

FRUGIVORIA POR AVES EM *MYRSINE CORIACEA* ((SW.) R.BR. EX ROEM. & SCHULT.) (PRIMULACEAE) E SEU USO POTENCIAL EM PROJETOS DE RESTAURAÇÃO

ZIMMERMANN, C. E.*

1. Laboratório de Ecologia e Ornitorologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Regional de Blumenau (FURB), Blumenau, Santa Catarina, Brasil.

*Corresponding author: cezimmer@furb.br

ABSTRACT

Zimmermann, C. E. (2021). Frugivory by birds *Myrsine coriacea* ((Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.) (Primulaceae) and their potential use in restoration projects. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* 25(1). ISSN 1983-9057. DOI: 16682/bjast.v25n1. Frugivory and seed dispersal studies are fundamental to comprehend the reproductive biology of plants. The aim of this work was to identify the species of birds that interact with *M. coriacea*, identifying its potentials dispersal vectors and assessing the use of this plant on ecological restoration programs. The observations were conducted on forest edges at Serra do Itajaí National Park, in two different moments with complementary methodologies. In the first period between June 2001 and 2002 it was adopted the hour-plant (tree-focal) as observation unit, with 15 plants selected for quantitative records, distributed throughout the day and totalizing 21 hours of observation. In the second period, from January 2013 to August 2015, it was adopted the feeding-bouts method on existing tracks. Considering both methods, 31 bird species were registered. Among them stand out in the focal method the species *Turdus rufiventris* (Vieillot, 1818), *T. amaurochalinus* (Cabanis, 1850) e *T. abicollis* (Vieillot, 1818), which in short visits ingested entire fruits, just as *Tangara desmaresti* (Vieillot, 1819) and *Chiroxiphia caudata* (Shaw & Nodder, 1793), forest species that promote the flow of seeds from more advanced stages of succession to areas under restoration. These ecological aspects authorize the use of *M. coriacea* in ecological restoration projects.

Key Words: Plant-animal Interaction, Seed Dispersal, Nucleation.

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é considerada um dos Hotspot mundiais de alta biodiversidade, devido à alta taxa de endemismo e perda de habitats (Mittermeier et al., 1998; Myers et al., 2000; Tonetti et al., 2017). É considerada uma das florestas mais ameaçadas e com alta prioridade para a conservação da biodiversidade (Crouzeilles et al., 2020; Rosa et al., 2021). Atualmente a área florestal remanescente é inferior a 10% da área original (Ribeiro et al., 2009; Borgo et al., 2011).

Outro fenômeno originado pela exploração da Floresta Atlântica é a fragmentação da sua área florestal remanescente, considerada uma importante força que acarreta perdas de biodiversidade (Willis, 1979; Bierregaard & Lovejoy, 1989; Anjos & Boçon, 1999; Pizo, 1997; Aleixo, 2001; Anjos 2001; Gimenes & Anjos, 2003).

Com a fragmentação da floresta surgem efeitos biológicos negativos provocando alterações na composição e abundância das espécies e nos padrões de dispersão de sementes (Willis, 1979; Aleixo & Vielliard, 1995; Thiollay, 1999; Jordano et al., 2006; Giraudo et al., 2008). Estes efeitos conhecidos por efeito de borda, são influenciados especialmente pelo isolamento e grau de permeabilidade da matriz que que circunda e separa os fragmentos (Bierregaard & Lovejoy, 1989; Tabanez et al., 1997; Boscolo & Metzger, 2011).

Desta forma, ações que visem aumentar a conectividade destes remanescentes na paisagem, como a implantação de corredores ecológicos via restauração ecológica, são modelos complementares de conservação, que aumentam o valor biológico e serviços ecossistêmico destas áreas (Bechara, et al., 2016). Permitem ainda uma maior capacidade dos remanescentes de abrigar espécies endêmicas e com algum grau de ameaça (Cairns, 1997, Giraudo et al., 2008, Consema, 2011; Pereira et al., 2013).

Na região Neotropical a interação planta-animal é frequente, onde aproximadamente 30% das espécies de aves incluem frutos na dieta, bem como, mais de 90% das plantas possuem polpa ou arilo nutritivo (Janzen 1970, 1971; Snow, 1971; Mckey, 1975; Howe, 1977; Wheelwright et al., 1984; Howe & Wesley, 1988). A restauração ecológica se estrutura nos conhecimentos das interações envolvendo principalmente a dispersão e a chuva de sementes (Reis et al., 1999; Jordano et al., 2006; Três et al., 2007; Kriek et al., 2008; Três & Reis, 2009).

Diante da perda de biodiversidade os modelos de restauração ecológica vêm despertando interesse não apenas no Brasil (Weiher, 2007; Sampaio et al., 2007). O ponto principal é ampliar as possibilidades para que a sucessão natural possa se expressar (Yarranton & Morrison, 1974). Viabilizando níveis mínimos de biodiversidade e variabilidade nos componentes estruturais e funcionais do meio (Barbosa & Pizo, 2006).

Busca-se assim, uma estrutura mais próxima da comunidade anterior à degradação (Reis et al., 2003; Espíndola et al., 2005), aproveitando para isso, os níveis de resiliência ainda presente no ambiente (Jordan, 1997; Ruiz-Jean Aide, 2005; Chazdon & Uriarte, 2016).

Uma dos modelos reconhecido como eficiente e rápido de facilitar a restauração ecológica em uma paisagem degradada, é a utilização ou manejo de poleiros naturais, plantas remanescentes com elevada produção de frutos (Zwiener et al., 2014). Estas seriam capazes de atrair uma grande variedade de agentes dispersores, dando início aos núcleos ou ilhas de alta biodiversidade (Yarranton & Morrison, 1974; Guevara et al., 1986; Pineschi, 1990, Reis et al., 2003; Kriek et al., 2006; Corbin & Holl, 2012).

Neste contexto de restauração ecológica se encaixa a família Primulaceae com 11 gêneros nativos e entre estes *Myrsine*, com 26 espécies no Brasil (Souza, 2014; Pereira & Jacobi, 2014). *Myrsine coriacea* é reconhecida como uma espécie pioneira presente em estudos do banco de sementes no solo (Neto et al., 2007; Souza et al., 2011). É procurada por muitas espécies de aves que consomem seus frutos (Pineschi, 1990; Freitas & Kinoshita, 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de aves que interagem com *Myrsine coriacea* para caracterizar os principais aspectos da frugivoria, identificando seus potenciais vetores de dispersão e avaliar o potencial uso desta planta em programas de restauração ecológica de áreas degradadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Conhecida por capororoca, *Myrsine coriacea*, pode se apresentar como árvores ou arvoretas variando de 4 a 10 metros de altura. A frutificação é abundante com ramos apresentando frutos globosos entre 3 a 4 mm de comprimento e 3 mm de largura, de coloração verde quando imaturos, passando ao negro-arroxeadada quando maduros, semente e pericarpo bastante fino (Figura 1).

Floresce pelo menos duas vezes por ano, não sendo raro observar no mesmo indivíduo flores e frutos maduros simultaneamente. Apresenta uma vasta distribuição ocorrendo nas diversas formações florestais do Brasil, principalmente em áreas abertas e beira de estradas (Pineschi, 1990; Freitas & Kinoshita, 2015). Em Santa Catarina ocorre em capoeiras nas encostas na floresta pluvial da Encosta Atlântica (Reitz et al., 1983).

Área de estudo

O registro das interações de *M. coriacea* com as espécies de aves foi realizado no Parque Nacional



Figura 1 - Frutificação de *Myrsine coriacea* ((SW.) R. Br. Ex Roem. & Schult.) (Primulaceae) na área de estudo. Parque Nacional da Serra do Itajaí no estado de Santa Catarina.

da Serra do Itajaí (27° 01' e 27° 06' S e 49° 01' e 49° 10' W). O parque apresenta uma área total de 57.374 hectares, localizando-se no Vale do Itajaí, Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil, abrangendo terras de nove municípios: Ascurra, Apiúna, Blumenau, Botuverá, Gaspar, Guabiruba, Indaial, Presidente Nereu e Vidal Ramos (Funez & Gasper, 2014) (Figura 2).

A vegetação predominante no Parque é a Floresta Ombrófila Densa, com as seguintes formações vegetais: Floresta Ombrófila Densa Submontana; Montana e Altomontana (Funez & Gasper, 2014). As observações ocorreram nos setores Nascentes e Faxinal, situados nas cidades de Blumenau e Indaial, respectivamente, em bordas de floresta que fazem limite com pastagens gradativamente abandonadas, após a decretação da criação do Parque em 2004.

Registro das espécies de aves

Para registrar a interação das espécies de aves com os frutos de *Myrsine coriacea*, duas metodologias de observação foram empregadas. No primeiro método, indivíduos próximos das trilhas foram selecionados para observação, desde que apresentassem frutos maduros e estivessem situados a uma distância conveniente que não interferisse no comportamento de visitação das aves (Zaca et al., 2006).

Estes registros foram qualitativos e realizados no setor Nascentes dentro do período de frutificação da espécie, entre agosto de 2001 e dezembro de 2002, com as observações ocorrendo nos dois períodos do dia. Como unidade de observação adotou-se a hora-planta (árvore-focal) (Silva, 1988; Argel-de-Oliveira, 1992; Zimmermann, 1996; Zaca et al., 2006), que consiste no registro do consumo e de parâmetros comportamentais das espécies de aves visitantes durante um intervalo de 60 minutos.

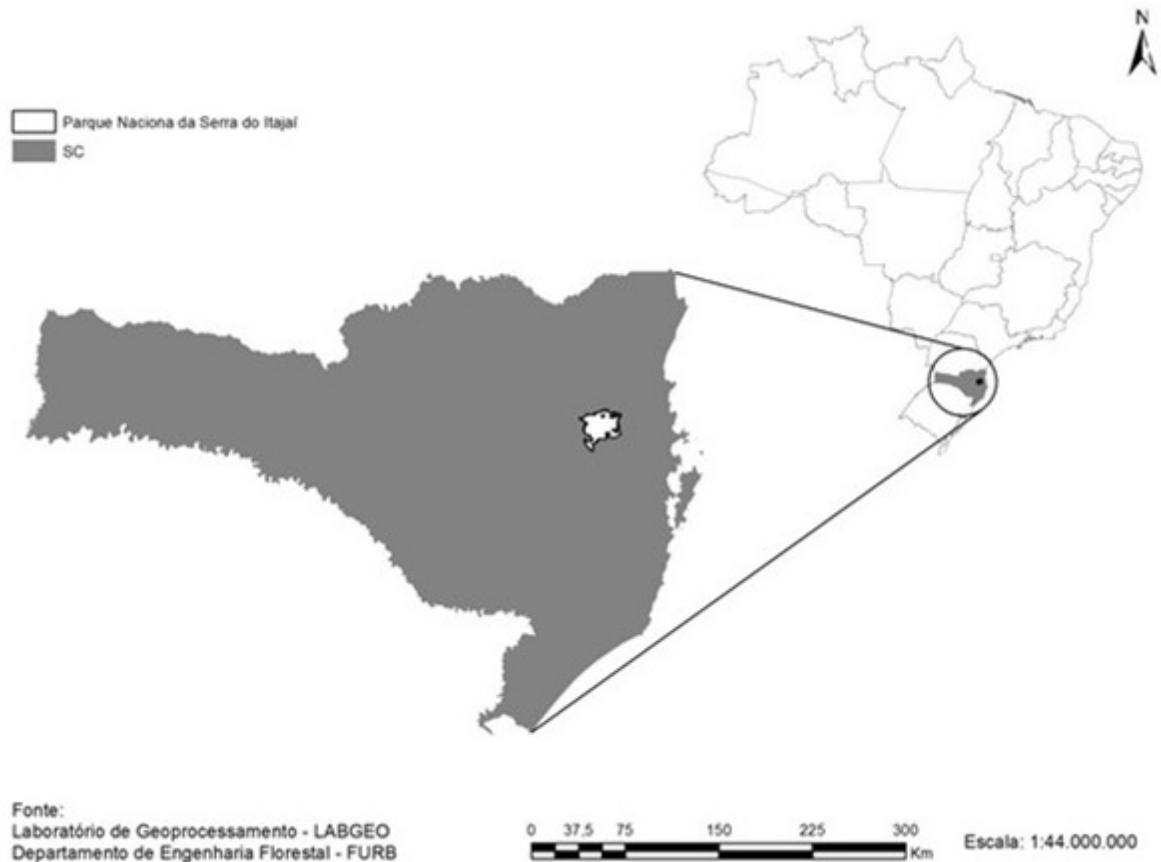


Figura 2 - Localização do Parque Nacional da Serra do Itajaí no estado de Santa Catarina.

Foram registrados os seguintes parâmetros e comportamentos das espécies de aves visitantes: a) o número de visitas; b) o número de frutos consumidos; c) o modo de captura do fruto, cuja classificação foi adaptada de Moermond & Denslow (1985); d) o modo de consumo (tratamento) dado aos frutos no bico, que neste trabalho foi padronizado em retirar a polpa (mastiga) ou engole inteiro, ou seja, sem qualquer tipo de tratamento no bico e, e) a duração das visitas.

Estes parâmetros eram registrados para um indivíduo de uma determinada espécie de ave independente do número de indivíduos presentes, terminando apenas quando este se retirava da copa como detalhado em Zimmermann (1996). Na chegada de bandos mono específicos, as informações foram obtidas pela observação de um único indivíduo (animal focal) (Jesus & Monteiro-Filho, 2007).

Para complementar o número de espécies que interagem com *Myrsine coriacea*, observações fora do período dos registros qualitativos foram realizadas entre janeiro de 2013 a agosto de 2015, aplicando-se o método de *feeding-bouts* (encontros de alimentação) (Zaca et al., 2006) no setor Faxinal, onde estradas e acessos eram lentamente percorridos do início ao

final do dia, com o registro apenas da espécie de aves interagindo com plantas nas bordas destes acessos. Nos dois métodos a identificação em campo das aves foi auxiliada pelo uso de binóculo Pentax 10 X 40 mm. A dieta e a indicação de espécie migratória foi caracterizada utilizando-se dados bibliográficos (Sick, 1997).

RESULTADOS

Considerando os dois métodos de observação, registrou-se um total de 33 espécies de aves que interagiram com *Myrsine coriacea* para o consumo dos frutos. No método focal foi possível realizar 21 unidades amostrais (21 horas-planta), com o registro de 21 espécies de aves que realizaram um total de 159 visitas, resultando no consumo de 1.256 frutos (Tabela 1).

Pelo método do *feeding-bouts* foi possível um esforço amostral de 25 km de caminhadas pelas diversas estradas e acessos, com o registro de mais 12 espécies de aves que não foram observadas no método de observação anterior. As espécies foram: *Tangara desmaresti* (Vieillot, 1819); *Euphonia vio-*

Tabela 1 - Aspectos da frugivoria em *Myrsine coriacea*: (NFC) - total de frutos consumidos; (NV) - número de visitas; (MCF) - modo de consumo (MC) - captura dos frutos; (TVI) - tempo total de visita em minutos e (DT) - dieta das espécies. (*) indicação de espécie migratória. A nomenclatura das espécies segue Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Pacheco et al., 2021).

Espécies	NFC	NV	MCF	MC	TVI	DT
<i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	368	16	E	a/c	28	F/I
<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	171	31	E	a/c	32	O
<i>Turdus amaurochalinus</i> (Cabanis, 1850)	117	9	E	c/a	15	F/I
<i>Turdus albicollis</i> (Vieillot, 1818)	90	6	E	c/a	14	F/I
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	86	4	E	a/e/d	9	I/F
<i>Mionectes rufiventris</i> (Cabanis, 1846)	71	14	E	c/a	14	F/I
<i>Turdus flavipes</i> (Vieillot, 1818)	62	8	E	a/c	12	F/I
<i>Hylophilus poicilotis</i> (Temminck, 1822)	42	12	E	c/a	12	I/F
<i>Vireo chivi</i> (Vieillot, 1817) *	41	9	E	c/a	11	F/I
<i>Tangara cyanocephala</i> (Statius Muller, 1776)	35	10	E/M	c/a	10	F/I
<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819) *	32	3	E	c	4	I/F
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868) *	31	8	E	e	10	I
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818) *	27	7	E	a/c/p/d	10	I/F
<i>Ramphastos dicolorus</i> (Linnaeus, 1766)	23	2	E	c	6	F
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	22	7	E	c/a	10	F/I
<i>Tangara seledon</i> (Statius Muller, 1776)	14	3	E	c/a	3	F/I
<i>Elaenia flavogaster</i> (Thunberg, 1822)	7	2	E	a/e	2	I/F
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	6	5	E/M	c/a	4	F/I
<i>Legatus leucophaeus</i> (Vieillot, 1818) *	5	1	E	a/e/d	1	I/F
<i>Tangara ornata</i> (Sparrman, 1789)	5	1	E/M	c/a	1	F/I
<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1821)	1	1	E	p/c	1	F/I
Total	1256	159	-	-	209	-

Modo captura dos frutos segundo MOERMOND & DENSLow (1985); dieta e status migratório (SICK, 1997).

c - Colher: ave pousada captura diásporos sem estender o corpo ou assumir posições especiais;

a - Alcançar: a ave estende o corpo abaixo ou acima do poleiro;

p - Pendurar: o corpo da ave fica debaixo do poleiro, com o ventre para cima;

d - Adejar: a ave captura o diásporo em voo, pairando brevemente na frente deste;

e - Estolar: em voo direto, a ave captura o diásporo.

O: onívoro; F: frugívoro; I: insetívoro; E: engole inteiro; M - mastiga.

lacea (Linnaeus, 1758); *Saltator similis* (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837); *Thraupis cyanoptera* (Vieillot, 1817); *Trichothraupis melanops* (Vieillot, 1818); *Hemithraupis ruficapilla* (Vieillot, 1818); *Myiodynastes maculatus* (Statius Muller, 1776); *Elaenia parvirostris* (Pelzeln, 1868); *Chiroxiphia caudata* (Shaw & Nodder, 1793); *Stephanophorus diadematus* (Temminck, 1823); *Melanerpes flavifrons* (Vieillot, 1818) e *Pachyramphus castaneus* (Jardine & Selby, 1827).

DISCUSSÃO

A riqueza de espécies de aves observada parece indicar a importância dos frutos de *Myrsine coriacea* na dieta das espécies quando comparada com outros trabalhos com frugivoria e dispersão de sementes. Para *Alchornea glandulosa* (Enol. & Poepp.) (Euphorbiaceae) foram registradas 21 espécies de aves se alimentando dos frutos arilados (Zimmermann, 1996). Já para *Miconia rubiginosa* (Bonpl.) DC. (Melastomataceae) foram registradas 11 espécies (Marcondes-Machado, 2002). Na Amazônia Oriental foram registradas 16 espécies buscando os frutos

de *Miconia ciliata* (Rich.) DC. (Melastomataceae) (Gomes et al., 2008). No trabalho com *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (Lauraceae) foram registradas 21 espécies de aves (Krügel et al., 2006), bem como, em *Magnolia ovata* (A. St.-Hil.) Spreng. (Magnoliaceae) onde foram registradas 31 espécies (Cazetta et al., 2002).

Dentro do gênero *Myrsine* os trabalhos registram valores de riqueza variáveis, como as 11 espécies de aves registradas se alimentando de *Myrsine lancifolia* (Martius) (Francisco & Galetti, 2001). Para *M. umbellata* e *M. lancifolia* foram registradas 24 e 12 espécies respectivamente (Guerta et al., 2011). Especificamente para *Myrsine coriacea* os trabalhos de Pineschi (1990) e de Jesus & Monteiro-Filho (2007) registraram 11 e 22 espécies de aves respectivamente.

No método focal destacam-se os sabiás do gênero *Turdus* que se mostraram os principais agentes dispersores, pois, perfazendo apenas 19,5% das visitas, foram responsáveis por 45,8% do total de frutos removidos. As demais espécies de aves também se comportaram como bons agentes de dispersão, ingerindo frutos inteiros e permanecendo em média

menos de 2 min por visita, padrão desejado, pois, dificulta a deposição de sementes da própria planta sob a área de influência da copa (Pascotto, 2006).

Apresentando frutos pequenos, *M. coriacea* possibilita a visita de um conjunto diverso de espécies de aves, abrangendo espécies mais adaptadas à dieta mais frugívora, como do gênero *Turdus* (Zimmermann, 1991, 1999). Espécies onívoras como *Dacnis cayana*, que foi a segunda em frutos consumidos (171), bem como, espécies que são preferencialmente mais insetívoras, como *Pitangus sulphuratus* e *Melanerpes flavifrons*, complementam a dieta com frutos.

O registro de *Ramphastos dicolorus* considerado um frugívoro especialista no consumo de frutos maiores (Howe & Westley, 1988), pode indicar a possibilidade de uma chuva de sementes com alta diversidade, formada por espécies das florestas do entorno, fenômeno que pode garantir e intensificar o fluxo gênico e reestruturar a biodiversidade na área a ser restaurada.

Da mesma forma, atraindo este conjunto variado de espécies de aves, com comportamentos variados de movimentação e exploração de ambientes, pode aumentar a probabilidade de promover a dispersão das sementes de *Myrsine coriacea* a distâncias maiores e a diferentes ambientes dentro da paisagem (Moraes et al., 1995; Martinz-Ramos & Soto-Castro, 1993; Reis et al., 1999; Jordano et al., 2006; Reis et al., 2010).

Neste contexto, entre as espécies registradas pelo segundo método, merece destaque *Chiroxiphia caudata* e *Trichothraupis melanops*, pois, sendo frugívoros especialistas de sub-bosque (Krügel et al., 2006), apresentam a condição de realizarem uma chuva de sementes com espécies de estádios florestais mais avançados.

Outras espécies de aves registradas são importantes dentro do sistema de dispersão de *Myrsine coriacea*, como as migratórias que chegam à região do Vale do Itajaí nos primeiros dias de setembro, quando os indivíduos de *M. coriacea* se encontram em plena frutificação. Os frutos são procurados por estas espécies como *Vireo chivi* e *Myiodynastes maculatus* entre outras, fato que pode aumentar a taxa de remoção de sementes desta planta na comunidade como também observado por Pizo (1997).

O número de espécies de aves que interagiram com *Myrsine coriacea*, indica que ela se enquadra dentro da síndrome de zoocoria, com as aves sendo os vetores de dispersão. A complexidade das interações observadas, como número de frutos consumidos e o tempo total de da visita, podem estar influenciando o padrão de deslocamento das aves após se alimentarem, podendo resultar na dispersão das sementes e um recrutamento longe da planta-mãe

(Pijl, 1969; Janzen, 1970, 1971; Howe, 1990; Reis et al., 1999; Forget & Sabatier, 1997; Cazetta et al., 2002, Scherer et al., 2007).

Com base nas interações animal-planta, um modelo proposto para a restauração ecológica é o uso de poleiros como técnica de nucleação, onde espécies vegetais proporcionam uma melhora nas condições ambientais sob a área de influência de suas copas, facilitando que outras espécies ocupem o ambiente (Reis et al., 2003; Reis et al., 2010; Corbin & Holl, 2012).

Espécies pioneiras e zoocóricas, como *Myrsine coriacea*, são consideradas facilitadoras e reconhecidas como fundamentais na restauração ecológica, pois, teriam maior capacidade de facilitar a chegada de espécies vegetais, promovendo a formação de núcleos que iniciam o processo sucessional (Connel & Slatyer, 1977; Guevara & Laborde, 1993; Robinson & Handel, 1993; Mcclanahan & Wolfe, 1993; Toh et al., 1999; Reis et al., 1999; Galindo-González et al., 2000; Zimmermann, 2001; Stachon & Zimmermann, 2003; Silva et al., 2007).

M. coriacea atraindo este considerável número de espécies de aves, estaria desta forma, contribuindo na melhora das condições ambientais, que se traduzem na maior estabilidade da comunidade biológica, fenômeno descrito como a condição de que cada indivíduo pode interagir com outro da comunidade, onde as espécies com maior probabilidade de terem encontros interespecíficos são as que mais contribuem para acelerar a sucessão florestal (Hurlbert 1971, apud Reis et al., 2003).

O conjunto de visitantes de *M. coriacea* é composto por frugívoros tanto especialistas e generalistas (Howe & Westley, 1988; Cazetta et al., 2002; Scherer et al., 2007). Esta condição configura uma estratégia de restauração, pois, o número de espécies de aves interagindo parece encaixar *M. coriacea* no modelo de poleiro, facilitando o surgimento de ilhas ou núcleos de alta diversidade na paisagem (Yarranton & Morrison, 1974; Uhl et al., 1991; Guedes et al., 1996; 2010; Corbin & Holl, 2012).

Considerando os compromissos de restauração florestal para Mata Atlântica nos próximos anos, incluindo a restauração de 15 milhões de hectares até 2050 (Rosa et al., 2021), a restauração ecológica baseada em poleiros e nos núcleos de alta diversidade, que tendem a avançar e se expandir ao longo do tempo (Reis et al., 2003), pode contribuir para consolidar este desafio de restauração.

Outro aspecto da biologia de *M. coriacea* que pode ser manejada nos programas de restauração ecológica é o fato desta espécie compor o banco de sementes do solo (Souza et al., 2011). Pode formar altas densidades via regeneração natural, fornecendo condições ambientais mais amenas sob a área

de influência das copas em relação a área não sombreada (Corbin & Holl, 2012; Freitas & Kinoshita, 2015). Este fenômeno é apontado em vários trabalhos como positivo, pois, pode fornecer sítios adequados a germinação de sementes de espécies tolerantes a sombra (Zimmerman et al., 2000; Marques & Fische, 2009, Kwok et al., 2010; Tomazi & Castellan, 2016).

CONCLUSÃO

Dentro da área de estudo *Myrsine coriacea* se mostrou uma espécie capaz de promover um alto número de encontros interespecíficos, tanto de espécies de aves residentes como migratórias. Isto aponta a importância desta planta para a comunidade de aves, tanto para os frugívoros mais especializados, como para os mais generalistas na dieta.

Do total de espécies de aves observadas interagindo com *M. coriacea*, destacamos entre os residentes, as três espécies do gênero *Turdus* (Turdidae) como os principais dispersores, pois foram os responsáveis por 48, 8% do total de frutos removidos.

A presença de espécies de aves frugívoras de sub-bosque de florestas mais conservadas, como *Chiroxiphia caudata* e *Trichothraupis melanops*, pode favorecer ainda a entrada de sementes de espécies de diferentes estádios da sucessão, criando os núcleos de alta biodiversidade que podem acelerar o processo de restauração de áreas degradadas como pastagens abandonadas.

Com base nas observações das interações que *M. coriacea* proporciona com a avifauna local, baseada principalmente pelo número de espécies de aves e de visitas realizadas, pelo número de frutos consumidos pelos visitantes, pela dieta das espécies e pelo comportamento na procura pelos frutos, o uso e manejo esta espécie vegetal pioneira em projetos de restauração ecológica se mostra como importante e viável estratégia para se reconstruir ambientes degradados.

AGRADECIMENTOS

As biólogas Vanessa Dambrowski e Aline Luiza Tomazi pela leitura e sugestões ao manuscrito original. A Marcus Bueno pela ajuda na tradução. Ao Departamento de Engenharia Florestal pelo apoio ao Laboratório de Ecologia e Ornitologia e ao trabalho.

REFERÊNCIAS

Aleixo, A. & Vielliard, J.M.E. 1995. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra,

Campinas, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 12(3): 493-511.

Aleixo, A. 2001. Conservação da avifauna da Floresta Atlântica: efeitos da fragmentação e a importância de florestas secundárias. p. 199-207. In: J. L. B. Albuquerque et al. (Eds.) Ornitologia e conservação: da ciência as estratégias. Tubarão: Ed. Unisul.

Anjos, L. & Boçon, R. 1999. Bird conservation in Natural Patches in southern Brazil. Wilson Bull 111 (3): 397- 414.

Anjos, L. 2001. Comunidades de aves florestais: implicações na conservação. p.17-38. In: J. L. B. Albuquerque et al. (Eds.) Ornitologia e conservação: da ciência as estratégias. Tubarão: Ed. Unisul.

Argel-De-Oliveira, M. M. 1992. Comportamento alimentar de aves em *Trichilia micrantha* Benth. (Meliaceae) na Serra dos Carajás, Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Zoologia 8(2): 305-313.

Barbosa, K. C. & Pizo, M. A. 2006. Seed rain and seed limitation in a planted gallery Forest in Brazil. Restoration Ecology 14(4): 504-515.

Bechara, F. C.; Dickens, S. J.; Farrer, E. C.; Larios, L.; Spotswood, E. N.; Mariotte, P.; & Suding, K. N. 2016. Neotropical rainforest restoration: comparing passive, plantation and nucleation approaches. Biodiversity and Conservation, 25(11), 2021-2034.

Bierregaard, R. O. & T. Lovejoy. 1989. Effects of forest fragmentation on Amazonian understory bird communities. Acta Amazonica 19: 215-241.

Boscolo, D. & Metzger, J. P. 2011. Isolation determines patterns of species presence in highly fragmented landscapes. Ecography 34:1018-1029.

Borgo, M.; Tiepolo, G.; Reginato, M.; Kuniyoshi, Y. S.; Galvão, F.; Capretz, R. L. & V. Zwiener, P. 2011. Espécies arbóreas de um trecho de floresta atlântica do município de Antonina, Paraná, Brasil. Floresta 41(4): 819-832.

Cairns, J. J. 1997. Aumento da biodiversidade através da restauração de ecossistemas danificados. p.428 - 441. In: E. O. Wilson & P. M. Peter (Eds.). Biodiversidade. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.

Cazetta, E.; Rubin, P.; Lunardi, V. O.; Francisco, M. R. & Galetti, M. 2002. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. Ararajuba 10 (2): 199-206.

Chazdon, R L.; Uriarte, M. 2016. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics. Biotropica, v. 48, n. 6, p. 709-715.

Consema. 2011. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução 002 de 06 de dezembro de 2011 – Reconhece a Lista Oficial de Espécies da Fauna

- Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial – SC – Nº 19.237. p. 2 a 8.
- Connel, J. H. & Slatyer, R. O. 1997. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111:1119 -1140.
- Corbin, J. D. & Holl, K. D. 2012. Applied nucleation as a forest restoration strategy. *Forest Ecology and Management* 265: 37–46.
- Crouzeilles, R.; Beyer, H. L.; Monteiro, L. M.; Feltran-Barbieri, R.; Pessôa, A. C.; Barros, F. S.; Lindenmayer, D. B.; Lino, E. D. S.; Grelle, C. E. V.; Chazdon, R. L.; Matsumoto, M.; Rosa, M.; Latawiec, A. E. & Strassburg, B. B. 2020. Achieving cost-effective landscape-scale forest restoration through targeted natural regeneration. *Conservation Letters*, v. 13, n. 3, p. e12709.
- Espíndola, M. B.; Bechara, F. C.; Bazzo, M. S.; Reis, A. 2005. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. *Biotemas* 18(1): 27- 38.
- Forget, P. M. & Sabatier, D. 1997. Dynamics of the seedling shadow of a frugivore-dispersed tree species in French Guiana. *Journal of tropical Ecology* 13: 767-773.
- Francisco, M. R. & Galetti, M. 2002. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchelia* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Botânica* 25(1): 11-17.
- 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.
- Freitas, M. F. & Kinoshita, L. 2015. *Myrsine* (Myrsinoideae- Primulaceae) no sudeste e sul do Brasil. *Rodriguésia* 66(1): 167-189.
- Funez, L. A., & de Gasper, A. L. 2014. Parque Nacional da Serra do Itajaí (southern Brazil) shrub and herbs flora. *Check List*, 10(6): 1249-1259.
- Galindo-González, J.; Guevara, S. & Sosa, V. J. 2000. Bat and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14(6):1693-1703.
- Gimenes, M. R.; Anjos, L. 2003. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum* 25(2): 391-402.
- Giraud, A. R., Matteucci, S. D., Alonso, J.; Herrera, J. & Abramson, R. R. 2008. Comparing bird assemblages in large and small fragments of the Atlantic Forest hotspots. *Biodiversity and Conservation* 17(5): 1251-1265.
- 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.
- Guedes, M. C.; Melo, V. A. & Griffith, J. J. 1996. Uso de poleiros artificiais e ilhas de vegetação por aves dispersoras de sementes. *Ararajuba* 5(2): 229-232.
- Guerta, R.S., Lucon, L. G.; Motta-Junior, J. C., Vasconcellos, L. A. S. & Figueiredo, R. A. 2011. Bird frugivory and seed germination of *Myrsine umbellata* and *Myrsine lancifolia* (Myrsinaceae) seeds in a cerrado fragment in southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* [online].11 (4):59-65. ISSN 1676-0611. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-6032011000400005>.
- Guevara, S. & Laborde, J. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* 107/108: 319-338.
- Guevara, S.; Purata, E. E. & Maarel, E. V. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio* 66: 77-84.
- Howe, H. F. 1997. Bird activity and seed dispersal of a tropical wet forest tree. *Ecology* 58: 539-550.
- Howe, H. F. 1990. Survival and growth of juvenile *Virola surinamensis* in Panama: effects of herbivory and canopy closure. *Journal of Tropical Ecology* 6(3): 259-280.
- Howe, H. F. & Westley, L. C. 1988. Ecological relationships of plants and animals. New York, Oxford University Press, 273p.
- Janzen, D. H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist* 104: 575-590.
- Janzen, D. H. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2: 465-492.
- Jesus, S. & Monteiro-Filho, E. L. A. 2007. Frugivoria por aves em *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae) e *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae). *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(4): 585-591.
- Jordan, W. R. 1997. Ecologia da restauração: reflexões sobre uma experiência de meio século no Arboreto da Universidade de Wisconsin, Madison. p.339 – 406. In: E. O. Wilson & F. M. Peter. (Eds.). *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.
- Jordano, P.; Galetti, M.; Piso, M. A. & Silva, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à Biologia da Conservação. In: Rocha et al. (Eds.). *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos: Editora Rima. 411- 436 pp.
- Kriek, C.A.; Fink, D.; Assunção, L. G. & Zimmermann, C. E. 2006. Chuva de sementes sob *Ficus cestrifolia* (Moraceae) em áreas com vegetação

- secundária no Vale do Itajaí, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 19(3): 27-34.
- Kriek, C. A.; Fink, D. & Zimmermann, C. E. 2008. *Ficus cestrifolia* (Moraceae) como poleiro natural: uma estratégia em projetos de restauração de áreas degradadas. *Natureza & Conservação* 6(1): 46-55.
- krügel, M. M.; Burger, M. I. & Alves, M. 2006. Frugivoria por aves em *Nectandra megapotamica* (Lauraceae) em uma área de Floresta Estacional Decidual no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Serie Zoolologia* 96: 17-24.195.
- Kwok C. C.; Liebsch, D. & Marques, M. C. M. 2010. Forest Recovery in Newly Abandoned Pastures in Southern Brazil: Implications for the Atlantic Rain Forest Resilience. *Natureza & Conservação* 8(1): 66-70.
- Mckey, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems. In: L. E. Gilbert & P. H. Raven (Eds.). *Coevolution of animals and plants*. Texas: University of Texas Press. 159 -191pp.
- Marcondes-Machado, L.O.M. 2002. Comportamento alimentar de aves em *Miconia rubiginosa* (Melastomataceae) em fragmento de cerrado, São Paulo. *Iheringia, Serie Zoolologia* 92(3): 97-100.
- Marques, M. C & Fische, E. 2009. Effect of bats on seed distribution and germination of *Calophyllum brasiliense* (clusiaceae). *Ecotropica* 15: p.1-6.
- Martinez-Ramos, M. & Soto-Castro, A. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. *Vegetatio* 107/108: 299-318.
- Mcclanahan, T. R. & R. W. Wolfe, R. W. 1993. Accelerating forest succession in a fragment landscape: the role of bird and perches. *Conservation Biology* 7(2): 279-289.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Mittermeier, R. A., Myers, N., Thomsen, J. B., Fonseca, G. A. B. & Olivieri, S. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12: 516-520.
- 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.
- Moraes, P. L. R. & Paoli, A. A. S. 1995. Dispersão e germinação de sementes de *Cryptocarya moschata* Nees & Martius ex Nees, *Ocotea catharinensis* Nez e *Endlicheria paniculata* (Sprengel) Macbride (Lauraceae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 38(4):1119-1129.
- Neto, J. P. B.; Reis, M. G. F.; Reis, G. G.; Silva, A. F. & Cacao, F. V. 2007. Banco de sementes do solo de uma floresta estacional semidecidual, em Viçosa, Minas Gerais. *Ciência Florestal* 17(4): 311-320.
- Pacheco, J.F.; Silveira, L.F.; Aleixo, A.; Agne, C.E.; Bencke, G.A.; Bravo, G.A; Brito, G.R.R.; Cohn-Haft, M.; Maurício, G.N.; Naka, L.N.; Olmos, F.; Posso, S.; Lees, A.C.; Figueiredo, L.F.A.; Carrano, E.; Guedes, R.C.; Cesari, E.; Franz, I.; Schunck, F. & Piacentini, V.Q. 2021. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee – second edition. *Ornithology Research*, v. 29, n. 2. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>.
- Pascotto, M. C. 2006. Avifauna dispersora de sementes de *Alchornea glandulosa* (Euphorbiaceae) em uma área de mata ciliar no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14(3): 291-296.
- Pereira, L. C. S. M., Oliveira, C. C. C. & Torezan, J. M. D. 2013. Woody species regeneration in atlantic forest restoration sites depends on surrounding landscape. *Natureza & Conservação* 11(2): 138-144.
- Pereira, P. E. E. & Jacobi, U. S. 2014. Avaliação da maturidade, superação da dormência de sementes e crescimento inicial da raiz de *Myrsine parvifolia* A. DC.(Primulaceae). *Iheringia, Série Botânica* 69(2): 293-301.
- Pineschi, R. B. 1990. Aves como agentes dispersores de sete espécies de *Rapanea* (Myrsinaceae) no maciço do Itatiaia, Estado do Rio de Janeiro e Minas Gerais. *Ararajuba* 1: 73-78.
- Pizo, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 13: 559-578.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Espindola, M. B.; Vieira, N. K. & Souza, L. L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação* 1(1): 28-36.
- Reis, A.; Bechara, F. C.; Tres, D. R. 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agricola* 67 (2): 244-250.
- Reis, A.; Zambonin, R. M. & Nakazono, E. M. 1999. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. *Série Cadernos da Biosfera* 14. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica/Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, 42p.
- Reitz, R.; Klein, R. M. & Reis, A. 1983. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. *Herbário Barbosa Rodrigues*. 525p.

- Ribeiro, M.C.; Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Ponzoni, F. J. & Hirota, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141–1153.
- Robinson, G. R. & Handel, S. N. 1993. Forest restoration on a closed landfill: rapid addition of new species by bird dispersal. *Conservation Biology* 7 (2): 271-278.
- Rosa, M. R.; Brancalion, P. H.; Crouzeilles, R.; Tambosi, L. R.; Piffer, P. R.; Lenti, F. E.; Hirota, M.; Sntiami, E. & Metzger, J. P. 2021. Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs. *Science advances*, 7(4): eabc4547.
- Ruiz-Jean, M. C.; Aide, T. M. 2005. Restorations success: how is it being measured? *Restoration Ecology* 13 (3): 569-577.
- Scherer, A.; Maraschin-Silva, F. & Baptista, L. R. N. 2007. Padrões de interações mutualísticas entre espécies arbóreas e aves frugívoras em uma comunidade de Restinga no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. *Acta botânica brasiliensis* 21 (1): 203-212.
- Sampaio, A. B.; Holl, K. D.; Scariot, A. 2007. Does restoration enhance regeneration of seasonal deciduous forests in pastures in central Brazil? *Restoration ecology*, 15(3): 462-471.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. 2 ed. Rio de Janeiro. Nova Fronteira. 912p.
- Silva, W. R. 1988. Ornitorquia em *Cereus peruvianus* (Cactaceae) na Serra do Japi, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia* 48 (2): 381-389.
- Silva, W.R.; Guimarães-Jr., P.R.; Reis, S. F. & Guimarães, P. 2007. Investigating the fragility in plant-frugivore networks: a case study of the Atlantic Forest in Brazil. In: Dennis et al. (Eds.). *Seed Dispersal: Theory and its Application in a Changing World*. CAB International, Wallingford. 561- 578 pp.
- Snow, D. W. 1971. Evolutionary aspects of fruit-eating by birds. *Ibis* 113: 194-202.
- Souza, K. F. 2014. Comparação da anatomia foliar de *Myrsine coriacea* e *Myrsine umbellata* em diferentes cotas altitudinais. Tese de Mestrado Botânica Aplicada. UNILAVRAS. 50 p.
- Souza, M. L.; Nogueira, A. C.; Macedo, R. L. G.; Sanquetta, C. R. & Venturin, N. 2011. Estudos de um banco de sementes no solo de um fragmento florestal com *Araucaria angustifolia* no estado do Paraná. *Floresta* 41(2): 335-346.
- Stachon, E. & Zimmermann, C. E. 2003. Dispersão de Sementes e o Processo de Regeneração de Áreas Degradadas: o papel de *Ficus organensis* ((Miquel) Miquel) isoladas na paisagem. *Revista de Estudos Ambientais* 5(1): 56-65.
- Tabanez, A. J.; Viana, M. V. & Dias, A. S. 1997. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba. *Revista Brasileira de Biologia* 57(1): 47-60.
- Thiollay, J. 1999. Responses of an avian community to rain forest degradation. *Biodiversity and Conservation* 8: 513-534.
- Toh, I.; Gillespie, M.; Lamb, D. The role of isolated trees in facilitating tree seedling recruitment at a degraded sub-tropical rainforest site. *Restoration Ecology* 7(3): 228-297. 1999.
- Tomazi, A. L. & Castellán, T. T. 2016. Artificial perches and solarization for forest restoration: assessment of their value. *Tropical Conservation Science* 9 (2): 809-831.
- Tonetti, V.R.; Rego, M.A.; De Luca, A.; Develey, P. F.; Schunck, F. & Silveira, L. F. Historical knowledge, richness and relative representativeness of the avifauna of the largest native urban rainforest in the world. *Zoologia* 34: 1–18, 2017.
- Três, D. R. & Reis, A. 2009. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. *Biotemas* 22(4): 59-71.
- Três, D. R.; Sant'anna, C. S.; Basso, S.; Langa, R.; Ribas-Jr, U. & Reis, A. 2007. Banco e Chuva de Sementes como Indicadores para a Restauração Ecológica de Matas Ciliares. *Revista Brasileira de Biociências* 5(1): 309-311.
- Uhl, C.; Nepstad, D. & Silva, J. M. C. 1991. Restauração da floresta em pastagens degradadas. *Ciência Hoje* 13(76): 22-31.
- Van Der Pijl, L. 1969. *Principles of dispersal in higher plants*: Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 153 p.
- Weiher, E. 2007. On the status of Restoration Science: obstacles and opportunities. *Restoration Ecology* 15(2): 340 - 343.
- Wheelwright, N. T.; Haber, W. A.; Murray, K. G. & Guindon, C. 1984. Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican Lower Montane Forest. *Biotropica* 16(3): 173-192.
- Willis E. O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. *Papeis Avulsos de Zoologia* 33:1-25.
- Yarranton, G. A. & Morrison, R. G. 1974. Spatial dynamics a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology* 62(2): 417-428.
- Zaca, W.; W. R. Silva & F. Pedroni. 2006. Diet of the rusty-margined guan (*Penelope supercilialis*) in an

- altitudinal forest fragment of southeastern Brazil. *Ornitologia neotropical* 17: 373-382.
- Zimmerman, J. K.; Pascarella, J. B. & Aide, T. M. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration Ecology* 8(4): 350-360.
- Zimmermann, C. E. 1991. A dispersão do palmitheiro por passeriformes. *Ciência Hoje* 12:18-19.
- Zimmermann, C. E. 1999. A possível dispersão das sementes de *Euterpe edulis* por aves em ambientes degradados. *Revista de Estudos Ambientais* 1(2): 12-17.
- Zimmermann, C. E. 2001. O uso da grandióva, *Trema micrantha* Blume (Ulmaceae), na recuperação de áreas degradadas: o papel das aves que se alimentam de seus frutos. *Tangara* 1: 177-182.
- Zimmermann, C. E. 1996. Observações preliminares sobre a frugivoria por aves em *Alchornea glandulosa* (End. & Poepp.) (Euphorbiaceae) em vegetação secundária. *Revista Brasileira de Zoologia* (3): 33-38.
- Zwiener, C. P.; Cardoso, F. C. G.; Padial, A. A. & Marques, M. C. M. 2014. Disentangling the effects of facilitation on restoration of the Atlantic Forest. *Basic and Applied Ecology* 15: 34–41.