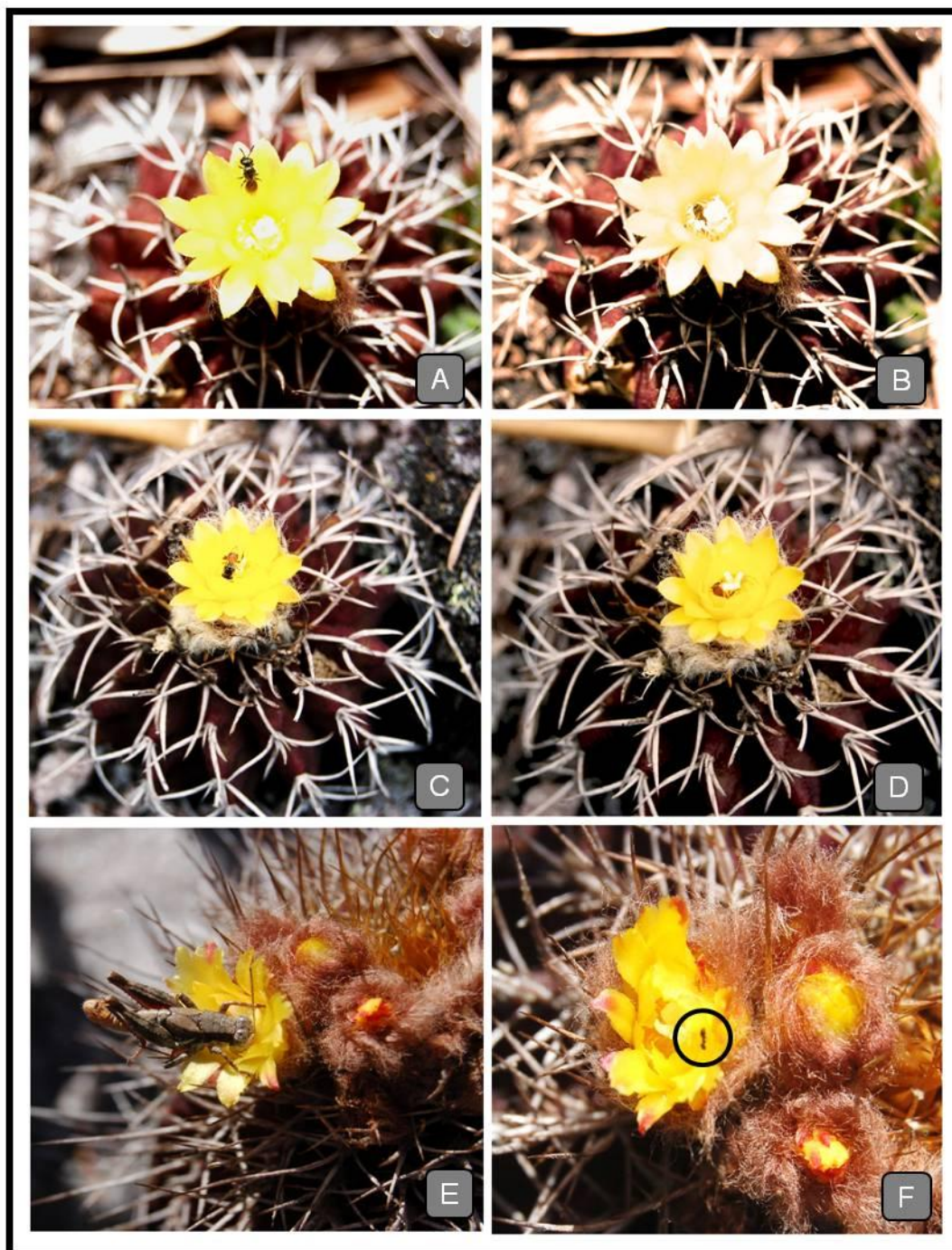


Figura 9: Visitantes florais de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra - MG. A e B - Abelha *Dialictus opacus*; C e D – Abelha *Plebeia* sp.; E – Gafanhoto *Eurotettix* sp.; F – Formiga não identificada (círculo). Fotos: Valber D. Teixeira.



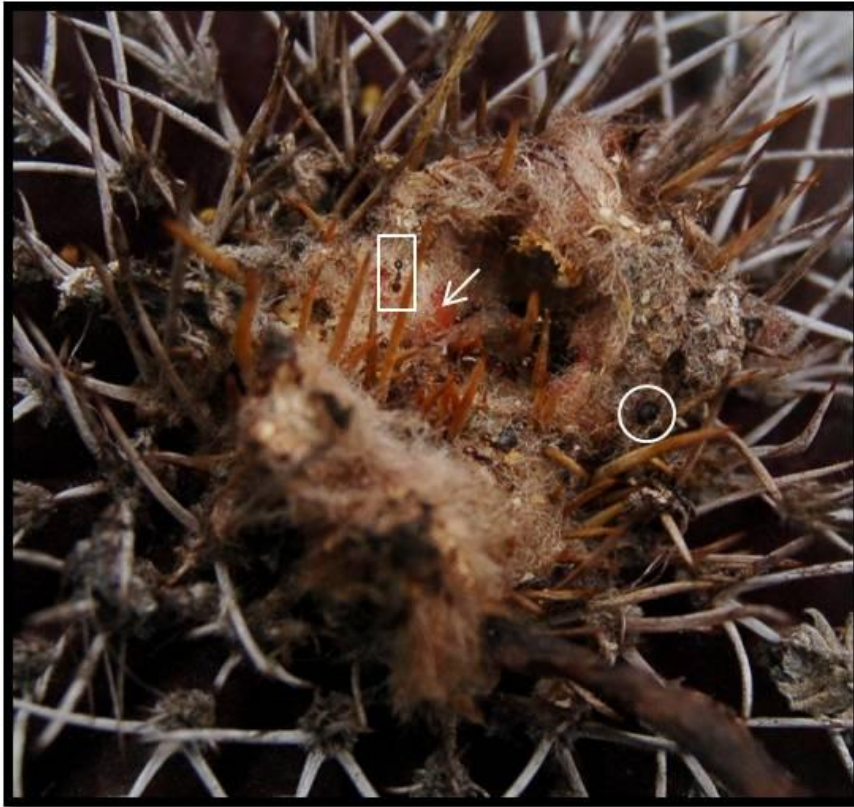


Figura 10: Formigas (retângulo) visitando a região florífera de *Uebelmannia buiningii* Donald que apresentava um fruto (seta) e sementes (círculo), na região do Parque Estadual da Serra Negra - MG. Foto: Valber Teixeira.

## Biologia reprodutiva

A partir da análise das flores polinizadas manualmente (n=24) para o tratamento de autopolinização (n=12) e polinização cruzada (n=12) de *U. buiningii* em campo, foi observado o crescimento do tubo polínico dos grãos de pólen aderidos ao estigma das flores, para autopolinização e polinização cruzada. Neste caso, a germinação do pólen em contato com o estigma ocorreu (Figuras 11A e 11B) até o interrompimento do crescimento do tubo, aproximadamente na metade do estilete 6 horas após a polinização em ambos os tratamentos (Figura 11D). O crescimento foi de aproximadamente 335,65 nm/s, considerando o tamanho do estilete de 14,50 mm.

Após 12 horas das flores terem sido polinizadas manualmente, os tubos já alcançavam o ovário de ambos os tratamentos. Somente as flores que receberam tratamento de polinização cruzada tiveram tubo polínico alcançando os óvulos. Depois de 18 horas, o tubo polínico pode ser visto penetrando a micrópila (Figura 11F).

*U. buiningii* mostrou incompatibilidade nas flores autopolinizadas. Isso pode ser constatado ao serem observados os tubos polínicos interrompendo seu crescimento assim que entravam no ovário, ou até mesmo apresentavam deformidade em sua extremidade em contato com o óvulo (Figura 11E), não conseguindo acessar a micrópila.

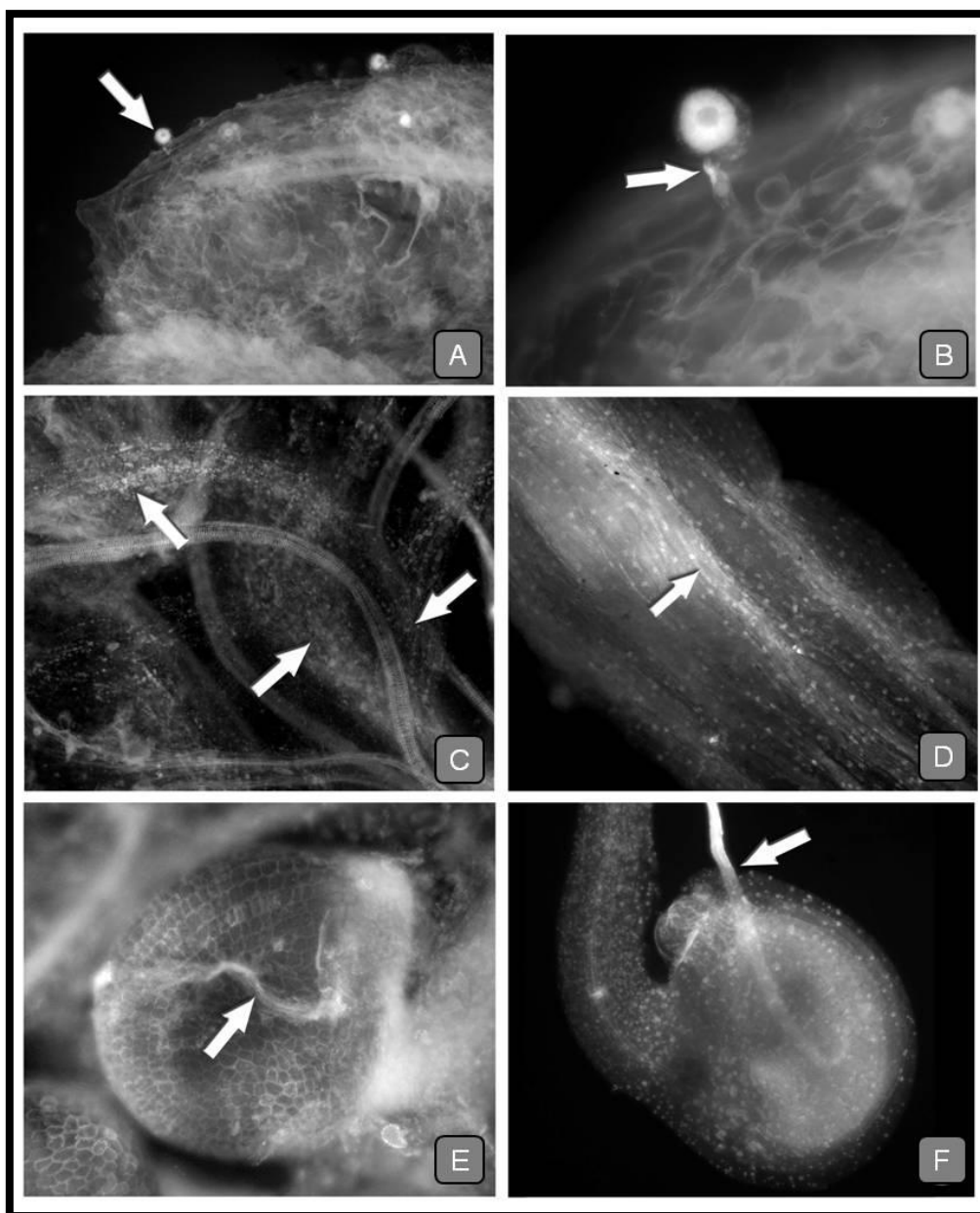


Figura 11: Crescimento dos tubos polínicos corados com Azul de Anilina a 0,2% e observados em microscópio de fluorescência, em tratamentos de autopolinização e polinização cruzada de *Uebelmannia buiningii* Donald, na região do Parque Estadual da Serra Negra – MG. A – Grão de pólen aderido ao estigma (Aumento: 5x); B – Aproximação do grão de pólen aderido ao estigma (Aumento: 20x); C – Tubo polínico em direção ao estilete (Aumento: 5x); D – Tubos polínicos interrompidos pelo FAA 50% depois de 6 horas da autopolinização (Aumento: 5x); E – Tubo polínico deformado no óvulo após 18 horas da autopolinização (Aumento: 10x); F – Tubo polínico fecundando um óvulo após 24 horas da polinização cruzada (Aumento: 10x). Fotos: Valber D. Teixeira.

## DISCUSSÃO

### Biologia floral

Os eventos reprodutivos de *U. buiningii* acontecem com intensidade variável, visto que a floração não se mostrou abundante entre os indivíduos, considerando a pouca quantidade de flores e o período de floração prolongado. O fim da floração coincidiu com o término do período de estiagem com maior radiação solar, expondo as flores de coloração amarela aos visitantes florais.

Algumas espécies de Cactaceae têm um período extenso de floração com poucos picos, já outras espécies a floração ocorre em um período curto, mas em ambas as espécies a floração é bem sincronizada, aumentando assim, o fluxo de pólen e, conseqüentemente, uma melhor qualidade na progênie (MARTÍNEZ-PERALTA e MANDUJANO, 2011).

Todas as características morfológicas demonstram uma similaridade ao padrão observado no gênero. As espécies de *Uebelmannia* apresentam tubulares e pequenas, com dimensões variando de 8,00-25,00 x 6,00-30 mm e produzidas na região florífera (SCHUZ & MACHADO, 2000). Outra característica diagnóstica do gênero é a presença de numerosas escamas no tubo floral, as quais também podem ser observadas nas flores da *U. buiningii*.

Apesar das anteras, grãos de pólen e o estigma da flor de *U. buiningii* terem sido corados por Vermelho Neutro, a maior concentração osmóforos se localiza ao longo do tubo floral, levando os visitantes à parte interior inferior das flores.

Os osmóforos são glândulas com substâncias voláteis que podem mimetizar feromônios sexuais femininos de abelhas ou vespas, atraindo seus respectivos machos para uma falsa cópula, ou simplesmente criar microclimas intraflorais com temperaturas mais elevadas que externamente, resultando em condições mais agradáveis aos visitantes. Dados microquímicos mostram que os osmóforos são reservas de óleo ou amido, que funcionam como fontes calóricas para o elevado metabolismo oxidativo das flores, devido a estas terem pouca ou nenhuma clorofila (da SILVA, 1992).

Assim como em *U. buiningii*, a ausência de néctar é uma característica observada também em outras espécies de Cactaceae, como por exemplo:

*Opuntia lindheimeri* Englem. (GRANT et al., 1979); *Echinocactus grusonii* Hildm., *E. morricalii* Riha, *Gymnocalycium baldianum* Speg., *Myrtillocactus geometrizans* Console, *Opuntia melanosperma* Svenson, *O. microdasys* (Lehm.) Pfeiff., *Pereskia grandiflora* hort. ex Pfeiff. (SCOGIN, 1985) e *Opuntia monacantha* (Willd.) Haw. (LENZI e ORTH, 2011).

Algumas espécies de Cactaceae têm ausência parcial de néctar, isso pode ser constatado em 30% das flores monitoradas de *Cipocereus laniflorus* N.P.Taylor & Zappi, onde estas não apresentaram néctar (REGO et al., 2012). Este estudo sugere que a ausência ou baixo volume de néctar seja um incentivo maior para que ocorra um contato mais intenso entre os visitantes e as partes florais em busca de néctar, o que pode aumentar a quantidade de pólen transportado pelos polinizadores.

A razão P:O de *U. buiningii* (626:1) se mostrou maior que a observada na *U. pectinifera* Buining subsp. *pectinifera* (485:1), que apresentou 9.216 grãos de pólen para uma flor e 19 óvulos por lóculo em média (de SOUSA, 2013). Em espécies de Cactaceae esta razão se mostra bem variada, inclusive entre espécies do mesmo gênero, como por exemplo: *Opuntia rastrera* F.A.C.Weber - 439 (MANDUJANO et al., 1996); *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb. - 1.016, *Pilosocereus moritzianus* (Otto) Byles & G.D.Rowley - 607, *P. lanuginosus* (L.) Byles & G.D.Rowley - 296, *Subpilocereus repandus* (L.) Backeb. - 1.054, *S. horrispinus* (Backeb.) Backeb. - 691 (NASSAR et al., 1997); *Melocactus curvispinus* - 422 e 408 (NASSAR e RAMÍREZ, 2004); *Melocactus schatzlii* - 221, *M. andinus* - 550 (NASSAR et al., 2007); *Pilosocereus tuberculatus* - 272 (ROCHA et al., 2007); *Pilosocereus catingicola* (Gürke) Byles & G.D.Rowley subsp. *salvadorensis* - 243, *P. chrysostele* (Vaupel) Byles & G.D.Rowley - 460, *P. gounellei* (F.A.C.Weber ex K.Schum.) Byles & G.D.Rowley subsp. *gounellei* - 243, *P. pachycladus* subsp. *pernambucoensis* - 236 (de LUCENA, 2007); *Ariocarpus fissuratus* - 1.371 (MARTÍNEZ-PERALTA e MANDUJANO, 2011); *Cipocereus minensis* (Werderm.) F.Ritter subsp. *leiocarpus* N.P.Taylor & Zappi - 393 (LOPES, 2012).

A razão P:O está relacionada ao sistema reprodutivo das plantas, em que espécies autoincompatíveis têm maior P:O que espécies autocompatíveis (CRUDEN, 1977). Nesse âmbito, testes devem ser feitos nas outras espécies



do gênero *Uebelmannia* para tentar estabelecer uma relação entre esses valores e seus respectivos sistemas reprodutivos, além de verificar se todas as espécies se enquadram em uma mesma classificação.

A classificação de Cruden (1977) determina que espécies com: P:O 2,7 - 5,4 = cleistógamas; 5,5 - 39,0 = autógamas obrigatórias; 39,1 - 396,9 = autógamas facultativas; 397 - 2.588 = alógamas facultativas; e > 2.588 = alógamas obrigatórias. *U. buiningii*, assim como a *U. pectinifera* subsp. *pectinifera*, se enquadra na classificação de alogamia facultativa, não obrigatória, aceitando a geitonogamia, ou seja, polinização por flores vizinhas do mesmo indivíduo.

A pouca quantidade de frutos de *U. buiningii* encontrados, demonstra que a produção acompanha a produção de flores, ou seja, um número reduzido de indivíduos frutificando, mas constante, durante um longo período do ano. Os frutos de *U. buiningii*, elípticos, são diferentes da *U. pectinifera* Buining, que são alongados, mas com a quantidade de sementes similar a *U. gummifera* (Backeb. & Voll) Buining (ca. 30) e diferente da *U. pectinifera* (ca. 15) (SCHUZ & MACHADO, 2000).

### Visitantes florais

As abelhas observadas visitando as flores de *U. buiningii* foram vistas próximas às 12h00, possivelmente por este horário ter uma incidência solar maior. Isto promove uma volatilização mais intensa das substâncias contidas nos osmóforos, atraindo de forma mais efetiva as abelhas *Dialictus opacus* e *Plebeia* sp., uma vez que guias de néctar estão ausentes nestas flores. Em *U. buiningii* foi encontrando somente grãos de pólen como recurso floral. As rápidas investidas, provavelmente, se devam pelo fato de as abelhas não encontrarem néctar nas flores.

As atividades de voo das abelhas se iniciam com temperaturas mais altas (SILVEIRA et al., 2002), concordando com os períodos de visitação ocorridos em *U. buiningii*. As visitas começavam a se intensificar com o aumento da temperatura, entre 11h00 e 13h00.

Ambas as espécies de abelhas encontradas são sociais, cuja dispersão se dá com estabelecimento de novas colônias não muito longe das colônias-

mãe. *D. opacus* pertence à subfamília Halictinae e nidificam na maioria das vezes em cavidades no solo, assim como em madeira em decomposição. No Brasil, ocorre nos estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Paraná Rio Grande do Sul e São Paulo. *Plebeia* sp. pertence à subfamília Meliponinae, com aproximadamente 16 espécies descritas com distribuição em todos os estados brasileiros, entre elas: *Tetragonisca angustula angustula* Holmberg (“Jataí”), *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lepeletier (“Mandaçaia”) e *Trigona spinipes* Fabricius (“Irapuá”). São espécies bem pequenas que constroem seus ninhos em cavidades de árvores e ninhos abandonados (SILVEIRA et al. 2002).

Apesar de não existirem estudos que relacionem estas abelhas à visitação em espécies de Cactaceae, elas também já foram vistas em Campos Rupestres em outras localidades da Cadeia do Espinhaço. *D. opacus*: Chapada Diamantina – BA (JUNCÁ et al., 2005); *Plebeia* sp.: Chapada Diamantina – BA (da SILVA-PEREIRA e SANTOS, 2006), Serra do Grão Mogol – MG, Serra do Cabral – MG (AZEVEDO et al., 2008).

As espécies de gafanhoto do gênero *Eurotettix* sp. possivelmente fazem o papel de visitantes não efetivas de *U. buiningii*. Uma identificação mais precisa em nível de espécie não foi possível devido à identificação ser feita apenas por machos, e o exemplar coletado em campo ter sido uma fêmea (Marcos Lhano, com. pess.).

Polinizadores secundários são comuns e também podem desempenhar um importante papel na reprodução de plantas. Uma diminuição dos polinizadores primários, devido à intervenção humana, pode levar a uma maior frequência de polinizadores secundários menos vulneráveis, causando potenciais consequências evolutivas para as plantas (ROSAS-GUERRERO et al. 2014).

O número baixo de visitantes observados em *U. buiningii*, aliado à baixa produção de flores por indivíduo, pode levar a um declínio ainda mais acentuado dos locais estudados.

## Biologia reprodutiva

Para o crescimento do tubo polínico em *U. buiningii* (335,65 nm/s) devem ser consideradas as condições ambientais da época em que ocorreu o experimento em campo. Isso porque em condições adversas a taxa de crescimento pode variar numa velocidade mais lenta ou mais rápida, dependendo das condições em que o experimento for instalado. Neste período, o inverno teve uma menor precipitação e temperatura mais baixa em relação ao resto do ano.

A autoincompatibilidade (AI) foi observada em *U. buiningii* com o interrompimento do crescimento do tubo polínico na entrada do ovário, após 12 horas do autocruzamento efetuado. A AI também foi constatado em outras espécies de Cactaceae (BOYLE et al., 1994; ANDERSON, 2001; PIMIENTA-BARRIOS e DEL CASTILLO, 2002; BOYLE, 2003; COLAÇO et al., 2006; MARTÍNEZ-PERALTA e MADJUANO, 2011; OSSA e MEDEL, 2011; REGO et al., 2012). Esse processo é definido como um mecanismo genético que incapacita uma planta fértil de formar sementes quando fertilizadas pelo seu próprio pólen, promovendo, assim, a alogamia (SCHIFINO-WITTMANN e DALL' AGNOL, 2002). O sistema reprodutivo alógamo observado em *U. buiningii*, é corroborado pela razão P:O, que a classifica como espécie com alogamia facultativa.

A compatibilidade entre indivíduos diferentes é descrita como um dos fatores mais importantes no sucesso evolutivo em fanerógamas, garantindo, assim, sua diversidade genética (SCHIFINO-WITTMANN e DALL' AGNOL, 2002). Em contrapartida, a incompatibilidade polínica da mesma flor ou de flores do mesmo indivíduo pode ser um dos riscos para a reprodução em plantas raras, devido à dependência de polinizadores (ROSAS-GUERRERO et al., 2014). Isso pode ser explicado uma vez que espécies raras estão condicionadas à variações ambientais específicas em que elas vivem, a pouca quantidade de indivíduos, a infertilidade dos grãos de pólen, limitação dos recursos ambientais, depressão endogâmica (em plantas autógamas) e predação de flores e frutos, fazendo com que a reprodução sexuada fique comprometida (MARTÍNEZ-PERALTA e MADJUANO, 2011).

Na autoincompatibilidade gametofítica (AIG), as S-RNAses e glicoproteínas originadas de alelos iguais e presentes no tecido diploide do estilete, degradam os tubos polínicos. Este mecanismo foi observado em *U. buiningii*, pelo fato de o tubo polínico ser interrompido entre o estilete e o ovário, e não exatamente após o contato com as células das papilas do estigma, o que caracterizaria uma AI esporofítica (AIE) (SCHIFINO-WITTMANN e DALL'AGNOL, 2002).

Em *U. buiningii*, a AI assegura a diversidade genética entre os indivíduos e entre suas áreas de ocorrência, garantindo uma reestruturação das mesmas de maneira efetiva. Entretanto, é necessário um número de indivíduos suficientes para este tipo de reprodução.

A preocupação na conservação em longo prazo da espécie, que se encontra em acelerado declínio, se baseia principalmente no favorecimento da reprodução cruzada de *U. buiningii*, garantindo a variabilidade genética nos locais de ocorrência, e este favorecimento só pode ser ocasionado pelo aumento na abundância de indivíduos, através da preservação a curto prazo dos ambientes onde a espécie habita.

## CONCLUSÕES

A época de floração de *U. buiningii* ocorre de julho a agosto. As flores são hermafroditas e actnomorfas, com antese diurna, permanecendo por três dias, entre as 07h00 e as 17h00.

A ausência de néctar e a grande quantidade de pólen encontrada em flores de *U. buiningii* indicam que os visitantes são recompensados somente pelo pólen. Abelhas sociais, como *Dialictus opacus* e *Plebeia* sp., apresentaram maior visitação próxima ao meio dia. Provavelmente, os visitantes são atraídos pelas substâncias voláteis detectadas ao longo do tubo floral.

*U. buiningii* apresenta reprodução alógama com autoincompatibilidade gametofítica (AIG), observado pelo crescimento do tubo polínico. A frutificação mostrou-se baixa, mas por um período prolongado, e com apenas um fruto por indivíduo.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, E.F. The Cactus Family. **Portland: Timber Press**, 776p., 2001.
- AONA, L.Y.S. Caracterização e delimitação do gênero *Micranthocereus* Backeb. (Cactaceae) baseadas em caracteres morfológicos e moleculares. **Dissertação de Mestrado em Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas**, 2003.
- AONA, L.Y.S.; MACHADO, M.; PANSARIN, E.R.; de CASTRO, C.C.; ZAPPI, D.; do AMARAL, M.C.E.; Pollination biology of three Brazilian species of *Micranthocereus* Backeb. (Cereaceae, Cactoideae) endemic to the “campos rupestres”. **Bradleya**, 24: 39-52, 2006.
- AZEVEDO, A.A.; SILVEIRA, F.A.; AGUIAR, C.M.L.; PEREIRA, V.S. Fauna de abelhas (Hymenoptera, *Apoidea*) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. **Megadiversidade**, volume 4, nº1-2, p.154-181, 2008.
- BOYLE, T.H.; MENALLED, F.D.; O’LEARY, M.C. Occurrence and Physiological Breakdown of Self-incompatibility in Eastern Cactus. **J. Amer. Soc. Hort. SCI**, 119(5): 1060-1067, 1994.
- BOYLE, T.H. Identification of self-incompatibility groups in *Hatiora* and *Schlumbergera* (Cactaceae). **Sex Plant Reprod**, 16: 151-155, 2003.
- COLAÇO, M.A.S.; FONSECA, R.B.S.; LAMBERT, S.M.; COSTA, C.B.N.; MACHADO, C.G.; BORBA, E.L. Biologia reprodutiva de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo e *M. paucispinus* G. Heimen & R. Paul (Cactaceae), na Chapada Diamantina, Nordeste do Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.29, n.2, p.239-249, abr-jun., 2006.
- CRUDEN, R.W. Pollen-Ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution**, Vol. 31, N° 1, pp: 32-46, 1977.
- DAFNI, A. Pollination Ecology: A Practical Approach. **Oxford University Press, Oxford**. 250pp., 1992.
- DAR, S.; ARIZMENDI, M.C.; VALIENTE-BANUET, A. Diurnal and Nocturnal Pollination of *Marginatocereus marginatus* (Pachycereae: Cactaceae) in Central Mexico. **Annal of Botany**, 97: 423-427, 2006.
- FONSECA, R.B.S.; FUNCH, L.S.; BORBA, L.E. Reproductive phenology of *Melocactus* (Cactaceae) species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, 31(2): 237-244, 2008.

GOMES, V.G.N.; QUIRINO, Z.G.M.; MACHADO, I.C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* Vaupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. **Plant Biology**, ISSN 1435-8603, 8p. 2013.

GRANT, V.; GRANT, K.A.; HURD, P.D. Pollination of *Opuntia lindheimeri* and related species. **Plant Systematics Evolution**, 132: 313-320, 1979.

IEF-MG. Parque Estadual da Serra Negra. **Instituto Estadual de Florestas**. Disponível em: <[www.ief.mg.gov.br](http://www.ief.mg.gov.br)>. Acessado em: 30 de janeiro de 2014.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_conv\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf)>. Acessado em: 03 de fevereiro de 2014.

IUCN 2013. *Uebelmannia buiningii*. **IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2013.2**. Disponível em: <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Acessado em: 30 January 2014.

JUNCÁ, F.A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina. **Ministério do Meio Ambiente**, 436p., 2005.

KEARNS, C.A.; INOUE, D. Techniques for pollinations biologists. Niwot, Colorado: **University press of Colorado**, 1993.

LENZI, M.; ORTH, A.I. Visitantes florais de *Opuntia monacantha* (Cactaceae) em restingas de Florianópolis, SC, Brasil. **Acta Biol. Par.**, Curitiba, 40(1-2): 19-32, 2011.

LOPES, L.T. Fenologia, biologia reprodutiva, germinação e desenvolvimento inicial de *Cipocereus minensis* subsp. *leiocarpus* N. P. Taylor & Zappi (Cactaceae) no Planalto de Diamantina-MG. **Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri**, 91p., 2012.

de LUCENA, E.A.R.M. Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus Byles & Rowley* (Cactaceae) no Nordeste do Brasil. **Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco**, 187p., 2007.

MANDUJANO, M.C.; MONTAÑA, C.; EGUIARTE, L.E. Reproductive ecology and inbreeding depression in *Opuntia rastrera* (Cactaceae) in the Chihuahuan Desert: why are sexually derived recruitments so rare? **American Journal of Botany**, 83(1): 63-70, 1996.

MARTÍNEZ-PERALTA, C.; MANDUJANO, M.C. Reproductive ecology of the endangered living rock cactus, *Ariocarpus fissuratus* (Cactaceae). **Journal of the Torrey Botanical Society**, 138(2): pp.145-155, 2011.

MIHALTE, L.; FESZT, G.; BACIU, A.; VILCAN, A. Phylogenetic Distances among Several Genotypes of *Rebutia*, *Mediolobivia* and *Sulcorebutia* (Cactaceae). **International Journal of Botany**, 6(3): 266-272, 2010.

NASSAR, J.M.; RAMÍREZ, N.; LINARES, O. Comparative pollination biology of Venezuelan columnar cacti and the role of néctar-feeding bats in their sexual reproduction. **American Journal of Botany**, 84(8): 918-927, 1997.

NASSAR, J.M.; RAMÍREZ, N. Reproductive biology of the melon cactus, *Melocactus curvispinus* (Cactaceae). **Plant Syst. Evol.**, 248: 31-44, 2004.

NASSAR, J.M.; RAMÍREZ, N.; LAMPO, M.; GONZÁLEZ, J.A.; CASADO, R. NAVA, F. Reproductive Biology and Mating System Estimates of Two Andean Melocacti, *Melocactus schatzlii* and *M. andinus* (Cactaceae). **Annals of Botany**, 99: 29-38, 2007.

OSSA, C.G.; MEDEL, R. Notes of the floral biology and pollination syndrome of *Echinopsis chiloensis* (Colla) Friedrich & G.D.Rowley (Cactaceae) in a population of semiarid Chile. **Gayana Bot.** 68(2): 213-219, 2011.

PIMIENTA-BARRIOS, E.; del CASTILLO, R.F. Reproductive Biology. In: Cacti: biology and uses. Park S. Nobel, editor. **University of California Press**, Ltd. London, England, p.75-90, 2002.

RADFORD, A.E.; DICKISON, W.C.; MASSEY, J.R.; BELL, C.R. Vascular plant systematics. **Harper & Row Publishers, New York**, 891pp., 1974.

REGO, J.O.; FRANCESCHINELLI, E.V.; ZAPPI, D.C. Reproductive biology of a highly endemic species: *Cipocereus laniflorus* N.P. Taylor & Zappi (Cactaceae). **Acta Botanica Brasilica**, 26(1): 243-250, 2012.

RIBEIRO, A.P. A caligrafia da sociedade na paisagem. Transformações no entorno de unidades de conservação da Serra do Espinhaço – MG. **Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília**. 92p., 2013.

ROCHA, E.A.; MACHADO, I.C.; ZAPPI, D.C. Floral biology of *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley: a bat pollinated cactus endemic from the “Caatinga” in northeastern Brazil. **Bradleya**, 25: 129-144, 2007.

ROSAS-GUERRERO, V.; AGUILAR, R.; MARTÉN-RODRÍGUEZ, S.; ASHWORTH, L.; LOPEZARAIZA-MIKEL, M.; BATISTA, J.M.; QUESADA, M. A quantitative review of pollination syndromes: do floral traits predict effective pollinators? **Ecology Letters**, 17: 388-400, 2014.

SCHIFINO-WITTMANN, M.T.; DALL’AGNOL, M. Autoincompatibilidade em Plantas: Self-Incompatibility in Plants. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.1083-1090, 2002.



SCHLINDWEIN, C.; WITTMANN, D. Specialized solitary bees as effective pollinators of South Brazilian species of *Notocactus* and *Gymnocalycium* (Cactaceae). **Bradleya**, 13: 25-34, 1995.

SCHULZ, R.; MACHADO, M. *Uebelmannia buiningii*. In: *Uebelmannia* and their environment. **Schulz Publishing, Teesdale, Australia**. 160p., 2000.

SCOGIN, R. Nectar constituents of the Cactaceae. **The Southwestern Naturalist**, 30: 77-82, 1985.

SCOGIN, R.; YOUNG, D.A.; JONES, C.E.Jr. Anthochlor pigments and pollination biology. II. The ultraviolet floral pattern of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). **Bull. Torrey Bot. Club**, 104: 155-159, 1977.

da SILVA, A.G. Osmóforos: Retrospectiva dos últimos 20 anos de pesquisa. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.42/44, p.7-20, 1992.

SILVA, S.R.; ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. (orgs.). Plano de ação nacional para conservação das Cactáceas. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBIO – Brasília**. Série espécies ameaçadas nº 24, 112p., 2011.

da SILVA-PEREIRA, V.; SANTOS, G.M.M. Ecology, behavior and bionomics. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoideae) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “Campus Rupestres”, Bahia, Brazil. **Neotropical Entomology**, 35(2): 165-174, 2006.

SILVEIRA, F.A.; MELO, G.A.R.; ALMEIDA, E.A.B. Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação. **Belo Horizonte**, 253p., 2002.

de SOUSA, M.P. Biologia floral e reprodutiva de *Uebelmannia pectinifera* Buining spp. *pectinifera* (Cactaceae): subsídios para sua conservação. **Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia**, 73p., 2013.

TAYLOR, N.; ZAPPI, D.C. Cacti of Eastern Brazil. **Royal Botanic Gardens, Kew**, 499p., 2004.

ZAPPI, D.; AONA, L.Y.S.; TAYLOR, N.P.; CACTACEAE. IN: M.G.L. WANDERLEY, G.J. SHERPHEDJ, T.S. MELHEM, & A.M. GIULIETTI (eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. **Instituto de Botânica, São Paulo**. V.5, pp. 163-193, 2007.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. Diversidade e endemismo das Cactaceae na Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, 4(1-2): 111-116, 2008.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por suas características, em relação ao seu relevo, com locais isolados e tipo de solo pobre em nutrientes, típicos de Campos Rupestres, a região do Parque Estadual da Serra Negra (PESN) tem pouca perturbação por conta da agricultura, mas ainda sofre muitas perturbações devido à pecuária, extração de minério ilegal e as queimadas. As queimadas, intencionais ou não, muitas vezes em grande escala, são o maior motivo de preocupação por parte da administração do PESN, principalmente pelo baixo efetivo, que se empenha para manter a conservação da Serra Negra.

A diversidade genética da espécie está assegurada devido à autoincompatibilidade encontrada em *Uebelmannia buiningii* Donald. Por outro lado este sistema reprodutivo requer que se tenha uma quantidade de flores suficientes disponíveis para serem polinizadas por indivíduos diferentes, além de a polinização ser realizada por visitantes específicos. Estes fatores ficam vulneráveis ao mínimo de perturbação, o que pode afetar a estabilidade das populações. Os fatores reprodutivos são dependentes de uma proteção efetiva das áreas onde ocorre a espécie, principalmente a germinação e o estabelecimento de plântulas, necessitando que seja mantida a manutenção natural dos sítios.

No presente trabalho, foi constatado que dois locais de ocorrência de *U. buiningii* se encontram em acelerado declínio, sendo uma delas dentro dos limites legais do PESN. Outras duas localidades não apresentaram indivíduos jovens e adultos, possivelmente devido à coleta ilegal de indivíduos, para atender uma atividade de comércio internacional. Estas duas localidades se encontram com possibilidade de extinção

Considerando que *U. buiningii* trata-se de uma espécie endêmica, com especificidades de estabelecimento e crescimento, que auxiliam na germinação e proteção de plântulas, faz-se necessário a adoção urgente de ações de proteção e fiscalização. Nesse sentido, recomenda-se, como uma ação imediata, a ampliação da área do Parque, de forma a incluir e proteger as duas áreas, onde foi constatada a ausência de indivíduos de *U. buiningii*. Essas ações devem ser realizadas juntamente com atividades de fiscalização da área do Parque.

No tocante às ações de pesquisa futuras, sugere-se o desenvolvimento de um plano de recuperação das áreas extintas de *U. buiningii* assim como o monitoramento em longo prazo dos áreas que apresentam a espécie.