

Frugivoria por aves em quatro espécies de Cactaceae na Caatinga, uma floresta seca no Brasil

Líliá D'ark N. Santos^{1,2} , Iolanda M. S. Pereira² , Jonathan R. Ribeiro¹  & Flor M. G. Las-Casas¹ 

1. Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Zoologia, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, 50670-901 Recife, PE, Brasil. (liliadnunes@gmail.com)

2. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Curso de Pós-graduação em Ecologia, Departamento de Biologia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil.

Recebido 31 março 2019

Aceito 28 agosto 2019

Publicado 21 outubro 2019

DOI 10.1590/1678-4766e2019034

ABSTRACT. Frugivory by birds in four species of Cactaceae in the Caatinga, a dry forest in Brazil. Birds are known to play an important role in the reproduction of various species of plants through frugivory and seed dispersal. Despite the importance of cactuses in seasonal environments, few studies have evaluated interactions between frugivorous birds and these plants. The present study aimed to identify the species of birds that feed on the fruits of *Cereus jamacaru* D. C. (1828), *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley (1957) subsp. *gounellei*, *Pilosocereus pachycladus* (F. Ritter), *Kakteen Südamerika* (1979) and *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley (1957), and to estimate their potential as seed dispersers. The study was carried out in the Catimbau National Park, located in the semiarid region of state of Pernambuco, between February 2017 and August 2017. In 78 hours of focal observation on plants, 20 species of birds belonging to 11 families were recorded consuming parts of the pulp of the four species of cactus. The composition of visiting birds varied according to the species of cactus. The species of birds considered potential seed dispersers were *Tachyphonus rufus* (Boddaert, 1783), *Tangara sayaca* (Linnaeus, 1766), *Paroaria dominicana* (Linnaeus, 1758) and *Mimus saturninus* (Lichtenstein, 1823). *Pilosocereus tuberculatus* was visited by a single bird species, *Forpus xanthopterygius* (Spix, 1824). This is the first study to identify birds as frugivores and potential seed dispersers of *P. pachycladus* and *P. tuberculatus*. Additionally, our study indicates that frugivorous and omnivorous birds are the main potential seed dispersers of *C. jamacaru*, *P. pachycladus* and *P. gounellei* subsp. *gounellei*.

KEYWORDS. Seed dispersal, Caatinga, plant-animal interaction, ornithocory, *Pilosocereus*.

RESUMO. As aves são conhecidas por desempenharem um importante papel na reprodução de diversas espécies de plantas através da frugivoria e dispersão de sementes. Apesar da importância das cactáceas em ambientes sazonais, poucos estudos avaliaram interações entre essas plantas e aves frugívoras. O presente trabalho identificou as espécies de aves que se alimentam dos frutos de *Cereus jamacaru* D. C. (1828), *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley (1957) subsp. *gounellei*, *Pilosocereus pachycladus* (F. Ritter), *Kakteen Südamerika*, (1979) e *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley (1957) e estimou potenciais dispersoras das sementes. O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional do Catimbau, localizado no sertão do Estado de Pernambuco, entre fevereiro de 2017 e agosto de 2017. Em 78 horas de observação focal nas espécies vegetais, foram registradas 20 espécies de aves pertencentes a 11 famílias consumindo polpa das quatro espécies de cactáceas. A composição de aves visitantes variou conforme a espécie de cactáceas. As espécies de aves consideradas potenciais dispersoras foram *Tachyphonus rufus* (Boddaert, 1783), *Tangara sayaca* (Linnaeus, 1766), *Paroaria dominicana* (Linnaeus, 1758) e *Mimus saturninus* (Lichtenstein, 1823). *Pilosocereus tuberculatus* foi visitada apenas por *Forpus xanthopterygius* (Spix, 1824). Este é o primeiro estudo a identificar aves atuando como frugívoras e potenciais dispersoras de *P. pachycladus* e *P. tuberculatus*. Adicionalmente, nosso estudo destaca as aves frugívoras e onívoras como principais potenciais dispersores de *C. jamacaru*, *P. pachycladus* e *P. gounellei* subsp. *gounellei*.

PALAVRAS-CHAVE. Dispersão de sementes, Caatinga, interação planta-animal, ornitocoria, *Pilosocereus*.

Em diversas comunidades, animais frugívoros são reconhecidos por desempenhar um papel importante na estruturação e manutenção da diversidade através da dispersão de sementes (SCHUPP *et al.*, 2002; TERBORGH *et al.*, 2002). Neste mecanismo, o dispersor leva suas sementes para longe da planta-mãe, colonizando outras áreas e permitindo a perpetuação das espécies de plantas (STILES, 2000; JORDANO *et al.*, 2006) em troca de um retorno nutricional adquirido no pericarpo carnoso do fruto (VAN DER PIJL, 1982; JORDANO, 1987; COATES-ESTRADA & ESTRADA, 1988). Essa relação é influenciada por diversos fatores incluindo fenologia de

frutificação da espécie vegetal, condições ambientais e a eficiência do dispersor (SCHUPP *et al.*, 2010).

Os animais considerados bons dispersores são aqueles que consomem o fruto sem prejudicar a estrutura das sementes, dispersando-as em um ambiente onde essas sementes tenham sucesso em atingir a maturidade reprodutiva (SCHUPP, 1993; WHELAN *et al.*, 2008). As aves são um dos grupos animais de maior importância na frugivoria e no processo de dispersão de sementes (JORDANO, 1993), pois possuem um conjunto de características distintas que as tornam dispersores eficazes, como a frequência com a qual

se alimentam de frutos, longas distâncias de dispersão (CHRISTIANINI & OLIVEIRA, 2010), tempo de contenção das sementes, padrões comportamentais variados, a forma como as sementes são dispersadas no ambiente, e por serem um grupo abundante que se distribui em diferentes habitats, desde antropizados até florestados (HERRERA & JORDANO, 1981; MOERMOND & DENSLOW, 1985; JORDANO, 2000).

Estudos sobre frugivoria têm sido realizados em uma variedade de ambientes, a maioria em florestas úmidas (FRANCISCO & GALETTI, 2001; PASCOTTO, 2007; GOMES *et al.*, 2008; FRANÇA *et al.*, 2009; PARRINI & PACHECO, 2011; PARRINI *et al.*, 2013). Estima-se que aproximadamente 25 a 30% das aves em florestas tropicais incluem frutos em sua dieta, em maior ou menor grau (PIZO & GALETTI, 2010). No entanto, ecossistemas áridos e semiáridos receberam pouca atenção, principalmente no Brasil (GOMES *et al.*, 2017).

A família Cactaceae encontra-se amplamente distribuída em florestas tropicais secas, como a região semiárida da Caatinga brasileira (ZAPPI *et al.*, 2016). Esse grupo rico em espécies é polinizado e dispersado, em sua maioria, por agentes bióticos, sendo considerado chave para diferentes grupos de animais frugívoros que vivem nessas regiões (PIMENTA-BARRIOS, 1997; SCHLUMBERGER, 2010; MARÍN-ESPINOZA & DURÁN-MAITA, 2016; ZAPPI *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2017). Frequentemente consumidas por aves, as espécies de cactáceas apresentam em sua maioria frutos expostos, carnosos e suculentos, muitas vezes pendentes, com cores de tons vermelhos ou arroxeadas intensas e sinalizadoras de pós-maturação (VAN DER PIJL, 1982; GONZÁLEZ-ESPINOSA & QUINTANA-ASCENCIO, 1986; TAYLOR & ZAPPI, 2004). Frutos de cactos também exibem uma diversidade de aromas e formas, características essas que atraem frugívoros dispersores de sementes eficientes (VAN DER PIJL, 1982; GONZÁLEZ-ESPINOSA & QUINTANA-ASCENCIO, 1986; TAYLOR & ZAPPI, 2004). Essas espécies vegetais ocorrem em ambientes sazonais e, em períodos de escassez de recursos alimentares, constituem uma fonte essencial de alimento que supre as demandas energéticas de vários grupos de animais (TERBORGH, 1986), pois sua reprodução não depende diretamente dos padrões de precipitação (PETIT, 2001). Apesar da importância deste grupo vegetal em ambientes sazonais, estudos envolvendo interações entre aves frugívoras e cactáceas, principalmente numa abordagem zoocêntrica, são escassos. Tal carência não só impede compreender como a avifauna utiliza os frutos dessas plantas, mas também limita o entendimento de como esse grupo vegetal se estabelece na paisagem.

O presente estudo fornece informações sobre as espécies de aves consumidoras dos frutos de quatro espécies de cactáceas da Caatinga: *Cereus jamacaru* D. C. (1828), *Pilosocereus gounellei* (F. A. C. Weber) Byles & G. D. Rowley (1957) subsp. *gounellei*, *Pilosocereus pachycladus* (F. Ritter), *Kakteen Südamerika*, (1979) e *Pilosocereus tuberculatus* (Werderm.) Byles & Rowley (1957). Além disso, foi utilizado um conjunto de variáveis comportamentais para estimar o potencial destas aves como dispersoras de sementes dessas cactáceas por meio de abordagem zoocêntrica.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional do Catimbau (PNC) (8°23'17" a 8°36'35"S e 37°11'00" a 37°33'32"W), uma unidade de conservação (UC) localizada na região central do Estado de Pernambuco, compreendendo uma área de 607 km² e que abrange os municípios de Tupanatinga, Buíque e Ibimirim (Fig. 1). A precipitação pluviométrica anual varia entre 480-1100 mm e apresenta grande irregularidade no regime interanual, com maior concentração de chuvas no período de março-abril até junho-julho (SNE, 2002; RITO *et al.*, 2017). O clima é classificado como tropical semiárido, com temperatura média anual de 23°C, segundo a classificação Bsh de Köppen (SFAIR *et al.*, 2018). No PNC ocorrem cinco ambientes com fitofisionomias distintas: caatinga arbustiva-arbórea, afloramentos rochosos com predominância de elementos de Cerrado, caatinga arbustiva com elementos de campos rupestres, vegetação florestal perenifólia, e caatinga arbustiva perenifólia (RODAL *et al.*, 1998; SNE, 2002; LAS-CASAS *et al.*, 2019).

Apesar de ser uma UC de proteção integral criada em 2002, o PNC não dispõe de plano de manejo, tendo que lidar com a presença histórica de populações rurais de baixa renda que utilizam os recursos naturais do parque para subsistência (RITO *et al.*, 2017). Mesmo com pressões antropogênicas como a caça de animais silvestres, a captura ilegal de aves e o sobrepastejo causado pela criação de caprinos e ovinos, o PNC é uma importante área para a conservação da diversidade de aves na Caatinga, com a presença de espécies endêmicas, ameaçadas e migratórias (LAS-CASAS *et al.*, 2019).

Coleta dos dados. Foram realizadas seis expedições a campo de dois a três dias consecutivos entre fevereiro e agosto de 2017. Este período foi escolhido por compreender o pico de frutificação das cactáceas. O mês de julho não foi amostrado devido ao excesso de chuvas na região. As observações foram realizadas em quatro espécies de Cactaceae encontradas na área de estudo: *C. jamacaru*, *P. gounellei* subsp. *gounellei*, *P. pachycladus* e *P. tuberculatus* (Figs. 2-9). A identificação das espécies vegetais seguiu TAYLOR & ZAPPI (2004). Para os registros do comportamento de visitas das aves, foi utilizado o método de observação "planta focal" (ALTMANN, 1974; PIZO & GALETTI, 2010). Todas as observações focais foram realizadas a uma distância mínima de 15 metros da planta focal, a fim de evitar qualquer influência da presença do observador sobre o comportamento de visitas. As observações foram realizadas entre o amanhecer (5:00 h a 5:30 h) até 11:30 h.

Os indivíduos das espécies de cactáceas foram selecionados de maneira aleatória e observados por 30 minutos. O número de indivíduos observados por dia variou conforme a disponibilidade de indivíduos frutificando na área de estudo, respeitando a independência amostral de aproximadamente 30 metros entre as plantas focais (FRANCISCO & GALETTI, 2001). O esforço amostral total foi de 78 horas de observação focal sistemática, distribuídas em 36 horas para *C. jamacaru* (22 indivíduos), 10,5 horas

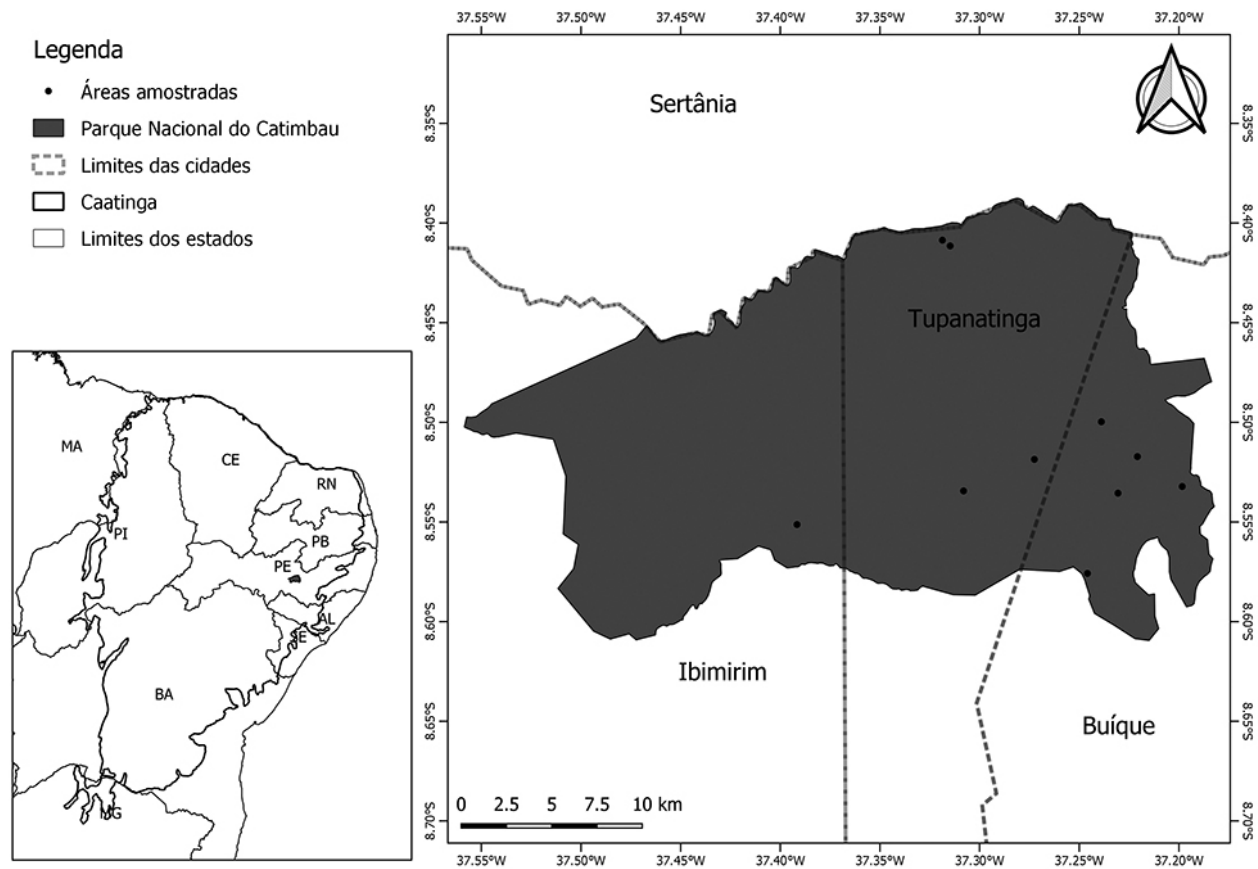


Fig. 1. Localização do Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil.

para *P. gounellei* subsp. *gounellei* (15 indivíduos), 24,5 horas para *P. pachycladus* (17 indivíduos) e sete horas para *P. tuberculatus* (10 indivíduos). Também foram realizadas observações assistemáticas que totalizaram 11 horas de observação focal. As observações foram realizadas com o auxílio de um binóculo 8×40 mm.

Durante as sessões de observações foram registrados o horário da visita, a espécie de ave visitante, o número de indivíduos de aves, o tempo da visita, o número de frutos consumidos, as táticas de captura utilizadas pelas aves e eventuais comportamentos agonísticos. Combinando essas variáveis, é possível avaliar a contribuição de cada espécie de ave na remoção de polpa contendo sementes e, conseqüentemente, na dispersão das mesmas (PIZO & GALETTI, 2010).

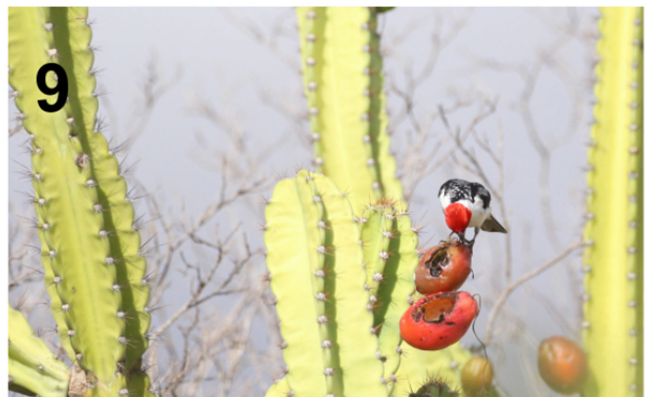
Os registros incluem visitas completas (*i.e.*, quando foi possível observar a ave do início ao fim da visita) e incompletas (*i.e.*, quando apenas parte da visita pôde ser observada). No entanto, apenas visitas completas foram utilizadas para calcular a média e o desvio padrão do tempo de visitas, frutos consumidos e a frequência de visitas. Visita foi definida como o momento em que a ave bica o fruto para se alimentar até o momento em que ela deixa a planta.

As táticas de captura da polpa do fruto seguem MOERMOND & DENSLOW (1985): (i) bicando (*picking*),

quando a ave captura a polpa fruto pousada, sem estender o corpo ou assumir posições especiais; (ii) alcançando (*reaching*), quando a ave estende o corpo abaixo ou acima do poleiro para alcançar frutos e sementes; (iii) pendurando (*hanging*), quando a ave fica com todo o corpo abaixo do poleiro, com a região ventral voltada para cima; (iv) pairando (*hovering*), a ave apanha a polpa do fruto em voo pairando rapidamente em frente a ele; e (v) investindo (*stalling*), a ave em voo realiza uma investida direta no fruto sem pairar em frente a ele (Figs. 2-9).

A classificação taxonômica e sistemática das aves seguiu o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI *et al.*, 2015).

Análise dos dados. A eficiência da amostragem foi avaliada utilizando uma curva de acumulação com os estimadores de riqueza Chao I e Jackknife I (MAGURRAN, 2004). O coeficiente de Jaccard (CJ) foi aplicado para verificar a similaridade entre as espécies de Cactaceae quanto à composição das espécies de aves associadas. As análises foram realizadas em ambiente R (R CORE TEAM, 2017), com os pacotes “vegan” (OKSANEN *et al.*, 2016) e ggplot2 (WICKHAM, 2016). As espécies registradas através de observações assistemáticas não foram incluídas nas análises estatísticas.



Figs 2-9. Figs 2-4, frutos de *Cereus jamacaru* (2), *Pilosocereus pachycladus* (3), *Pilosocereus gounellei* (4). Figs 5-9, táticas de captura: *Mimus saturninus* em *Cereus jamacaru* – alcançando (5), *Pseudoseisura cristata* em *Cereus jamacaru* – alcançando (6), *Tachyphonus rufus* em *Pilosocereus pachycladus* – bicando (7), *Mimus saturninus* em *Cereus jamacaru* – bicando (8) e *Paroaria dominicana* em *Cereus jamacaru* – bicando (9), no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil entre fevereiro e agosto de 2017. Fotografias de F. M. G. Las-Casas.

RESULTADOS

Foram registradas 20 espécies de aves (16 espécies em observações sistemáticas e 11 nas assistemáticas) pertencentes a 11 famílias frequentando pelo menos uma das quatro espécies de Cactaceae (Tab. I). Do total de espécies observadas, 60% (n = 12) visitaram apenas uma espécie de cactácea. Seis espécies de aves (30%) visitaram duas espécies, enquanto apenas duas espécies de aves foram frequentes três espécies vegetais. A família com mais representantes foi Thraupidae (n = 7); as demais famílias foram representadas por uma (Columbidae, Corvidae, Furnariidae, Icteridae, Mimidae, Passerellidae, Fringillidae) ou duas (Tyrannidae, Psittacidae, Picidae) espécies (Tab. I). Doze espécies de aves visitaram *C. jamacaru*, 11 espécies *P. pachycladus*, seis visitaram *P. gounellei* subsp. *gounellei*, e uma única espécie visitou *P. tuberculatus* (Tab. I).

A riqueza de espécies de aves foi estimada em $17,5 \pm 0,63$ (Chao1) e $19,95 \pm 1,97$ (Jackknife1). Tanto esses valores quanto as curvas de suficiência indicam que a maioria das espécies que utilizam os frutos das cactáceas como recurso alimentar foi detectada (Fig. 10).

O horário de visita variou entre as espécies de cactáceas. *Cereus jamacaru* apresentou picos de visitação às 6:00 h, diminui o às 7:00 h e posterior aumento entre 8:00 h e 9:00 h. Em *Pilosocereus pachycladus* o pico de visitas foi às 8:00 h, *P. gounellei* subsp. *gounellei*  s 7:00 h e *P. tuberculatus* próximo das 8:00 h.

Cereus jamacaru apresentou maior similaridade em termos de composi o de espécies de aves visitantes com *P. pachycladus* (37%) que com *P. gounellei* subsp. *gounellei* (25%). A similaridade na composi o de espécies entre *P. gounellei* subsp. *gounellei* e *P. pachycladus* foi de 33%. *Cereus jamacaru*, *P. pachycladus* e *P. gounellei* subsp. *gounellei* compartilharam quatro espécies de aves: *Tachyphonus rufus* (Boddaert, 1783), *Tangara sayaca*

(Linnaeus, 1766), *Paroaria dominicana* (Linnaeus, 1758) e *Mimus saturninus* (Lichtenstein, 1823). *Cereus jamacaru* e *P. pachycladus* apresentaram como visitantes comuns entre si *Veniliornis passerinus* (Linnaeus, 1766), *Tangara cayana* (Linnaeus, 1766), *Coryphospingus pileatus* (Wied, 1821), *Coereba flaveola* (Linnaeus, 1758) e *Euphonia chlorotica* (Linnaeus, 1766). Cinco espécies de aves visitaram apenas *C. jamacaru*: *Colaptes melanochloros* (Gmelin, 1788), *Pseudoseisura cristata* (Spix, 1824), *Tyrannus melancholicus* Vieillot, 1819, *Cyanocorax cyanopogon* (Wied, 1821) e *Icterus jamacaii* (Gmelin, 1788). Por outro lado, *Empidonomus varius* (Vieillot, 1818) visitou apenas *P. pachycladus*.

Mimus saturninus foi o visitante mais frequente de *C. jamacaru* (22 visitas). Os visitantes mais frequentes de *P. pachycladus* e *P. gounellei* subsp. *gounellei* foram *C. pileatus* (13 visitas) e *Sporophila albogularis* (Spix, 1825) (7 visitas), respectivamente (Tab. I). *Forpus xanthopterygius* (Spix, 1824) foi a única espécie que frequentou *P. tuberculatus* (n = 4 visitas).

A maioria das espécies de aves que visitou *C. jamacaru* forrageou por um tempo inferior a três minutos. *Forpus xanthopterygius* foi a espécie com maior tempo de visita (quatro minutos) em *P. pachycladus*, assim como em *P. gounellei* subsp. *gounellei*. Além de *F. xanthopterygius*, *P. gounellei* subsp. *gounellei* também apresentou indivíduos de *S. albogularis* como visitantes com maior tempo de permanência (Tab. I).

Foram observados 117 indivíduos de 16 espécies de aves empregando táticas de captura durante o forrageamento (Figs 2-9). Entre as táticas amostradas, bicando foi a estratégia de forrageamento mais utilizada pelas aves nas espécies de Cactaceae avaliadas. A segunda tática mais frequente foi alcançando, seguida de pendurando, pairando e investindo (Tab. II).

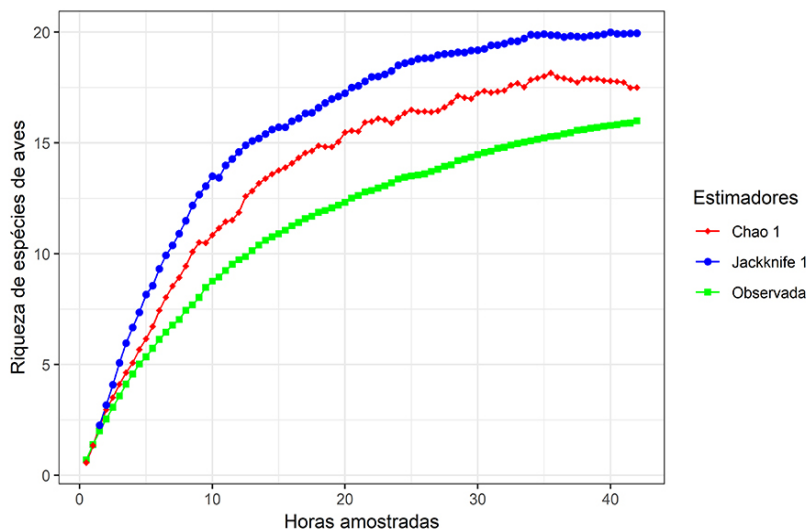


Fig. 10. Curva cumulativa, riqueza observada e estimadores de riqueza da assembleia de espécies de aves visitantes das Cactaceae, no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil entre fevereiro e agosto de 2017.

Tab. 1. Espécies de aves observadas consumindo os frutos de *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus pachycladus*, *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei* e *Pilosocereus tuberculatus* no Parque Nacional do Catimbu, Pernambuco, Brasil entre fevereiro e agosto de 2017 (NV, número de visitas; FV, frequência de visitas; IO, número de indivíduos observados; TV(S), tempo médio de permanência sobre as plantas por visita (média \pm desvio padrão)).

FAMÍLIA/ Espécie	<i>Cereus jamacaru</i>				<i>Pilosocereus pachycladus</i>				<i>Pilosocereus gounellei</i>				<i>Pilosocereus tuberculatus</i>			
	NV	FV	IO	TV	NV	FV	IO	TV	NV	FV	IO	TV	NV	FV	IO	TV
COLUMBIDAE																
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)					4	9,52	4	31,5 \pm 21,7	1	0,06	1	58,0 \pm 58,0				
PICIDAE																
<i>Veniliornis passerinus</i> (Linnaeus, 1766)	8	6,84	6	85,6 \pm 38,5	2	4,76	2	77,5 \pm 19,09								
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	1	0,85	1	84,0 \pm 84,0												
PSITTACIDAE																
<i>Eupsittula cactorum</i> (Kuhl, 1820)					1	2,38	1	7,0 \pm 7,0								
<i>Forpus xanthopterygius</i> (Spix, 1824)	1	2,38	1	258,0 \pm 258,0	1	6,25	1	690,0 \pm 690,0	4	2	143,0 \pm 168,29					
FURNARIIDAE																
<i>Pseudoseisura cristata</i> (Spix, 1824)	7	5,98	5	60,0 \pm 24,1												
TYRANNIDAE																
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)					1	2,38	1	2,0 \pm 2,0								
<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	8	6,84	7	10,7 \pm 19,5												
CORVIDAE																
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	9	7,69	6	89,0 \pm 83,5												
MIMIDAE																
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	19	16,24	15	160,1 \pm 296,8	2	4,76	2	90,0 \pm 42,4	1	6,25	1	39,0 \pm 39,0				
PASERELLIDAE																
<i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776)					1											
ICTERIDAE																
<i>Icterus jamacaii</i> (Gmelin, 1788)	8	6,84	7	139,4 \pm 110,3												
THRAUPIDAE																
<i>Paroaria dominicana</i> (Linnaeus, 1758)	9	7,69	6	50,3 \pm 39,4	5	11,9	4	64,5 \pm 37,9	2	12,5	2	97,5 \pm 27,5				
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	22	17,09	13	45,0 \pm 34,2	1	2,38			3	18,75	3	37,6 \pm 36,6				
<i>Tangara cyana</i> (Linnaeus, 1766)	13	11,11	9	35,6 \pm 16,3	2	4,76	2	14,5 \pm 7,7								
<i>Coryphospingus pileatus</i> (Wied, 1821)	2	1,71	1	100,0 \pm 100,0	13	30,95	12	61,0 \pm 78,2								
<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	9	7,69	8	55,7 \pm 39,7	6	14,29	5	73,8 \pm 53,2	1	6,25	1	35,0 \pm 35,0				
<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	3	2,56	3	64,6 \pm 28,2	1	2,38	1	16,0 \pm 16,0	7	43,75	5	289,6 \pm 289,9				
<i>Sporophila albogularis</i> (Spix, 1825)																
FRINGILLIDAE																
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	1	0,85	1	87,0 \pm 87,0	2	4,76	1	24,0 \pm 24,0								

Tab. II. Lista das espécies de aves visitantes dos frutos de *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus pachycladus*, *Pilosocereus gounellei* subsp. *gounellei* e *Pilosocereus tuberculatus* no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil entre fevereiro e agosto de 2017. Táticas de captura (incluindo observações sistemáticas e assistemáticas): Bicando – *picking* (PI), Alcançando - *reaching* (RE), Pendurando – *hanging* (HA), Pairando – *hovering* (HO), Investindo – *stalling* (ST) e entre parênteses a quantidade de táticas de captura registradas.

FAMÍLIA/ Espécie	<i>Cereus jamacaru</i>	<i>Pilosocereus pachycladus</i>	<i>Pilosocereus gounellei</i>	<i>Pilosocereus tuberculatus</i>	Número de frutos consumidos	Táticas de captura
COLUMBIDAE						
<i>Columbina picui</i>		x	x		6	PI(5)
PICIDAE						
<i>Veniliornis passerinus</i>	x	x			11	PI(8)
<i>Colaptes melanochloros</i>	x				2	PI
PSITTACIDAE						
<i>Eupsittula cactorum</i>		x			1	PI
<i>Forpus xanthopterygius</i>		x	x	x	10	PI(4)
FURNARIIDAE						
<i>Pseudoseisura cristata</i>	x				7	RE(3)
TYRANNIDAE						
<i>Empidonomus varius</i>		x			1	HO(1)
<i>Tyrannus melancholicus</i>	x				8	ST(7) PI(1)
CORVIDAE						
<i>Cyanocorax cyanopogon</i>	x				8	RE(3) PI(2)
MIMIDAE						
<i>Mimus saturninus</i>	x	x	x		26	PI(8)RE(4)
PASSERELLIDAE						
<i>Zonotrichia capensis</i>		x			1	PI(1)
ICTERIDAE						
<i>Icterus jamacaii</i>	x				12	RE(2)HA(2)
THRAUPIDAE						
<i>Paroaria dominicana</i>	x	x	x		14	PI(12)RE(3)
<i>Tangara sayaca</i>	x	x	x		25	PI(19)RE(1)
<i>Tangara cayana</i>	x	x			11	PI(11)
<i>Coryphospingus pileatus</i>	x	x			14	PI(15)
<i>Tachyphonus rufus</i>	x	x	x		11	PI(16)ST(1)
<i>Coereba flaveola</i>	x	x			10	PI(2)RE(1)
<i>Sporophila albogularis</i>			x		8	PI(4)RE(3)
FRINGILLIDAE						
<i>Euphonia chlorotica</i>	x	x			2	PI(2)

Doze espécies demonstraram comportamentos de territorialidade, que incluíram encontros agonísticos durante o forrageamento nas cactáceas. Foram observados 20 encontros agonísticos, com vocalização e ataques agressivos, sendo 12 intraespecíficos e oito interespecíficos. *Cereus jamacaru* foi a espécie com maior número de encontros agonísticos registrados (n = 11), seguida por *P. pachycladus* (n = 6) e *P. tuberculatus* (n = 2); em *P. gounellei* subsp. *gounellei* foi registrado apenas um encontro agonístico. Estas interações ocorreram entre 12 das 20 espécies registradas (Tab. III). As interações intraespecíficas predominaram em *T. rufus* (n = 4), seguida por *C. pileatus* (n = 3). Em ambos os casos, as fêmeas sempre dominaram os machos (Tab. III).

Considerando o número de visitas e o comportamento das aves, sugere-se que *T. rufus*, *T. sayaca*, *P. dominicana* e *M. saturninus* sejam os principais potenciais dispersores de sementes das cactáceas estudadas.

DISCUSSÃO

Foram registradas 20 espécies de aves utilizando os frutos de *C. jamacaru*, *P. gounellei* subsp. *gounellei*, *P. pachycladus* e *P. tuberculatus* como recurso alimentar, o que equivale a 10,4% das aves que ocorrem no PNC (LASCASAS *et al.*, 2019). Os trabalhos mais recentes que relatam espécies de aves que utilizam os frutos de cactos colunares como recurso alimentar no Domínio da Caatinga (GOMES *et*

Tab. III. Encontros agonísticos entre espécies de aves visitantes dos frutos de *Cereus jamacaru*, *Pilosocereus gounellei* e *Pilosocereus pachycladus* no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil entre fevereiro e agosto de 2017 (Vp, *Veniliornis passerinus*; Ts, *Tangara sayaca*; Cc, *Cyanocorax cyanopogon*; Ij, *Icterus jamacaii*; Ms, *Mimus saturninus*; Pc, *Pseudoseisura cristata*; Sa, *Sporophila albogularis*; Tr, *Tachyphonus rufus*; Fx, *Forpus xantopterygius*; Cp, *Columbina picui*; Cp*, *Coryphospingus pileatus*; Tc, *Tangara cayana*; Cf, *Coereba flaveola*; Pd, *Paroaria dominicana*).

Espécies dominantes	Espécies subordinadas								
	Ij	Cf	Ms	Pd	Sa	Tr	Fx	Cp	Tc
Vp	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ts	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cc	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Ij	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ms	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Pc	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sa	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Tr	0	0	0	0	0	5	0	0	0
Fx	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Cp	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cp*	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Tc	0	0	0	0	0	0	0	0	1

al., 2014, 2017) e em outras regiões semiáridas neotropicais (RUIZ *et al.*, 2000; GODÍNEZ-ALVAREZ *et al.*, 2002; NARANJO *et al.*, 2003; RENGIFO *et al.*, 2007; MARÍN-ESPINOZA & DURÁN-MAITA, 2016) reportaram composição taxonômica (em nível de família) de aves similar ao deste estudo. Todas elas compartilham ou apresentam congêneres em Picidae, Psittacidae, Mimidae, e Icteridae, por exemplo. SORIANO *et al.* (1999) sugeriram que este possa ser um padrão de composição taxonômico compartilhado em localidades cujas condições ecológicas sejam mais extremas, como é o caso do PNC, que possui uma sazonalidade definida, longo período de estiagem e um curto período de chuva (SNE, 2002).

Cada espécie de cactácea apresentou um conjunto de aves visitantes. *Pilosocereus tuberculatus* foi visitada exclusivamente por uma espécie de ave, *F. xanthopterygius*, psitacídeo frugívoro comum no PNC e considerado predador de sementes (FIGUEIREDO, 1996). Esta baixa taxa de visitação pode ter ocorrido devido a menor disponibilidade de indivíduos frutificando em relação às outras espécies estudadas na área. Sete espécies de aves observadas consumindo frutos de *C. jamacaru* no PNC constituem novidades em relação aos visitantes dessa cactácea na Caatinga paraibana (GOMES *et al.*, 2014): *C. melanochloros*, *T. melancholicus*, *C. cyanopogon*, *T. sayaca*, *T. cayana*, *T. rufus* e *C. flaveola*. Das sete espécies de aves observadas se alimentando dos frutos de *P. gounellei* subsp. *gounellei* no PNC, seis são novas em relação aos visitantes dessa cactácea na Paraíba (GOMES *et al.*, 2017): *Columbina picui* (Temminck, 1813), *M. saturninus*, *P. dominicana*, *T. sayaca*, *T. rufus* e *S. albogularis*. O registro de aves atuando como frugívoros e potenciais dispersores de *P. pachycladus* e *P. tuberculatus* é inédito.

Do ponto de vista fitocêntrico, fatores como o padrão subanual de frutificação, que permite mais de um ciclo de produção de frutos, a sincronia na fenologia de frutificação entre diferentes espécies de Cactaceae, e frutos

com morfologia similares podem explicar as semelhanças nas composições locais dos visitantes (GOMES *et al.*, 2017). Para as aves, outros fatores podem explicar a variação na composição das espécies visitadas. Diferenças nas frequências de visitas e no tempo de permanência nas espécies, por exemplo, podem estar relacionados com a abundância dos recursos alimentares na área de estudo, a sazonalidade na fenologia de frutificação das plantas na comunidade, a preferência alimentar por parte das aves, e a exclusão competitiva através da territorialidade e dos encontros agonísticos (LAS-CASAS *et al.*, 2012b).

O tempo médio de visitas, em maioria inferior a três minutos, sugere que as aves dispersem as sementes para longe da planta-mãe. O padrão inverso, com longos períodos de visitação, pode afetar negativamente a dispersão, visto que as sementes tendem a ser dispersas sob a própria planta (PRATT & STILES, 1983; HOWE *et al.*, 1985; GOMES *et al.*, 2017).

Com relação à frequência de visitação, *C. jamacaru*, *P. pachycladus* e *P. gounellei* subsp. *gounellei* apresentaram como potenciais dispersores de suas sementes, em sua maioria, aves consideradas frugívoras generalistas (*e.g.*, *T. sayaca*) e onívoras (*M. saturninus*) (LAS-CASAS *et al.*, 2012a). Estas últimas, além de mais frequentes, tiveram tempo de visitas menor. As espécies onívoras são também consideradas mais tolerantes e comuns em ambientes áridos e semiáridos (ARAUJO & SILVA, 2017; SANTOS *et al.*, 2017), por serem mais adaptadas às flutuações dos recursos. Essas espécies compõem um grupo generalista, muitas vezes sinantrópicas, que conseguem aumentar o seu tamanho populacional em áreas alteradas, como as que encontramos no PNC (WILLIS, 1979; RITO *et al.*, 2017; SFAIR *et al.*, 2018). Os frugívoros generalistas são considerados bons agentes dispersores de sementes entre fragmentos florestais, pois aumentam a sobrevivência e a variabilidade genética das espécies vegetais, garantindo uma dispersão mais eficiente em comparação aos frugívoros especialistas (WHEELWRIGHT & ORIAN, 1982; MOERMOND

& DENSLow, 1985; ESTRADA *et al.*, 1993; FADINI & MARCO JR, 2004). Essas espécies possuem amplo deslocamento e maior capacidade de dispersão, conseguindo transitar entre áreas abertas, semiabertas e florestais (SILVA, 1988).

As cactáceas são consideradas recursos-chave para os vertebrados frugívoros da Caatinga (GOMES *et al.*, 2017), mas também foram utilizadas por espécies onívoras, incluindo aquelas que consomem predominantemente insetos ou sementes (*e.g.*, *V. passerinus*, *S. albogularis*). Uma possível explicação pode estar relacionada à sazonalidade e à variação na disponibilidade dos recursos alimentares na Caatinga (HOWE & ESTABROOK, 1977; LAS-CASAS *et al.*, 2012a; ARAUJO & SILVA, 2017). Por ser uma das famílias mais representativas em termos de disponibilidade de recursos, uma vez que diferentes espécies frutificam ao longo do ano, as cactáceas constituem uma fonte alimentar alternativa e importante para a avifauna (GOMES *et al.*, 2017).

A maioria dos encontros agonísticos foi intraespecífico e registrado para cinco espécies (*S. albogularis*, *T. rufus*, *F. xanthopterygius*, *C. pileatus* e *T. cayana*). As interações interespecíficas, apesar de menos frequentes, envolveram dez espécies de aves. Encontros agonísticos com comportamentos agressivos, aliados a um longo período sobre a planta, podem afetar negativamente a dispersão, impedindo a aproximação de outros dispersores (PIZO, 1997). No entanto, GONÇALVES & VITORINO (2014) sugerem que ambas as espécies envolvidas podem contribuir indiretamente com a dispersão das sementes, uma vez que tendem a se afastar da planta após o encontro agonístico.

O presente estudo demonstra que os frutos de cactáceas são consumidos por uma assembleia diversificada de aves, e sugere que esses recursos alimentares sejam importantes para aves na Caatinga (LAS-CASAS *et al.*, 2012b; ARAUJO & SILVA, 2017). Ademais, indica que as aves podem ter um papel importante na dispersão dessas plantas, visto que algumas espécies observadas consumindo frutos de cactos exibem características de potenciais dispersoras de sementes. Entretanto, ressalta-se que trabalhos relacionados à eficácia da germinação das sementes após a passagem pelo trato digestivo das aves devem ser conduzidos para determinar quais espécies de fato realizem a dispersão de forma eficiente (GOMES *et al.*, 2017).

Agradecimentos. Agradecemos aos revisores pelas informações e comentários. O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD) Catimbau e CNPQ/FACEPE Pós-Doutorado FMGLC - DCR-0018-2 05/15.

REFERÊNCIAS

- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* **49**:227-266.
- ARAUJO, H. F. P. & SILVA, J. M. C. 2017. The Avifauna of the Caatinga: Biogeography, Ecology, and Conservation. *In*: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R. & TABARELLI, M. eds. **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America**. Switzerland, Springer International Publishing, p.181-210.
- CHRISTIANINI, A. V. & OLIVEIRA, O. S. 2010. Birds and ants provide complementary seed dispersal in a Neotropical savanna. *Journal of Ecology* **98**:573-582.
- COATES-ESTRADA, J. & ESTRADA, P. 1988. Frugivory and Seed Dispersal in *Cymbopetalum baillonii* (Annonaceae) at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* **4**:157-172.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; MERITT, D.; MONTIEL, S. & CURIEL, D. 1993. Patterns of frugivore species richness and abundance in forest islands and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Vegetatio* **107**:245-257.
- FADINI, R. F. & MARCO JR, P. 2004. Interações entre aves frugívoras e plantas em um fragmento de mata atlântica de Minas Gerais. *Ararajuba* **2**:97-103.
- FIGUEIREDO, R. A. 1996. Complex interactions in nature: parrotlet feeding on fig fruits lessens seed dispersal and pollen flow. *Ciência e Cultura* **48**:282-283.
- FRANCISCO, M. R. & GALETTI, M. 2001. Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Ararajuba* **9**(1):13-19.
- FRANÇA, L. F.; RAGUSA-NETTO, J. & DE PAIVA, L. V. 2009. Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (*Ramphastos toco*) em dois habitats do Pantanal Sul. *Biota Neotropica* **9**(2):125-130.
- GODÍNEZ-ALVAREZ, H.; VALIENTE-BANUET, A. & ROJAS-MARTÍNEZ, A. 2002. The role of seed dispersers in the population dynamics of the columnar cactus *Neobuxbaumia tetetzo*. *Ecology* **83**(9):2617-2629.
- GOMES, A. L. S.; MARCELIANO, M. L. V. & JARDIM, M. A. G. 2008. Consumo dos frutos de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. (Melastomataceae) por aves na Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Ornitologia* **16**(4):383-386.
- GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M. & ARAUJO, H. F. P. 2014. Frugivory and seed dispersal by birds in *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **74**(1):32-40.
- GOMES, V. G. N.; MEIADO, M. V.; QUIRINO, Z. G. M.; ARAUJO, H. F. P. & MACHADO, I. C. 2017. Synchronous fruiting and common seed dispersers of two endemic columnar cacti in the Caatinga, a dry forest in Brazil. *Plant Ecology* **218**:1325-1338.
- GONÇALVES, G. L. & VITORINO, B. D. 2014. Comportamento alimentar de aves em *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae) em um ambiente urbano no município de Luz, Minas Gerais, Brasil. *Biota Amazônia* **4**(3):100-105.
- GONZÁLEZ-ESPINOSA, M. & QUINTANA-ASCENCIO, P. F. 1986. Seed predation and dispersal in a dominant desert plant: *Opuntia*, ants, birds, and mammals. *In*: ESTRADA, A. & FLEMING, T. H. eds. **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht, Springer. v. 15, p. 273-284.
- HERRERA, C. M. & JORDANO, P. 1981. *Prunus mahaleb* and birds: the high-efficiency seed dispersal system of a temperate fruiting tree. *Ecological Monographs* **51**:203-281.
- HOWE, H. F. & ESTABROOK, G. F. 1977. On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *The American Naturalist* **111**:817-832.
- HOWE, H. F.; SCHUPP, E. W. & WESTLEY, L. C. 1985. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). *Ecology* **66**:781-791.
- JORDANO, P. 1987. Patterns of mutualistic interactions in pollination and seed dispersal: connectance, dependence asymmetries, and coevolution. *The American Naturalist* **129**:657-677.
- JORDANO, P. 1993. Geographical ecology and variation of plant-seed disperser interactions: southern Spanish junipers and frugivorous thrushes. *Plant Ecology* **107**:85-104.
- JORDANO, P. 2000. Fruits and frugivory. *In*: FENNER, M. ed. **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, Commonwealth Agricultural Bureau International. v.2, p. 125-166.
- JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A. & SILVA, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. *In*: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. VAN & ALVES, M. A. S. **Biologia da conservação: essências**. São Paulo, Rima, p. 411-436.
- LAS-CASAS, F. M. G.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M. & DIAS FILHO, M. M. 2012a. The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology* **72**:51-58.
- LAS-CASAS, F. M. G.; AZEVEDO JÚNIOR, S. M. & DIAS FILHO, M. M. 2012b. Community structure and bird species composition in a caatinga of Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology* **20**(3):302-311.

- LAS-CASAS, F. M. G.; PEREIRA, I. M. S.; SANTOS, L. D. N. & NAKA, L. N. 2019. The avifauna of the Catimbau National Park, an important protected area in the Brazilian semi-arid. *Revista Brasileira de Ornitologia* **27**(2):79-93.
- MAGURRAN, A. E. 2004. **Measuring biological diversity**. Oxford, Blackwell Science. 264p.
- MARÍN-ESPINOZA, G. & DURÁN-MAITA, M. 2016. Ornito-frugivoria en *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb y *Cereus repandus* Mill. (Cactaceae) durante el período de lluvias en un hábitat xerofítico litoral del Nororiente de Venezuela. *The Biologist* **14**(2):401-414.
- MOERMOND, T. C. & DENSLow, J. S. 1985. Neotropical avian frugivores: patterns of behavior, morphology, and nutrition, with consequences for fruit selection. *Ornithological Monographs* **36**:865-897.
- NARANJO, M. E.; RENGIFO, C. & SORIANO, P. J. 2003. Effect of ingestion by bats and birds on seed germination of *Stenocereus griseus* and *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). *Journal of Tropical Ecology* **19**(1):19-25.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOs, P.; STEVENS, M. H. H. & WAGNER, H. 2016. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.3-3. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>>. Acesso em: 11.07.2018.
- PARRINI, R. & PACHECO, J. F. 2011. Frugivoria por aves em seis espécies arbóreas do gênero *Miconia* (Melastomataceae) na Mata Atlântica do parque nacional da Serra dos Órgãos, Região Sudeste do Brasil. *Atualidades Ornitológicas* **159**:51-58.
- PARRINI, R.; RAPOSO, M. A.; DEL HOYO, J. & SILVA, A. R. 2013. *Schefflera morototoni* (Araliaceae) como importante recurso alimentar para as aves durante a estação seca na Amazônia central. *Cotinga* **35**(1):1-4.
- PASCOTTO, M. C. 2007. *Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez. (Myrsinaceae) como uma importante fonte alimentar para as aves em uma mata de galeria no interior do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Zoologia* **24**(3):735-741.
- PETTIT, S. 2001. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curaçao. *Journal of Arid Environments* **49**:521-531.
- PIACENTINI, V. Q.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; MAURÍCIO, G. N.; PACHECO, J. F.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; NAKA, L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; SILVEIRA, L. F.; BETINI, G. S.; CARRANO, E.; FRANZ, I.; LEES, A. C.; LIMA, L. M.; PIOLI, D.; SCHUNCK, F.; AMARAL, F. R.; BENCKE, G. A.; COHN-HAFT, M.; FIGUEIREDO, L. F. A.; STRAUBE, F. C. & CESARI, E. 2015. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee / Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. *Revista Brasileira de Ornitologia* **23**:91-298.
- PIMENTA-BARRIOS, E. 1997. Prickly pear (*Opuntia* spp.): a valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. *Journal of Arid Environments* **28**:1-11.
- PIZO, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabrlea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **13**(4):559-577.
- PIZO, M. A. & GALETTI, M. 2010. Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes por aves. In: ACCORDI, I.; STRAUBE, F. C. & VON MATTER, S. eds. **A Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Rio de Janeiro, Technical Books, p.493- 504.
- PRATT, T. K. & STILES, E. W. 1983. How long fruit-eating birds stay in the plants where they feed: implications for seed dispersal. *The American Naturalist* **122**(6):797-805.
- R CORE TEAM. 2017. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena, R Foundation for Statistical Computing.
- RENGIFO, G. C.; NARANJO, M. E. & SORIANO, P. J. 2007. Fruit consumption by birds and bats on two species of columnar cacti in a semi-arid Andean enclave of Venezuela. *Caribbean Journal of Science* **43**:254-259.
- RITO, K. F.; ARROYO-RODRÍGUEZ, V.; QUEIROZ, R. T.; LEAL, I. R. & TABARELLI, M. 2017. Precipitation mediates the effect of human disturbance on the Brazilian Caatinga vegetation. *Journal of Ecology* **105**:828-838.
- RODAL, M. J. L.; ANDRADE, K. V. S.; SALES, M. F. & GOMES, A. P. S. 1998. Fitosociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* **58**:517-526.
- RUIZ, A.; SANTOS, M.; CAVELIER, J. & SORIANO, P. J. 2000. Estudio fenológico de cactáceas en el enclave seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica* **32**(3):397-407.
- SANTOS, R. G.; FRANCHIN, A. G. & NUNES, J. F. 2017. Frugivoria por aves em *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae) em uma área verde urbana de passos-MG. *Biodiversidade* **16**(3):16-26.
- SCHLUMPPBERGER, B. O. 2010. A survey on pollination modes in cacti and a potential key innovation. In: PATINY, S. ed. **Evolution of plant-pollinator relationships**. Cambridge, Cambridge University, p. 301-319.
- SCHUPP, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Plant Ecology* **107**(108):15-29.
- SCHUPP, E. W.; MILLERON, T. & RUSSO, S. E. 2002. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species-rich tropical forests. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R. & GALETTI, M. **Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation**. Oxford, Oxford University Press, p. 19-33.
- SCHUPP, E. W.; JORDANO, P. & GÓMEZ, J. M. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist* **188**(2):333-353.
- SFAIR, J. C.; DE BELLO, F.; DE FRANÇA, T. Q.; BALDAUF, C. & TABARELLI, M. 2018. Chronic human disturbance affects plant trait distribution in a seasonally dry tropical forest. *Environmental Research Letters* **13**(2):1-12.
- SILVA, W. R. 1988. Ornitorcoria em *Cereus peruvianus* (Cactaceae) na Serra do Japi, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* **48**(2):381-389.
- SNE - SOCIEDADE NORDESTINA DE ECOLOGIA. 2002. **Projeto Técnico para a Criação do Parque Nacional do Catimbau/PE**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco - SECTMA, Recife.
- SORIANO, P. J.; NARANJO, M. E.; RENGIFO, C.; FIGUEIRA, M.; RONDON, M. & RUIZ, R. L. 1999. Aves consumidoras de frutos de Cactáceas columnares Del enclave semiárido de Lagunillas, Mérida, Venezuela. *Ecotropicos* **12**:91-100.
- STILES, E. W. 2000. Animals as seed dispersers. In: FENNER, M. ed. **Seeds, the Ecology of Regeneration in Plant Communities**. Wallingford, Centre for Agriculture and Bioscience International, p. 111-124.
- TAYLOR, N. P. & ZAPPI, D. C. 2004. Cacti of eastern Brazil. Royal Botanic Gardens.
- TERBORGH, J. 1986. Community aspects of frugivory in tropical forests. In: ESTRADA, A. & FLEMING, T. H. eds. **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht, W. Junk Publishers., p. 371-384.
- TERBORGH, J.; PITMAN, N.; SILMAN, M.; SCHICHTER, H. & NÚÑEZ, P. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forests. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R. & GALETTI, M. **Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation**. Oxford, Oxford University Press, p. 1-17.
- VAN DER PIJL, L. 1982. **Principles of dispersal in higher plants**. Berlin, Springer-Verlag. 214p.
- WHEELWRIGHT, N. T. & ORIANs, G. H. 1982. Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, problems of terminology, and constraints on coevolution. *The American Naturalist* **119**:402-413.
- WHELAN, C. J.; WENNY, D. G. & MARQUIS, R. J. 2008. Ecosystem services provided by birds. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1134**:25-60.
- WICKHAM, H. 2016. **ggplot2: elegant graphics for data analysis**. 2ed. New York, Springer-Verlag. 260p.
- WILLIS, E. O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papéis Avulsos de Zoologia* **33**:1-25.
- ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P.; SANTOS, M. R. & LAROCCA, J. 2016. Cactaceae. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB70>>.