



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

LEANDRO TEIXEIRA DE OLIVEIRA

ESTRUTURA POPULACIONAL E FENOLOGIA DA PALMEIRA
Astrocaryum aculeatissimum NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ

Prof. Dra. Alexandra Pires
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
Dezembro – 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

LEANDRO TEIXEIRA DE OLIVEIRA

ESTRUTURA POPULACIONAL E FENOLOGIA DA PALMEIRA
Astrocaryum aculeatissimum **NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Prof. Dra. Alexandra Pires
Orientadora

SEROPÉDICA, RJ
Dezembro – 2020

ESTRUTURA POPULACIONAL E FENOLOGIA DA PALMEIRA
Astrocaryum aculeatissimum NO PARQUE NACIONAL DA TIJUCA, RJ

LEANDRO TEIXEIRA DE OLIVEIRA

APROVADA EM: 04 de dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dra. Alexandra Pires – UFRRJ
Orientadora

Prof^a. Dra. Rita de Cássia Quitete Portela – UFRJ
Membro

Prof. Dr. José Carlos Arthur Junior – UFRRJ
Membro

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais por todo esforço em sempre me oferecer os melhores caminhos para evoluir como ser humano e conquistar meus objetivos através da educação pública e de qualidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Ailton e Mônica, por serem pessoas extraordinárias e que me deram um enorme apoio ao decorrer de toda a minha trajetória, me lembrando sempre que sou capaz de alcançar meus objetivos de forma honesta e com muito esforço.

Estendo meus agradecimentos aos meus irmãos, Ariane, Paulo e Vitória e a minha vó Dalila, que me deram apoio e suporte durante todos os desafios encontrados ao decorrer da graduação, deixando as situações mais leves.

Sou grato por ter conhecido pessoas tão incríveis no meio acadêmico, que além de companheiros de profissão, serão grandes amigos, destaco a Júlia, Karina, Luana, Rodrigo e Tatiane, que através de bons papos e ótimas risadas ao decorrer desse período, fizeram com que os momentos difíceis se tornassem mais tranquilo, fazendo com que eu chegasse ao final da graduação.

Agradeço aos meus amigos Pedro e Lucas, por sempre me motivarem em alcançar meus objetivos, e por todo companheirismo ao longo desses anos.

Agradeço ao meu companheiro Magno, por me apoiar e ser sempre paciente e amigo comigo, mostrando o lado bom de todas as situações.

Sou grato a alguns professores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, que mesmo com todas as adversidades que o ensino público vem sofrendo, conseguem de forma didática e agradável repassar o conhecimento e tornar o período acadêmico mais tranquilo.

Agradeço imensamente aos companheiros do Laboratório de Ecologia e Conservação de Florestas (LECF), por tantos momentos incríveis, desde debates semanais enriquecedores até nossas confraternizações temáticas mensais. Destaco a Emilly, Gabriela, Pollyanna, Rafaela, Rodrigo e o Suamyr, por serem grandes parceiros e cientistas, e que em muitos momentos foram inspirações para realizar alguns dos meus objetivos.

Agradeço a toda equipe de monitores do Parque Nacional da Tijuca, e a Katyucha por sempre se demonstrar disponível para as atividades de campo que precisei realizar nesse período.

Alexandra Pires Fernandez. Desde que tive a primeira aula ministrada por ela, fiquei completamente apaixonado na forma que falava sobre o que fazia, falando sobre as cutias de forma encantadora. Foi aí que tive a certeza que seria com ela que trabalharia na graduação. Alê, além de um exemplo e inspiração, é o tipo de pessoa que torna as situações mais leves, já cheguei a chamá-la de calmante, porque mesmo me dando bronca, continua sendo gentil e respeitosa. Foram ótimos momentos, e serei extremamente grato pela parceria estabelecida.

Por fim, agradeço a FAPERJ por ter concedido a bolsa para a realização da pesquisa, sendo um recurso de extrema utilidade para o desenvolvimento das atividades executadas.

RESUMO

O conhecimento da estrutura populacional e da fenologia podem fornecer subsídios para o entendimento do estado de conservação de uma população. *Astrocaryum aculeatissimum* é uma palmeira endêmica da Mata Atlântica que possui dependência de animais para que o recrutamento de novos indivíduos seja realizado. Diante do histórico de fragmentação e defaunação ocorrido nesse bioma, algumas plantas apresentam dificuldades em manter uma população estável, devido à perda das interações com a fauna e das alterações em sua fenologia reprodutiva. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo realizar o levantamento da estrutura populacional de *A. aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca (PNT), 10 anos após a reintrodução do seu principal dispersor de sementes na área, e descrever os períodos de ocorrência das fenofases reprodutivas da espécie, entendendo a influência dos fatores climáticos da área nessas ocorrências. Para a análise da estrutura populacional foram alocadas 25 parcelas de 40x40m no Setor Floresta do PNT, onde todos os indivíduos da espécie foram contabilizados, marcados e classificados em estádios ontogenéticos. A fenologia foi analisada a partir da marcação de 20 indivíduos reprodutivos e do seu acompanhamento mensal durante um ano, de outubro de 2019 a setembro de 2020. Em cada vistoria foi verificada a presença de inflorescências, frutos imaturos e frutos maduros. A distribuição temporal das fenofases reprodutivas foi analisada por meio da estatística circular, e para verificar se os dados estavam distribuídos de maneira uniforme foi utilizado o teste de Rayleigh (Z). Dos 647 indivíduos amostrados nas parcelas, a maior parte foi de juvenis (66,5%), tendo sido encontrados apenas 16,3% dos indivíduos nos estágios iniciais (plântula + infante). A razão entre o número de indivíduos de estágio plântula e os indivíduos adultos foi de 1,16. A ocorrência de inflorescências, frutos imaturos e frutos maduros foi concentrada em diferentes períodos ao longo do ano. O pico de floração ocorreu em dezembro de 2019, período mais quente e úmido. Os frutos imaturos, ocorreram ao longo de quase todo o estudo (exceto por três meses), iniciando no final do período quente e úmido e a temperatura foi significativamente relacionada com o desencadeamento dessa fenofase. Já os frutos maduros ocorreram de outubro a novembro de 2019 e de abril a setembro de 2020, com maior frequência no período quente e úmido, mas com uma parte dos indivíduos permanecendo até o período frio e seco, e a temperatura de dois meses anteriores ao início dessa fenofase apresentou efeito significativo. A estrutura populacional encontrada não diferiu da descrita 10 anos atrás, sugerindo que não houve efeito na mesma após a reintrodução do seu principal dispersor de sementes. Isso pode estar relacionado ao longo período que esses indivíduos levam para avançar em seus estágios ontogenéticos e/ou pelo fato da cutia realmente não estar afetando o recrutamento de novos indivíduos, devido a outros fatores presentes no Parque. As fenofases reprodutivas foram concentradas em diferentes períodos do ano, sendo os frutos imaturos presentes por um maior período de tempo. Cerca de metade desses frutos não se tornaram frutos maduros, e isso juntamente com uma menor produtividade observada na área, pode contribuir para o baixo recrutamento de plântulas. Estudos futuros devem focar nos predadores de sementes dessa espécie no PNT, auxiliando assim em um melhor entendimento dos fatores que afetam sua estrutura populacional.

Palavras-chave: Arecaceae, estrutura etária, defaunação, produção de frutos.

ABSTRACT

The knowledge of the population structure and phenology can provide subsidies for understanding the conservation status of a population. *Astrocaryum aculeatissimum* is an endemic palm of the Atlantic Forest that depends on animals for the recruitment of new individuals. Considering the fragmentation and defaunation that occurred in this biome, some plants have difficulties in maintaining stable populations, due to the loss of interactions with the fauna and changes in their reproductive phenology. Given this scenario, this study aimed to survey the population structure of *A. aculeatissimum* in Tijuca National Park (PNT), 10 years after the reintroduction of its main seed disperser in the area, and to describe the occurrence of the reproductive phenophases in the area. For the analysis of the population structure, 25 plots of 40x40m were allocated in the Forest Sector of the PNT, where all individuals of the species were counted, marked and classified in ontogenetic stages. Phenology was analyzed based on 20 reproductive individuals that were monthly monitoring for one year, from October 2019 to September 2020. In each survey, the presence of inflorescences, immature fruits and ripe fruits was verified. The temporal distribution of reproductive phenophases was analyzed using circular statistics, and to check whether the data were evenly distributed, the Rayleigh test (Z) was used. Of the 647 individuals sampled in the plots, most were juveniles (66.5%), with only 16.3% of individuals found in the initial stages (seedling + infant). The ratio between the number of seedlings and adults was 1.16. The occurrence of inflorescences, immature fruits and ripe fruits was concentrated in different periods throughout the year. The peak of flowering occurred in December 2019, the warmest and humid period. Immature fruits occurred throughout the entire study (except for three months), starting at the end of the hot and humid period and temperature was significantly related to the onset of this phenophase. Ripe fruits occurred from October to November 2019 and from April to September 2020, more frequently in the hot and humid period, but with a part of the individuals remaining until the cold and dry period, and the temperature of two months before the beginning of this phenophase had a significant effect. The population structure found did not differ from that described 10 years ago, suggesting that there was no effect on it after the reintroduction of its main seed disperser. This may be related to the long period that these individuals take to advance in their ontogenetic stages and / or because the agouti is not really affecting the recruitment of new individuals, due to other factors present in the Park. Reproductive phenophases were concentrated in different periods of the year, with immature fruits present for a longer period of time. About half of these fruits did not become ripe fruits, and this, together with the lower productivity observed in the area, can contribute to the low recruitment of seedlings. Future studies should focus on seed predators of this species in the PNT, thus helping to better understand the factors that affect their population structure.

Keywords: Arecaceae, age structure, defaunation, fruit productivity.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Estrutura Populacional de Palmeiras	2
2.2 Fenologia Reprodutiva de Palmeiras	3
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1 Área de Estudo.....	5
3.2 Espécie Estudada	6
3.3 Estrutura Populacional.....	7
3.4 Fenologia Reprodutiva.....	8
3.4.1 Coleta de Dados	8
3.4.2 Análises de Dados	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1 Estrutura Populacional.....	9
4.2 Fenologia Reprodutiva.....	12
5. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais possuem em seus ecossistemas grande diversidade biológica, sendo áreas importantes para a conservação da biodiversidade mundial (BARBOSA, 2017). Ao longo das últimas décadas, essas florestas têm passado por fortes pressões antrópicas, que levaram algumas espécies vegetais e animais a serem extintas ou serem colocadas em risco de extinção (DIRZO et al., 2014). A perda da fauna, por sua vez, pode levar ao processo de defaunação, onde ocorrem perdas de interações entre animais e plantas, como é observado entre espécies de palmeiras e seus dispersores de sementes, onde em ambientes em que a defaunação ocorre, pode gerar efeitos negativos para essas florestas (TERBORGH et al., 2008; MELO et al., 2010).

Palmeiras (Arecaceae) ocorrem em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, e são elementos importantes nas comunidades de plantas, por conta da sua presença em abundância e pela rede de interações que possuem com seus polinizadores, predadores e dispersores de sementes (ENDERSON, 2002; ZONA; ENDERSON 1989). Na Floresta Atlântica ocorrem 137 espécies, sendo 72 espécies nativas na região sudeste e 26 no Rio de Janeiro (Arecaceae in Flora do Brasil 2020 em construção, 2020).

Várias espécies da família Arecaceae possuem potencial econômico, indo de produtos alimentícios até a produção artesanal (FERREIRA et al., 2014). Muitos insumos são extraídos das palmeiras, como os estipes, os frutos, as sementes, os palmitos, as folhas, etc. As palmeiras também podem ser utilizadas como elementos de paisagismos, presentes em arborização de estradas, parques e jardins. São muito utilizadas para esses fins devido ao seu porte elegante que as distinguem das demais plantas (LORENZI et al., 2004). Dentre essas palmeiras, destacam-se as do gênero *Astrocaryum*.

Astrocaryum aculeatissimum (Schott) Burret, endêmica da Mata Atlântica, é caracterizada pela alta quantidade de acúleos e pela sua produção de frutos grandes (LORENZI, 2010), que resultam em uma interação com mamíferos de médio e de grande porte responsáveis por dispersarem suas sementes, sendo a cutia seu principal dispersor (PIRES; GALETTI, 2012). Através do hábito de estocar alimento desses animais (SMYTHE, 1978; FORGET, 1990), é observado um aumento do recrutamento de plântulas, favorecendo o desenvolvimento de novos indivíduos (GALETTI et al., 2006; PIRES, 2006; PORTELA, 2008). A espécie vindo sendo estudada nos últimos anos, trazendo informações a respeito da sua estrutura populacional em ambientes com ausência e presença do seu principal dispersor (PIRES, 2006; ZUCARATTO, 2013).

Informações sobre a estrutura populacional de uma determinada espécie vegetal podem ajudar a conhecer seu estado de conservação (ROCHA et al., 2006). A estrutura populacional da *A. aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca (PNT) realizada há uma década atrás (ZUCARATTO, 2013), mostrou que havia poucos indivíduos nos estágios ontogenéticos iniciais (< 7% de plântulas e infantes). Isso foi atribuído à fatores como a ausência dos seus principais dispersores (as cutias) e à alta predação das suas sementes por pequenos roedores.

No entanto, outros fatores, como a fenologia – especialmente com relação à produção de frutos – podem contribuir para um baixo recrutamento de plântulas. O entendimento desses padrões é importante para compreender aspectos relacionados ao crescimento, estabelecimento, regeneração e reprodução das espécies vegetais (ALMEIDA; ALVES, 2000; TALORA; MORELLATO, 2000). Além disso auxilia também no entendimento de alguns aspectos das interações planta-animal, onde são

fornecidas informações sobre a disponibilidade temporal dos recursos alimentares ao longo do ano (GALETTI et al., 1999; MORELATTO et al., 2016).

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi responder as seguintes questões: (1) A estrutura populacional de *A. aculeatissimum* sofreu alguma alteração na frequência dos indivíduos nos estágios iniciais após 10 anos da sua primeira caracterização, quando foram reintroduzidos seus principais dispersores de sementes? (2) Quais são os padrões fenológicos da espécie e sua relação com os fatores microclimáticos, e de que forma a produtividade de frutos maduros pode afetar o recrutamento de novos indivíduos?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estrutura Populacional em Palmeiras

A estrutura populacional de uma determinada espécie, fornece informações atuais sobre o estado de conservação dessa população, fornecendo algumas compreensões sobre os impactos anteriormente sofridos, e auxiliam nas tomadas de decisões que irão afetar esses indivíduos (MELITO et al., 2014). Além disso, também pode ser usada para avaliar a recuperação de populações anteriormente exploradas por meio de comparações entre populações da mesma espécie em áreas mais preservadas (SANTOS-COUTINHO et al., 2019).

Algumas espécies presentes em locais que sofrem diferentes tipos de pressão antrópica, podem apresentar um menor risco de alteração na sua estrutura populacional ao longo dos anos, pois, conseguem manter muitos indivíduos na área (BERGON et al., 2007). E além da sua grande densidade ser mantida, há uma produção elevada de frutos que são facilmente dispersados, e que possuem uma alta taxa de germinação nesses ambientes (MACHADO et al., 2013). Já outras espécies, apresentam maiores dificuldades para se reestabelecerem nesses ambientes antropizados, e isso pode estar relacionado com diversos fatores. O crescimento lento dos indivíduos, pode ser um deles, pois gera uma demora no avanço dos estágios ontogenéticos da espécie, como também a perda de interações específicas que a espécie possui com a fauna que se tornou ausente nessas áreas. E como consequência dessa perda, pode levar a uma menor ocorrência de polinizadores nos períodos de floração, uma queda na produtividade de frutos e uma redução na dispersão dessas sementes (PERES; BAIDER, 1997).

Estudos a respeito da estrutura populacional de palmeiras, identificam que no geral, esses organismos apresentam um longo período de vida, podendo chegar até 140 anos (SCARIOT, 1999; PIÑERO; SARUKHÁN, 1982). Suas populações possuem um comportamento com elevado potencial de recrutamento de novos indivíduos, mesmo em áreas fragmentadas, e isso faz com que sua população mantenha uma quantidade adequada de indivíduos em cada estágio de crescimento (CAPPELATTI; SCHMITT, 2015). Fatores que poderiam limitar o desenvolvimento dos indivíduos dentro de uma comunidade de palmeiras, como a variação altimétrica de uma região, geralmente não possuem uma interferência significativa. Oliveira (2014) observou que para cinco espécies dessa família, as diferenças de ambientes não interferiram na população encontrada, mostrando que as palmeiras, em sua maioria, conseguem se adaptar e ter um bom desenvolvimento nos diferentes tipos de ambientes em uma mesma área de ocorrência (CAPPELATTI; SCHMITT, 2015; OLIVEIRA et al., 2014)

Estruturas populacionais do gênero *Astrocaryum* em áreas com alto grau de fragmentação, podem permanecer semelhantes durante muitos anos, pois, além de serem espécies com crescimentos muito lento, a maioria dos efeitos negativos dessas alterações

são detectados, com maior frequência, nos indivíduos de estágios ontogenéticos iniciais de desenvolvimento, como as plântulas e infantes (PIRES, 2006). No caso da *Astrocaryum mexicanu*, uma das espécies mais abundantes na região de Los Tuxtlas, no México, mostrou que em ambientes em que a floresta tropical da região teve um redução de 95%, a sua população apresentou um declínio da população adulta, e também apresentou uma redução na sua população quando comparada com ambientes preservados (ARROYO-RODRÍGUEZ et al., 2007). Mostrando a sensibilidade que a espécie tem em ambientes naturais submetidos a exploração.

Para *Astrocaryum aculeatissimum*, Portela et al. (2010) encontraram uma população tolerante a ambientes alterados, pois, a mesma não sofreu nenhum acréscimo ou perda de indivíduos nas projeções realizadas no estudo, sendo as taxas de sobrevivência dos estágios ontogenéticos, plântulas, infantes, extremamente altas quando comparada com espécies do mesmo gênero, como a *Astrocaryum mexicanum* (PIÑERO et al., 1984). Sendo assim, nesse caso, o crescimento lento pode ser um fator limitante para uma mudança em sua estrutura populacional, já que os indivíduos no estágio juvenil apresentam longo período de permanência nesse estágio, mantendo uma maior concentração dessa população em um nível intermediário da sua estrutura. Já Pires (2006) encontrou em diferentes fragmentos de Mata Atlântica uma população com predominância dos indivíduos jovens, e a razão plântula/adulto entre os fragmentos variou 0 a 9 indivíduos. E isso mostrou que em diferentes graus de fragmentação, a espécie apresenta uma alteração na sua estrutura populacional. Onde, esses fatores podem estar relacionados ao impacto que os fatores ligados as interações dessa espécie sofreram com a fragmentação dessas áreas, como a ausência da cutia, que é o seu principal dispersor.

Questões ligadas ao dispersor dessa espécie também são consideradas como um principal fator para o baixo recrutamento de novos indivíduos. No Parque Nacional da Tijuca, em um estudo realizado por Zucaratto (2013), mostrou que a ausência das cutias poderia ser um fator que interferia no padrão encontrado. Com base nesses entendimentos a respeito da espécie, em 2010 iniciou-se um novo projeto de reintrodução das cutias no PNT, com a soltura de 21 animais adultos no setor Floresta da Tijuca (CID et al., 2014). O projeto foi considerado bem-sucedido em curto prazo, pois as cutias atingiram independência alimentar, utilizando itens encontrados na natureza, e se tornando dispersores de algumas sementes (ZUCARATTO, 2013; CID et al., 2014; FERNANDEZ et al., 2017).

2.2 Fenologia Reprodutiva em Palmeiras

O estudo da fenologia, tem como objetivo descrever padrões de crescimento e reprodução que ocorrem de forma repetida, relacionando-os com fatores abióticos e bióticos. Esses estudos fenológicos possibilitam monitorar e entender o período dos eventos biológicos associados ao clima, tais como o florescimento e a frutificação de populações de plantas (LONGHI, 1984). Tais informações possuem implicações na biologia da conservação e ainda são pouco exploradas nas regiões tropicais (MORELLATO et al., 2016).

As condições climáticas bem definidas possuem forte relação com os padrões fenológicos observados para as espécies vegetais. Porém, com as mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas, pode desencadear mudanças nas fenofases das plantas, pois, o clima é um grande influenciador para essas ocorrências (MORELLATO et al., 2016).

As variáveis climáticas mais relevantes para o estudo da sazonalidade fenológica são a temperatura, o fotoperíodo, a irradiação, a precipitação e o estresse hídrico (INKROT et al., 2007), pois são fatores que variam de acordo com cada localidade estudada, sendo possível encontrar padrões fenológicos diferentes para uma mesma espécie de ocorrência em diferentes ambientes. Outro fator que pode determinar os padrões fenológicos, são os fatores proximais e finais, responsáveis respectivamente por desencadear um evento fenológico e para selecionar um período de ocorrência desses eventos (VAN SCHAIK et al., 1993), como a ocorrência do início de uma fenofase após a transição da estação fria e seca para a quente e úmida.

A respeito da família Arecaceae, ainda não se tem muitos trabalhos focando nos padrões fenológicos da família como um todo (IBARRA-MANRIQUEZ, 1992). Alguns estudos realizados já mostram que as espécies exibem suas florações e frutificações tanto em estação seca como na úmida, onde também pode ocorrer uma falta de padronização desses eventos com indivíduos da mesma espécie (HENDERSON, 2002).

Os frutos dessa família ocorrem durante todo o ano, sendo este um fator que tornam as palmeiras um importante recurso alimentar para a comunidade de frugívoros (MORELATTO et al., 2016). As palmeiras são consideradas como recursos-chave, pois mantêm recursos essenciais para os frugívoros em períodos distintos do ano, de forma que se complementam, suprindo a escassez alimentar para aquela região onde estão inseridas (PERES, 2000). Em sua maioria, esses frutos são caracterizados por possuírem muitos recursos energéticos para a fauna consumidora, sendo ricos em carboidratos, gorduras e proteínas (HENDERSON, 2002).

A maioria dos estudos de fenologia com palmeiras encontrados são realizados com poucas espécies. Henderson (2002) ao revisar a fenologia de palmeiras em diferentes áreas neotropicais, observou para o gênero *Geonoma*, uma variação no período de floração e frutificação entre as espécies, onde para algumas espécies, foi observado um período mais curto, enquanto outras tiveram uma exibição mais longa dessas fenofases. O período de floração e de frutificação ocorreram, respectivamente, nos períodos secos e úmidos, sendo o último podendo está relacionado com a atividade da fauna consumidora dos frutos das espécies na região do estudo. Através disso, é possível observar que condições meteorológicas bem definidas podem desencadear a ocorrência de determinada fenofase em diferentes momentos para espécies de um mesmo gênero.

Espécies do gênero *Astrocaryum* tem apresentado padrões fenológicos semelhantes em áreas conservadas (OLIVEIRA et al., 2003; LIMA, 2004; FARIAS, 2011;), onde a fenofase de floração é exibida em períodos de intensas chuvas, sendo este um fator desencadeador para a sincronia dos indivíduos desse gênero (FARIAS, 2011; OLIVEIRA et al., 2015). Frutos imaturos, em sua maioria, possuem um período mais longo de exibição (PIEPADE et al., 2006), sendo frequente quase em todo o período analisados nos estudos. Os frutos maduros ocorrem mais frequentes em épocas mais quentes e úmidas, tendo sua duração mais curta, variando entre um a três meses (OLIVEIRA et al., 2003; LIMA, 2004; PIEPADE et al., 2006; FARIAS, 2011).

Para a *Astrocaryum mexicanum*, os indivíduos parecem responder a um ambiente que é heterogêneo no tempo e no espaço, uma vez que seus eventos reprodutivos não foram distribuídos aleatoriamente entre o período de estudo, apresentando uma concentração no período analisado. Esse comportamento encontrado, foi um fator apontado como responsável por um comportamento de germinação supra anual não sincronizado na área do estudo (PIÑERO; SARUKHÁN, 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no Parque Nacional da Tijuca (PNT), localizado no município do Rio de Janeiro (RJ, Brasil), entre as coordenadas 22°55' - 23°00' S e 43°11' - 43°19' W, com área total de 3953 hectares(ha). Apresenta altitudes entre 80 m e 1021 m, com temperaturas médias mensais variando entre 18° C e 26° C, e precipitação anual excedendo 1.200 mm, sem estações marcadas e com chuvas ocorrendo ao longo de todo o ano (Figura 1) (ICMBio, 2008).

A área possui um histórico de exploração, onde inicialmente foi realizada a extração do pau-brasil, e posteriormente, foi retirada parte da vegetação natural para realizar plantações de cana-de-açúcar e café em larga escala (DRUMMOND, 1988). Ao passar dos anos, a escassez de recursos começou a se tornar mais evidente, e com isso foram realizadas intervenções com projetos de restauração (FREITAS et al., 2006).

A vegetação original, era classificada como Floresta Ombrófila Densa, e após as perturbações sofridas e as intervenções de restauração feitas, com espécies arbóreas nativas e exóticas sendo plantadas (FREITAS, 2006; ICMBio, 2008), a área originou um ambiente propício para a regeneração natural, ou seja, ocorreram avanços no processo de sucessão ecológica (FREITAS, 2006). Algumas evidências, no entanto, sugerem que o recrutamento de espécies de estágios sucessionais mais avançados encontra-se comprometido em algumas localidades (MONTEZUMA et al., 2005).

Em 1961, a área se tornou uma Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000). Devido a isso, o Parque possui cerca de 58 anos, período em que possui proteção contra impactos antrópicos. Dos quatro setores que compõem o Parque (Figura 2.1), o setor Floresta da Tijuca (com área total 1900 ha) – onde foi desenvolvido este trabalho – foi escolhido por ter sido a área onde foi iniciado o projeto de reintrodução da Cutia (CID et al. 2014), e por ter uma logística de trabalho mais facilitada devido a sede administrativa central. Ademais, é onde se foi realizado um estudo anterior caracterizando a estrutura populacional de *A. aculeatissimum* no Parque (ZUCARATTO, 2013).

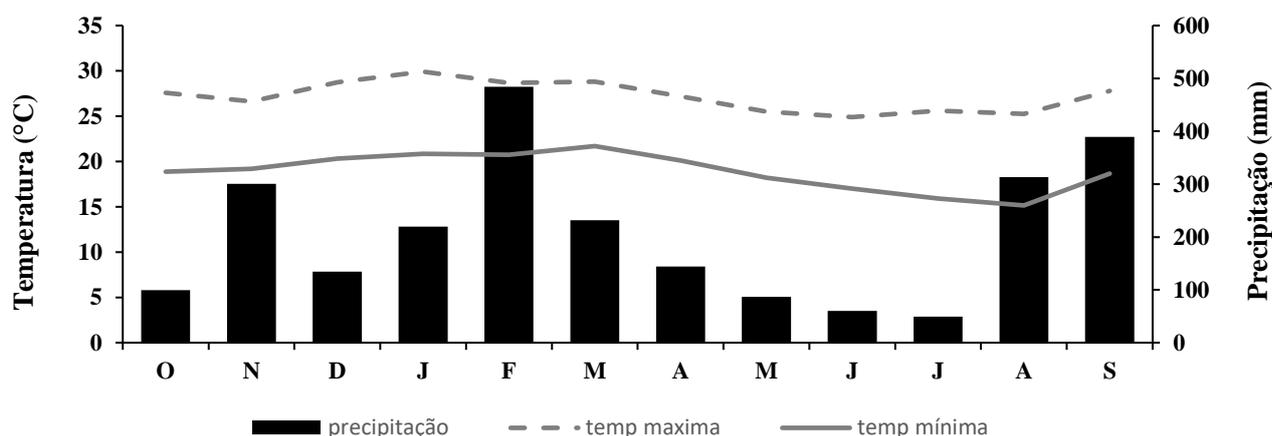


Figura 1: Variação climática do Parque Nacional da Tijuca. Médias mensais de precipitação (mm) e temperatura máxima e mínima (°C) com base em registros do período de estudo da fenologia reprodutiva, de outubro de 2019 a setembro de 2020 (CLIMATEMPO, 2020).

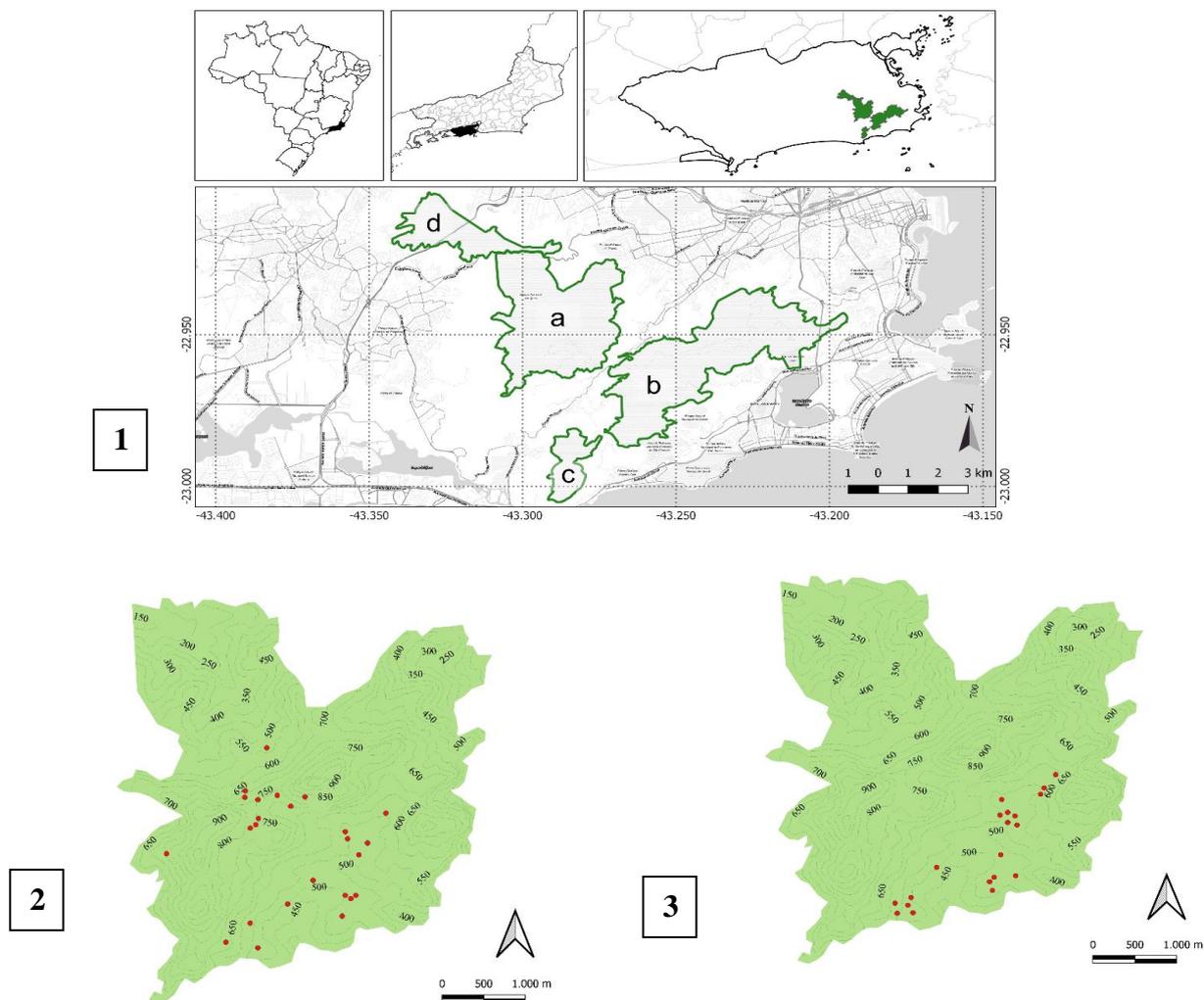


Figura 2: (1) Localização do Parque Nacional da Tijuca no município do Rio de Janeiro, e seus setores: (a) Floresta da Tijuca, (b) Serra da Carioca, (c) Pedra Bonita/Pedra da Gávea, (d) Pretos-Forros/Covanca. (2) Pontos de amostragem, em vermelho, da população de *Astrocaryum aculeatissimum* no setor Floresta da Tijuca. (3) Marcação em vermelho dos indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* acompanhados para o estudo da fenologia no setor Floresta da Tijuca.

3.2 Espécie estudada

A espécie *Astrocaryum aculeatissimum* (família Arecaceae) é uma palmeira endêmica da Mata Atlântica, que ocorre na região costeira entre os estados da Bahia, Espírito Santo, até o Sul em Santa Catarina (HENDERSON et al., 1995; LORENZI et al., 2010). A espécie ocorre preferencialmente em matas úmidas de baixa altitude, em solos não inundáveis, possui um crescimento lento e é tolerante a sombra (HENDERSON et al., 1995; LORENZI et al., 2010).

É uma palmeira que possui estipes agregados, formando touceiras, ou são mais raramente solitários. Os indivíduos dessa espécie apresentam em sua estrutura muitos espinhos, de coloração preta e de forma achatadas com até 30 cm. Seu estipe pode chegar na sua fase adulta a 15 cm de diâmetro e 8 m de altura (LORENZI et al., 2010) (Figura

3). As folhas são pinadas, em número de três a 30, rígidas e ascendentes – sempre espinhosas, e a superfície abaxial da folha possui uma coloração prateada, característica que é utilizada para diferenciar as espécies desse gênero (HENDERSON et al., 1995). Seus frutos são ovoides, podendo chegar a 3,5 cm de diâmetro, e com endocarpo rígido variando de 5 a 6 cm de comprimento, com coloração alterando entre amarela, verde, laranja e marrom (LORENZI et al., 2010), podendo ser lisos ou espinhosos, e com uma única semente. Sua frutificação é abundante durante o período de verão (LORENZI et al., 2010), e sua produtividade geralmente é alta, onde pode ser produzido de 100 a 500 frutos por estipe (PIRES, 2006). Os frutos da *A. aculeatissimum* são dispersados por mamíferos roedores, já sendo comprovado sua forte interação com cutias, *Dasyprocta leporina*, que são os principais dispersores de suas sementes (DONATTI et al., 2009; PIRES; GALETTI, 2012; ZUCARATTO, 2013).

3.3 Estrutura Populacional

Para realizar a análise da estrutura populacional de *A. aculeatissimum* foi realizado um levantamento dos indivíduos em 25 parcelas de 40x40 m (1600 m² cada, totalizando 4,0 ha amostrados) distribuídas a partir da utilização das trilhas pré-existentes no PNT e o conhecimento das áreas onde a espécie ocorre no setor Floresta (Figura 2.2). A distância entre as parcelas variou de 150 a 1400 metros (688,1±307,7). Em cada parcela foi realizado o levantamento de todos os indivíduos da espécie, os quais foram marcados com plaquetas numeradas. Os indivíduos foram classificados quanto ao seu estágio ontogenético, sendo eles plântulas, infantes, jovens, imaturos e reprodutivos (Tabela 1) de acordo com a classificação de Portela e Santos (2011).

Tabela 1: Caracterização e classificação dos estágios ontogenéticos de *Astrocaryum aculeatissimum* utilizada no levantamento das espécies no setor Floresta da Tijuca, PNT – RJ (Fonte: PORTELA; SANTOS, 2011).

Estádio	Estipe	Estruturas Reprodutivas	Tipos de Folhas
Plântula	Ausente	Ausente	Somente Bífida
Infante	Ausente	Ausente	Bífida e/ou Transicional
Jovem	Ausente	Ausente	Pinada
Imaturo	Presente	Ausente	Pinada
Reprodutivo	Presente	Presente	Pinada



Figura 3: Espécie estudada: (a) Inflorescência, (b) fruto imaturo, (c) fruto maduro, (d) plântula, (e) infante, (f) jovem, (g) imaturo, (h) reprodutivo, (i) cachos com frutos imaturos, (j) touceira com indivíduos jovens, (k) touceira com indivíduos jovens e imaturo, e (l) fruto maduro desenterrado.

3.4 Fenologia Reprodutiva

3.4.1 Coleta de dados

Indivíduos adultos (com sinais atuais ou anteriores de reprodução) foram marcados em diferentes partes do setor Floresta. Foram escolhidos indivíduos afastados das trilhas, na parte mais interior da floresta. Quando os indivíduos de *A. aculeatissimum* se encontravam agregados em touceiras, apenas um dos estipes foi marcado. Foram selecionados 20 indivíduos adultos de *A. aculeatissimum*, com espaçamento mínimo de 100 m entre eles, os quais foram inspecionados mensalmente de outubro de 2019 a setembro de 2020, na última semana de cada mês (Figura 2.3). Para cada indivíduo, foi analisado o (1) número total de inflorescências em flor, (2) infrutescências de frutos imaturos e (3) infrutescências de frutos maduros (Figura 3). Os frutos foram considerados verdes desde o início de seu desenvolvimento até atingirem seu tamanho normal, mas ainda presos à infrutescência; os frutos foram caracterizados como maduros quando atingiam seu tamanho de maturação e/ou começaram a cair naturalmente a partir da infrutescência.

3.4.2 Análise de dados

Os padrões temporais das fenofases da espécie foram testados por meio de estatísticas circulares, conforme utilizado por Morellato et al. (2010). Neste teste, o ano é considerado um círculo e os meses são convertidos em ângulos, de 0° para janeiro a 330° para dezembro, em intervalos de 30°.

A precipitação total mensal e a temperatura média mensal foram obtidas na estação meteorológica de Alto da Boa Vista (22.96°S 43.27°W, 335 m a.s.l., WMO-83007), estação situada dentro da UC que dá nome à mesma. Os dados foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) (<http://www.inmet.gov.br/portal/>).

Para cada fenofase foi utilizado o teste de Rayleigh (Z e P) para avaliar se a mesma se distribui de forma uniforme ao longo do período estudado. Quando o resultado do teste não é significativo, a distribuição dos dados não difere de uma distribuição uniforme, apresentando uma ausência de concentração no evento considerado. Se for significativo, há uma distribuição não uniforme dos dados, indicando a existência de concentração em determinados meses para a fenofase em questão, sugerindo sazonalidade (ZAR, 1999).

O índice de atividade individual foi utilizado para estimar a sincronia intraespecífica, indicando a proporção de indivíduos amostrados que manifestaram uma determinada fase fenológica (BENCKE; MORELLATO, 2002). Sendo considerado fortemente síncrono quando a porcentagem de indivíduos nesta fase era > 60%, fracamente síncrono quando era 20-60% e não síncrono quando era <20% (BENCKE; MORELLATO, 2002).

O teste de correlação de Spearman foi utilizado para verificar as relações entre os fatores climáticos considerados (temperatura média mensal e precipitação total mensal) e as fenofases durante o período de estudo. Foi analisado se a variação no tempo dos eventos fenológicos estava relacionada a respostas imediatas ou tardias às condições climáticas locais; isto é, se a atividade observada em um determinado mês n estava relacionada às condições climáticas locais durante o mesmo mês ($n0$), ou àquelas até três meses anteriores, representado respectivamente por $n - 1$, $n - 2$ ou $n - 3$.

Todas as análises foram realizadas em R v. 4.0.3 (R Development Core Team 2020) com um nível de significância de 5%, sendo utilizado os pacotes circular e plotrix para as análises da fenologia.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estrutura populacional

Foram contabilizados 647 indivíduos de *A. aculeatissimum* nas parcelas amostradas, tendo como resultado uma densidade de cerca de 162 ind ha⁻¹. A razão plântula/adulto foi de 1,16, sendo os jovens os mais abundantes, com 430 indivíduos (66,5%), seguidos por 62 imaturos (9,6%), 58 plântulas (9%), 50 adultos (7,7%) e 47 infantes (7,3%) (Figura 4).

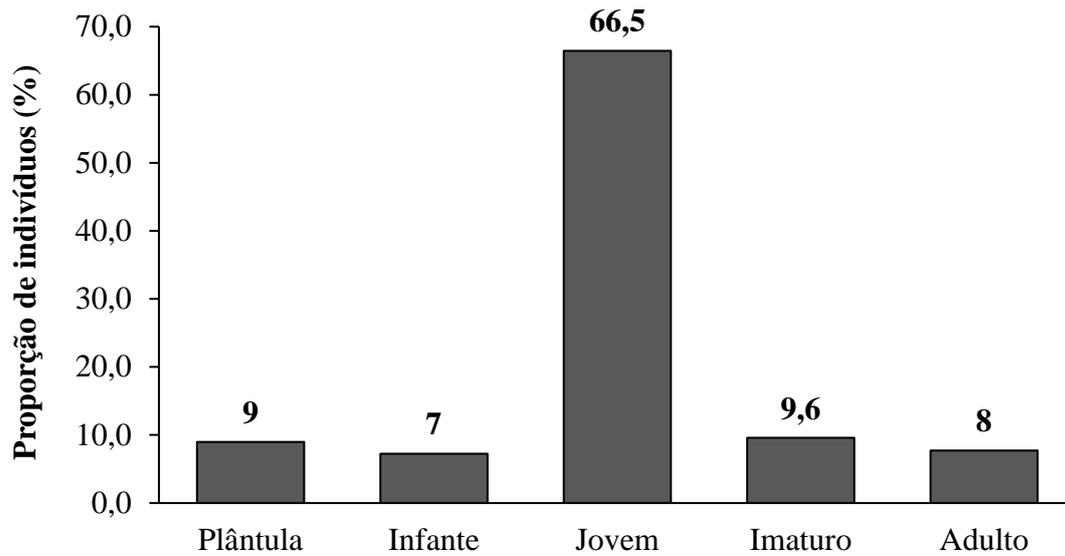


Figura 4: Proporção de indivíduos da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* e seus respectivos estádios ontogenéticos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil em 2020. Valores acima das barras correspondem ao número total de indivíduos em cada estádio amostrado

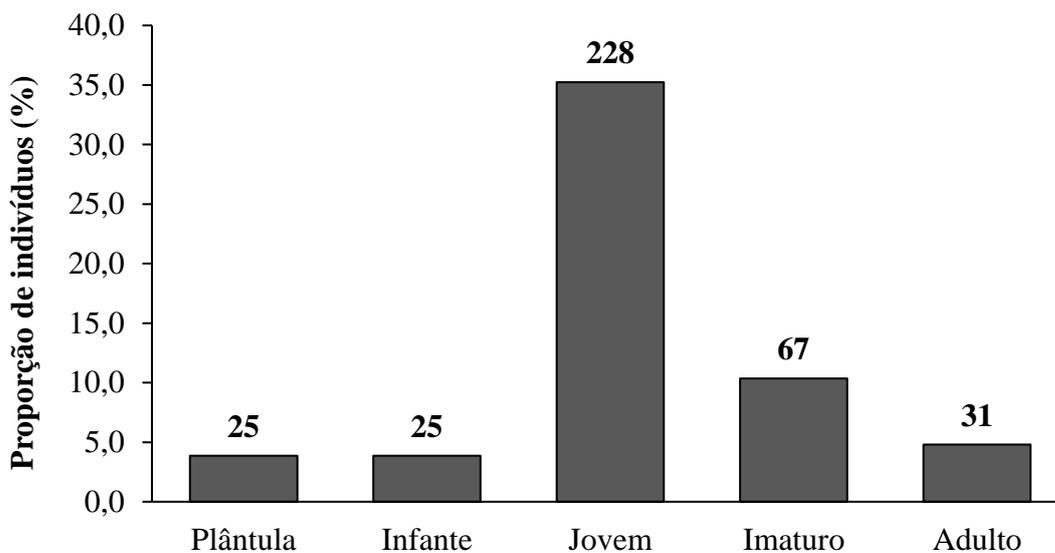


Figura 5: Proporção de indivíduos da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* e seus respectivos estádios ontogenéticos no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil em 2011. Valores acima das barras correspondem ao número total de indivíduos em cada estádio amostrado

A população amostrada de *A. aculeatissimum* apresentou poucos indivíduos de estágios iniciais e elevado número de jovens (Figura 4), sendo uma estrutura já obtida em estudos anteriormente feitos na área, onde Zucaratto (2013), utilizando a mesma metodologia realizada nesse estudo, encontrou um total de 240 ind.ha⁻¹, e uma razão plântula/adulto de 0,8 indivíduos (Figura 5). Essa razão plântula/adulto foi de 3 a 9 vezes menor do que a encontrada por Pires (2006) em duas Reservas Biológicas do Rio de Janeiro, sugerindo um baixo recrutamento da espécie na área. O valor obtido neste estudo

se aproximou mais ao encontrado pela mesma autora em pequenos fragmentos (19 a 950 ha) da região, que possuíam comunidades animais mais empobrecidas e ausência de cutias (GALETTI et al., 2006). Isso sugere que a estrutura populacional de *A. aculeatissimum* no PNT se encontra com algum desequilíbrio, resultado de algum evento antrópico ocorrido anteriormente na área, já que esses efeitos negativos geralmente afetam mais os indivíduos nos estágios iniciais (HALL; BAWA, 1993).

Outro fator que pode ter influenciado no padrão encontrado no Parque Nacional da Tijuca, foi o período em que os dados foram coletados, onde esse período pode ter sido um momento em que a germinação e crescimento de novos indivíduos da espécie ainda não estivesse iniciado no momento em que as parcelas foram alocadas, levando a uma falta de amostragem desses indivíduos, caso viessem a germinar em períodos posteriores ao da mensuração.

Mesmo após a dez anos do primeiro levantamento populacional da espécie na área, a estrutura populacional permaneceu a mesma, com a predominância dos indivíduos jovens, provavelmente porque *A. aculeatissimum* é uma espécie vegetal de crescimento lento (HENDERSON et al., 1995). Também pode apresentar o comportamento de outras espécies de palmeiras, onde há o investimento na produção de estipes, pois é um gasto energético muito elevado, mantendo os indivíduos mais concentrados no estágio jovem, fazendo com que não ocorra uma mudança na estrutura populacional, mesmo em períodos superiores a dez anos.

Dos indivíduos amostrados, 323 se encontraram de forma solitária, mostrando que cerca de 50% dessa população foi estabelecida a partir da germinação de sementes, e 324 em 100 touceiras. O estágio que apresentou a maior quantidade de indivíduos na forma de touceira, foi o juvenil, correspondendo a 73,5% das palmeiras em agregados. Plântulas (média \pm dp = $0,11 \pm 0,31$) e infantes ($0,10 \pm 0,30$) foram três vezes mais abundantes como solitários e, quando encontradas em touceiras, não apresentavam mais de um indivíduo por touceira. O número de juvenis em touceiras variou de 1 a 6 ($2,38 \pm 1,16$), enquanto os imaturos variam de 1 a 3 ($0,38 \pm 0,60$) e adultos de 1 a 2 ($0,27 \pm 0,56$). Somando todos os estádios, o número de indivíduos por touceira variou de 2 a 8 ($3,24 \pm 1,40$, Figura 6).

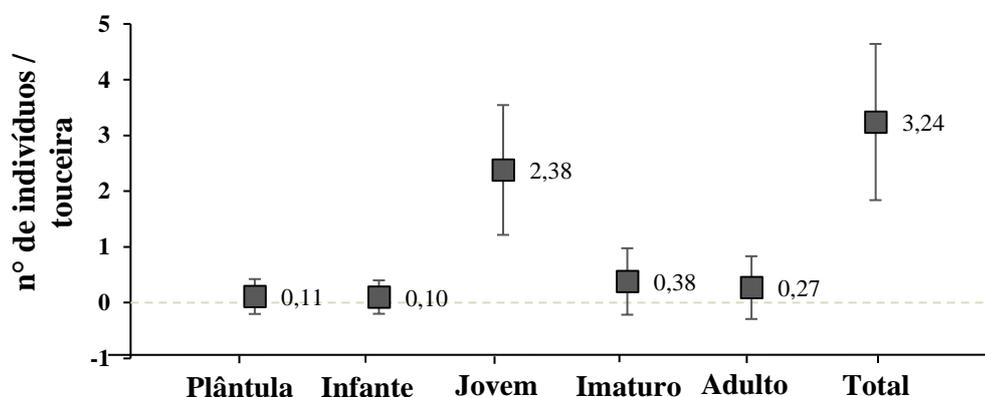


Figura 6: Número de indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* por touceira nos diferentes estádios ontogenéticos. Onde o número médio é representado pelo quadrado e o desvio padrão pelas barras.

Portela e Santos (2011) observou em cinco fragmentos florestais a presença de touceiras nas populações de *A. aculeatissimum* encontradas nessas áreas. Foi encontrado em 60% das touceiras a ocorrência de rametas (indivíduos) clonais, e em somente 40% das touceiras teve a presença de indivíduos não clonais, que possivelmente foram estabelecidos a partir de frutos produzidos pela própria touceira. A ausência de dispersores pode levar a ocorrência de germinação de novos indivíduos parentais, e isso pode explicar a ocorrência de 37% dos indivíduos nos estágios iniciais encontrados no PNT estarem em touceiras, pois os frutos não são utilizados pela fauna e germinam próximo da planta-mãe, aumentando o número de indivíduos por touceiras e/ou formando novas touceiras. Dessa forma, no caso de *A. aculeatissimum* o restabelecimento das interações com o seu principal dispersor de sementes (ZUCARATTO, 2013) pode desencadear, ao longo dos próximos anos, menores quantidades de indivíduos em touceiras.

Um estudo realizado por Beck e Terborgh (2002) evidenciou que a taxa de sobrevivência das sementes da espécie *Astrocaryum murumuru* foram maiores nas touceiras e que a remoção das sementes foi maior nos indivíduos solitários, podendo explicar o padrão de agregação em touceiras na população do PNT, onde 54% dos indivíduos reprodutivos foram encontrados em touceiras, podendo esses próprios indivíduos serem os originadores dos demais que se encontram na mesma touceira, e que os frutos dos indivíduos reprodutivos solitários sejam mais consumidos e dispersados pela fauna local.

Dessa forma, com a reintrodução das cutias (*Dasyprocta leporina*), principal dispersora das sementes da *A. aculeatissimum*, era esperado que houvesse o favorecimento dos estabelecimentos dos indivíduos em estágios iniciais, mas não foi identificadas alterações na sua estrutura populacional. Isso poderia ser explicado pelo período que os indivíduos dessa espécie levam para avançar em seus estágios ontogenéticos, permanecendo durante muito tempo no estágio juvenil, fazendo com que essa população, mesmo após uma década, apresente resultados muito semelhantes ao encontrado atualmente, e também por uma possível atuação da cutia como predadora dessas sementes, e atuando com uma menor intensidade como dispersora das sementes ofertadas.

4.2 Fenologia

Os eventos reprodutivos de *A. aculeatissimum* ocorreram ao longo de todo o ano, tendo sido observada a ocorrência de todas as fenofases durante o período estudado (Figura 7). Frutos imaturos foi a fenofase que ocorreu com maior frequência (Figura 7).

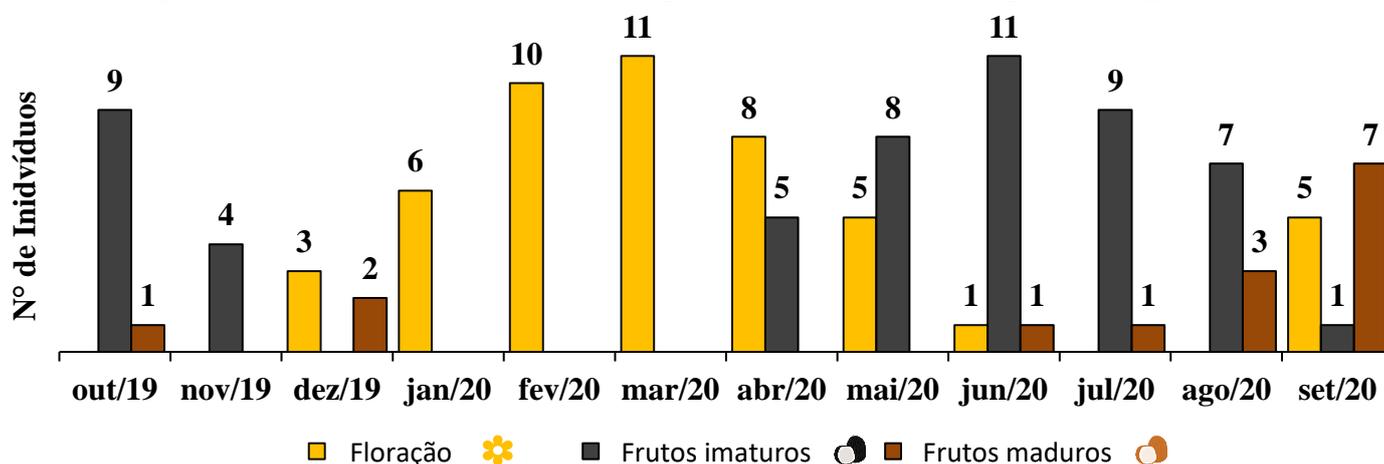


Figura 7: Número de indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* para cada fenofases nos meses do período de estudo. Onde o período de floração, frutos imaturos e frutos maduros são representados respectivamente pelas cores amarelo, cinza e marrom.

A floração iniciou em dezembro de 2019 e continuou até junho de 2020, retornando em setembro de 2020 (Figura 7). O número de cachos de inflorescências por palmeira variou de um a três, durando a floração entre três a quatro meses por indivíduo. A produção de inflorescências iniciou na estação mais quente e úmida, permanecendo até o período mais frio e seco. Embora esta fenofase tenha ocorrido quase que ao longo de todo ano, a quantidade de indivíduos presentes nos meses de sua ocorrência apresentou grande variação, podendo ser observado por exemplo nos meses de dezembro de 2019, março e junho de 2020, que tiveram respectivamente 6, 17 e 1 indivíduos na mesma fenofase (Figura 8).

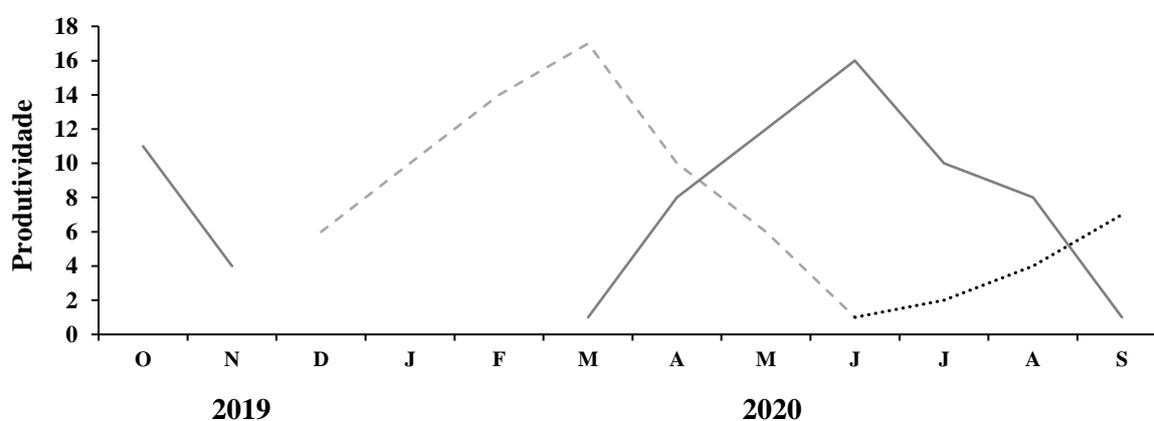


Figura 8: Número de cachos com inflorescência (barra tracejada), frutos imaturos (barra sólida) e frutos maduros (barra pontilhada) para os indivíduos de *Astrocaryum aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil, de outubro de 2019 a setembro de 2020

A ocorrência de frutos imaturos se deu ao longo de todo o estudo, exceto em três meses, dezembro de 2019 e janeiro e fevereiro de 2020. Esteve mais frequente nos meses de outubro e novembro de 2019 e de abril a setembro de 2020, que compreende a parte final da época chuvosa e o período mais frio e seco na região. A presença de frutos imaturos foi verificada em intervalos de 1 a 6 meses continuados, apresentando uma variação de uma a três cachos por palmeira (Figura 7).

Frutos maduros ocorreram no início da estação quente e úmida, em outubro e dezembro de 2019, e também apresentou ocorrência no período frio e seco, entre junho e setembro de 2020 (Figura 7). A produção média de frutos maduros foi de $41,28 \pm 18,83$, e número de cachos por indivíduo exibindo essa fenofase reprodutiva variou de $1,3 \pm 0,48$, e o seu pico de produção, com maior número de indivíduos nessa fenofase, ocorreu em setembro, com sete indivíduos apresentando frutos maduros (Figura 8).

Todas as fenofases reprodutivas exibidas, apresentaram um padrão de distribuição não uniforme ao longo do ano, ocorrendo diferentes concentrações dos indivíduos nos meses de para cada fenofase (Tabela 2, Figura 7).

Tabela 2: Teste Rayleigh (Z , análise da estatística circular) para a ocorrência de distribuição uniforme das fenofases para a *Astrocaryum aculeatissimum* no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil.

Floração	2019/2020
<i>A. aculeatissimum</i>	$Z = 0.55; p < 0.001$
Frutos Imaturos	2019/2020
<i>A. aculeatissimum</i>	$Z = 0.50; p < 0.001$
Frutos Maduros	2019/2020
<i>A. aculeatissimum</i>	$Z = 0.73; p < 0.001$

A fenologia da *Astrocaryum aculeatissimum* ainda não foi muito estudada, sendo este o primeiro estudo a respeito dos seus padrões reprodutivos dessa espécie no PNT. Dados não publicados, mostram um padrão fenológico muito semelhante a este na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil (Pires, comunicação pessoal). Onde sua floração também foi iniciada em períodos úmidos e quentes. Em relação aos frutos imaturos, sua ocorrência foi desencadeada em períodos quentes e úmidos, com ocorrência ao longo de todo o ano, e quanto aos frutos maduros, teve a maioria dos indivíduos exibindo essa fenofase em períodos frios e secos, com uma pequena quantidade de indivíduos apresentando frutos maduros em épocas quentes e úmidas.

A exibição de floração ocorre do período mais quente e úmido até o período mais frio e seco, com uma redução no número de indivíduos nessa fenofase nos períodos de inverno. Sua produção de frutos imaturos variou um pouco do padrão encontrado no PNT, onde foi observado uma ocorrência em todos os meses do ano, atingindo o pico na sua produção em junho, período semelhante ao encontrado nesse estudo. E seus frutos maduros também são encontrados em um mesmo período do ano, iniciando no período mais frio e seco, e finalizando no período quente e úmido. Tais informações mostram que regiões com estações do ano bem definidas, são de muita importância para desencadear as fenofases nessa espécie.

Com relação ao longo período de floração por indivíduo, o mesmo não foi verificado para *Astrocaryum jauari* na floresta amazônica, onde o período de floração estendeu-se por apenas dois meses e teve seu início no período de pouca precipitação (PIEDEDE et al., 2006). O padrão encontrado para a *Euterpe edulis* por Mantovani (1998) também mostrou que a fenofase de floração foi curta e teve seu início em períodos mais secos. Ambas foram realizadas em diferentes biomas e condições climáticas, o que também pode influenciar nos diferentes padrões observados para espécies da família Arecaceae (VAN SCHAIK et al., 1993).

Os frutos imaturos têm sido observados por outros autores de forma que costumam apresentar um padrão mais longo e duradouro, como encontrado neste estudo e por Portela et. al (2020) para a *Euterpe edulis* na mesma região. Para *Roystonea oleracea*, descrita por Silva (2017) no estado do Rio de Janeiro, foram observados frutos imaturos ao longo de todo o ano, em todos os meses analisado. Isso se deve principalmente ao fato

de que o tempo de amadurecimento dos frutos serem longos. No caso do *A. aculeatissimum*, esse tempo variou de 92 a 122 dias, o que mostra também que pode haver uma grande variação entre os próprios indivíduos.

A fenofase de frutos maduros geralmente ocorre de forma mais concentrada e com menos indivíduos produzindo esses frutos, tal como observado por Bruno et al. (2019) para a *Syagrus glazioviana*, onde seus frutos maduros foram exibidos com um intervalo de um a três meses, e com o número de indivíduos reprodutivos variando de um a cinco. Para *Attalea humilis*, por exemplo, foram observados que os frutos maduros se encontravam concentrados nos meses de julho a setembro, variando de dois a cinco indivíduos exibindo essa fenofase nesses meses (ANDREAZZI et al., 2012).

A exibição dos padrões fenológicos encontrados em diversas espécies de palmeira, mostraram que o início e o final de uma determinada fenofase está diretamente relacionado com as condições climáticas de cada região onde ocorrem, algumas apresentando as fenofases reprodutivas em períodos frios e secos, quentes e úmidos, ou até mesmo ao longo desses períodos, estando presente durante todo o ano, e o padrão encontrado para a *A. aculeatissimum* seguiu o mesmo padrão.

As análises de correlação de Spearman durante todo o período do estudo, mostraram que o florescimento da *A. aculeatissimum* foi positivamente correlacionado com a temperatura (Tabela 3).

O pico de floração, frutos imaturos e frutos maduros para *A. aculeatissimum* ocorreram respectivamente em março de 2020 com 17 inflorescências, junho de 2020 com 16 cachos de frutos imaturos e setembro de 2020 com 7 cachos de frutos maduros (Figura 6).

Frutos imaturos apresentaram correlação significativa e negativa com a temperatura somente em n_0 , e com as temperaturas dos meses antecedentes não apresentou significância (Tabela 3).

Frutos maduros apresentaram correlação significativa e negativas com temperaturas de um e dois meses anteriores ($n - 1$ e $n - 2$) ao estudo, mostrando que períodos mais frios podem desencadear a maturação dos frutos. Todas as fenofases apresentaram falta de significância com a precipitação (Tabela 3).

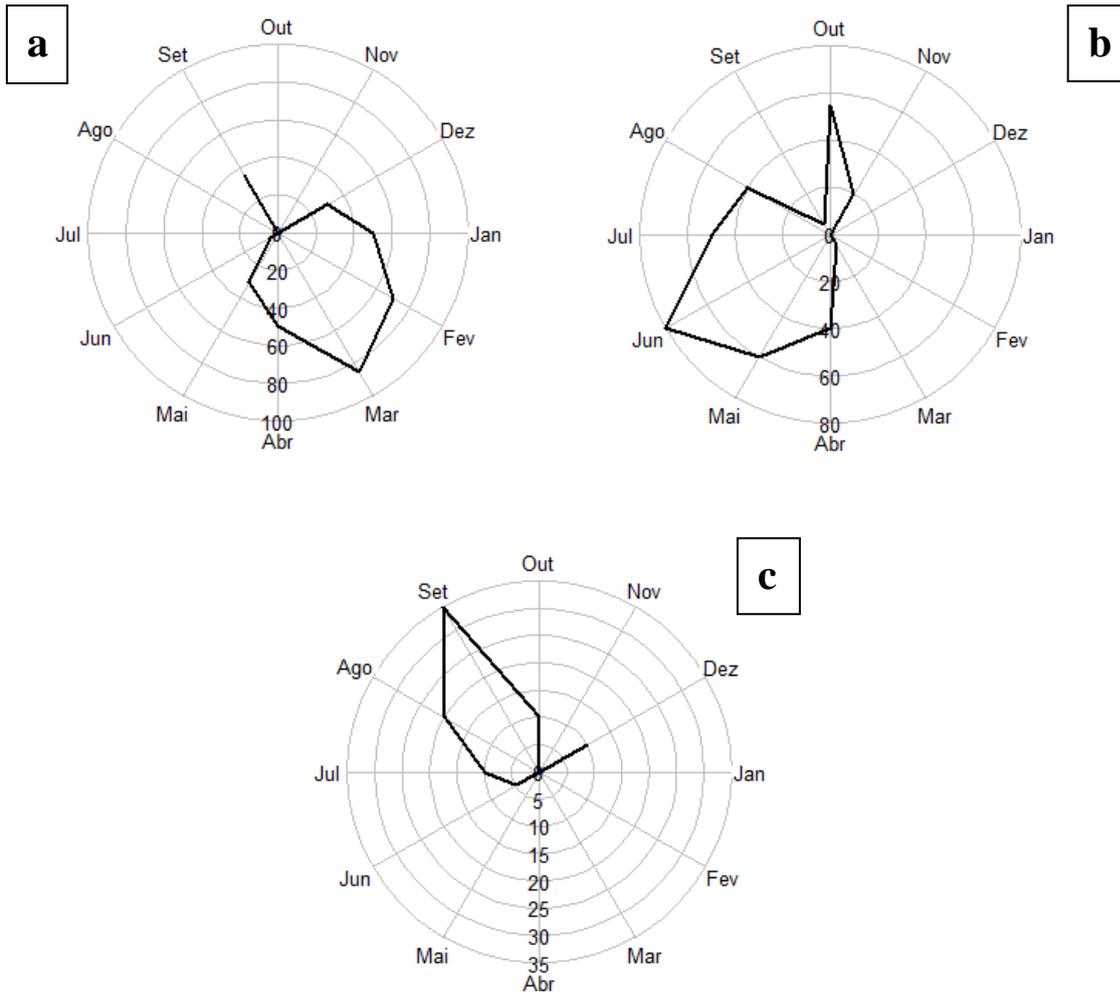


Figura 9: Histogramas circulares mostrando a intensidade das fenofases, floração (a), frutos imaturos (b) e frutos maduros (c) de *Astrocaryum aculeatissimum* para o período de estudo no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. Note a diferença nas escalas.

Tabela 3: Análise de correlação de Spearman da fenologia de *Astrocaryum aculeatissimum* e as variáveis climáticas ao longo de todo o período de estudo (outubro de 2019 a setembro de 2020). As variáveis $n0$, $n - 1$, $n - 2$ e $n - 3$ indicam a variável climática para o mesmo mês e um, dois e três meses antes do mês da fase fenológica, respectivamente

Temperatura (°C)				
Floração	$n0$	$n - 1$	$n - 2$	$n - 3$
<i>A. aculeatissimum</i>	rs = 0.74; $P < 0.05$	rs = 0.74; $P < 0.05$	rs = 0.73; $P < 0.05$	Rs = 0.47; $P > 0.05$
Frutos Imaturos	$n0$	$n - 1$	$n - 2$	$n - 3$
<i>A. aculeatissimum</i>	rs = - 0.79; $P < 0.05$	rs = - 0.49; $P > 0.05$	rs = - 0.26; $P > 0.05$	rs = 0.21; $P > 0.05$
Frutos Maduros	$n - 0$	$n - 1$	$n - 2$	$n - 3$
<i>A. aculeatissimum</i>	rs = - 0.47; $P > 0.05$	rs = - 0.88; $P < 0.001$	rs = - 0.65; $P < 0.05$	rs = - 0.38; $P > 0.05$
Precipitação (mm)				
Floração	$n - 0$	$n - 1$	$n - 2$	$n - 3$
<i>A. aculeatissimum</i>	rs = 0.38; $P > 0.05$	rs = 0.32; $P > 0.05$	rs = 0.19; $P > 0.05$	rs = 0.17; $P > 0.05$
Frutos Imaturos	$n - 0$	$n - 1$	$n - 2$	$n - 3$
<i>A. aculeatissimum</i>	rs = - 0.17; $P > 0.05$	rs = 0.12; $P > 0.05$	rs = 0.20; $P > 0.05$	rs = - 0.02; $P > 0.05$
Frutos Maduros	$n - 0$	$n - 1$	$n - 2$	$n - 3$
<i>A. aculeatissimum</i>	rs = - 0.02; $P > 0.05$	rs = - 0.13; $P > 0.05$	rs = 0.40; $P > 0.05$	rs = 0.38; $P > 0.05$

Entre os meses de exibição da fenofase de floração, os indivíduos apresentaram baixa ocorrência somente em um mês, demonstrando um comportamento de assincronia, onde menos de 20% deles se encontravam nessa fenofase. Baixa sincronia foi presente entre a maioria dos meses de ocorrência dessa fenofase, e fortemente sincrônico em dois meses, fevereiro e março, onde apresentou mais de 60% dos indivíduos em flor (Figura 7.a).

A floração sincronizada pode atrair polinizadores e aumentar a probabilidade de polinização e cruzamento entre os indivíduos da população, sendo uma estratégia que ajuda a manter a eficiência reprodutiva na população (NÚÑEZ, 2014). Além disso, a variação temporal dessa fenofase, faz com que ocorra abundância de recursos para os polinizadores (JANZEN, 1967; KELLY; SORK, 2002).

A temperatura dos dois meses anteriores do início da floração da *A. aculeatissimum* marcados por baixas precipitações e temperaturas, demonstrou influenciar para a ocorrência dessa fenofase (Tabela 3). A sincronização da floração com os períodos de menores precipitações, determina que seus frutos ficarão disponíveis em épocas mais quentes, como evidenciado pela correlação negativa para a temperatura (Tabela 3), sendo esse padrão reprodutivo semelhante ao de outras espécies de palmeiras (FAVA et al., 2011; SILVA; SCARIOT, 2013).

Frutos imaturos foi a fenofase que apresentou, em sua maior parte, baixa sincronia entre os indivíduos, onde durante os meses de ocorrência, em 67% desses foi de fraca sincronia, 22% assíncrono e 11% com forte sincronia (Figura 7.b).

Piedade et al. (2006) encontraram um período temporal de frutos imaturos para a *Astrocaryum jauari* semelhante ao encontrado nesse estudo para a *A. aculeatissimum*, onde essa fenofase ocorreu durante muitos meses consecutivos, e isso foi justificado pela importância do investimento energético da planta mãe em um longo período na produção de frutos atrativos para a fauna dispersora, e que segundo Moles et al. (2004), esse investimento é essencial para a atração de dispersores que interagem com a espécie, e também para o estabelecimento e desenvolvimento de novos indivíduos (WOLFE; BURNS 2001).

A produção de frutos maduros apresentou baixa sincronia nos meses de agosto e setembro de 2020, e em todos os outros em que teve ocorrência, foi de forma assíncrona, onde menos de 20% dos indivíduos se encontravam nessa fenofase (Figura 7.c). Diferenças na fenologia e na produção de frutos das espécies de palmeiras são importantes, pois elas mantêm o suprimento de frutos por longos períodos e afetam positivamente as populações de frugívoros vertebrados que os consomem (GALETTI et al., 1999; CASTRO et al., 2007), pois, fazem com que se tenham frutos de palmeiras disponíveis em diferentes épocas do ano.

O período de ocorrência dos frutos maduros foi semelhante ao encontrado em outros estudos sobre fenologia das palmeiras em florestas tropicais, como *Astrocaryum jauari* (PIEADADE et al., 2006). A ocorrência de frutos maduros em épocas mais quentes e chuvosas se difere de algumas palmeiras estudadas por Sist (1989), Peres (1994) e Miller (2002), e isso pode estar relacionado às interações que essas espécies possuem com insetos / invertebrados polinizadores e predadores, e com as condições climáticas na quais estão inseridas (TERBORGH et al., 1993; CINTRA, 1997; WRIGHT et al., 2000; BREWER, 2001).

A baixa sincronia de frutificação pode dificultar a dispersão das sementes, pois diminui o número de animais dispersores atraídos pelos frutos, e reduz o seu movimento entre os indivíduos adultos (WHEELWRIGHT; ORIANI 1982). A predação de sementes por esses frugívoros tem grande importância ecológica e evolutiva, pois afeta diversidade de plantas, bem como sua demografia e fenologia (CRAWLEY 1983; CURRAN; LEIGHTON 2000). Além disso, a diminuição na intensidade de disponibilidade dos frutos pode não satisfazer os predadores, e assim permitir que as sementes sejam totalmente predadas, minimizando a dispersão dessas sementes (JANZEN, 1974; VAN SCHAIK et al., 1993; CURRAN; LEIGHTON, 2000; CASTRO et al., 2007).

Em Poço das Antas, Pires (2006) verificou que foram produzidos em média 54 frutos maduros por cachos, e cada indivíduo tinha em média 2 cachos de frutos, produzindo 100 frutos maduros por indivíduo, enquanto que no PNT ocorreu uma

produção menor, com uma média de 40 frutos maduros por cacho, com cada indivíduo produzindo, em média, um cacho de fruto.

Todos os cachos de flores foram convertidos para cachos com frutos imaturos, mostrando que a ação dos polinizadores da espécie no PNT se encontra estável, de forma que todos os cachos foram polinizados. Já os cachos de frutos imaturos, cerca de 50% desses frutos não foram convertidos em cachos de frutos maduros, onde os 16 cachos produzidos no total, apenas 7 se tornaram frutos maduros, sendo predados antes mesmo de atingirem sua maturação (Figura 10).

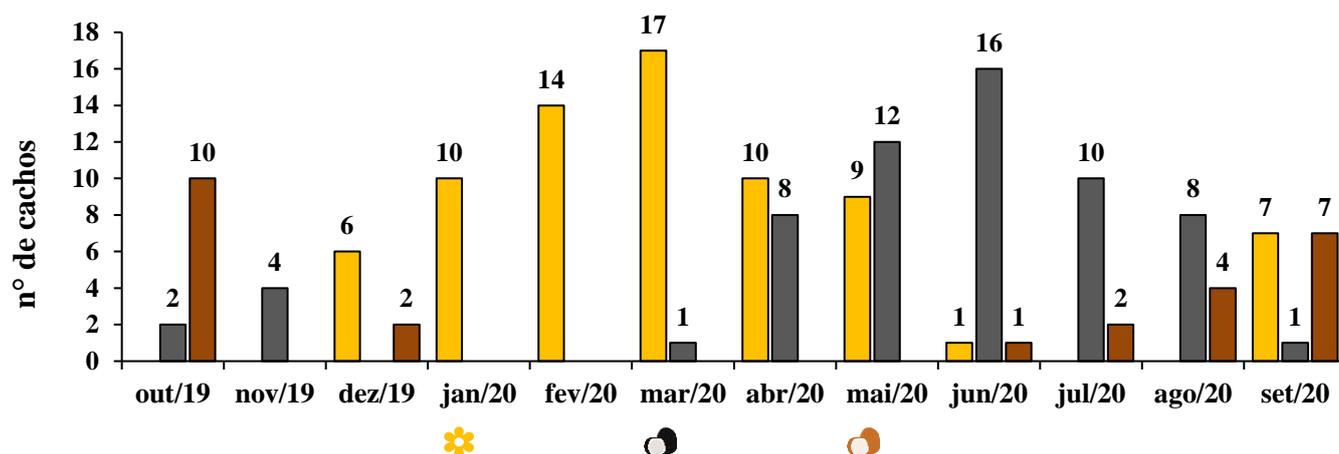


Figura 10: Número de cachos exibidos para cada fenofase da *Astrocaryum aculeatissimum* nos meses do estudo da fenologia reprodutiva no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil.

A produtividade de frutos maduros encontrado por Pires (comunicação pessoal) mostra que a conversão de frutos imaturos para frutos maduros ocorreu em quase que sua totalidade, onde não ocorreu a alta predação dos frutos imaturos. Na mesma área, também foi observada um elevado recrutamento dos indivíduos nos estágios iniciais da população dessa espécie na área estudada. Logo, a alta predação no PNT quando comparada com outras áreas de ocorrência da espécie, mostra ser um fator que pode ser um forte influenciador nesses resultados encontrados.

Essa menor oferta de frutos maduros, pode estar levando a fauna aumentar a ação predatória sob os frutos e reduzindo sua ação dispersora, além disso, ocorreu uma alta predação dos frutos imaturos (observação pessoal), e isso pode contribuir para um baixo recrutamento de indivíduos dessa espécie, já que grande quantidade dos frutos que são produzidos não chegam a atingir seu grau de maturação, logo, se tem um menor número de sementes viáveis para a germinação nessa área.

No PNT há presença de animais com grande potencial de consumo dos frutos produzidos pelas *A. aculeatissimum*. Essa elevada quantidade de animais consumidores desses frutos, pode ser um fator que esteja fazendo eles serem predados antes de entrarem na fase de maturação. Por isso, estudos que investiguem quais animais estão realizando a predação desses frutos, são fundamentais para um entendimento mais completo a respeito dos fatores relacionados ao recrutamento de novos indivíduos para essa espécie.

5. CONCLUSÕES

A estrutura populacional encontrada no estudo não sofreu alterações após uma década, período em que foi feita sua primeira caracterização no PNT. Isso pode ser explicado pelo lento crescimento e desenvolvimento da espécie, apresentando uma forte concentração dos indivíduos no estágio intermediário de crescimento, como também pode ser entendido que o tempo de reintrodução das cutias ainda não foi o suficiente para fazer o efeito esperado. Outro fator que parece estar afetando o baixo recrutamento é uma redução na produção de frutos maduros, associado a uma alta predação.

Os resultados encontrados para a fenologia reprodutiva, indicaram uma possível sazonalidade para *Astrocaryum aculeatissimum*, em relação à todas as fenofases observadas. Fatores climáticos, como a temperatura, possuem uma forte relação com o desencadeamento dessas fenofases. No entanto, para uma maior consistência dos padrões observados, é necessário a realização de um estudo mais longo, já que um maior acompanhamento e aprofundamento do conhecimento da fenologia reprodutiva de *A aculeatissimum* permitirá conhecer a repetição ou não dessas observações e a constatação de padrões fenológicos sazonais para a espécie.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E. M. de; ALVES, M. A. S. Fenologia de *Psychotria nuda* e *P. brasiliensis* (Rubiaceae) em uma área de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 14, n. 3, p. 335-346, 2000.
- ALMEIDA, L.B. & GALETTI, M., no prelo. Seed dispersal and spatial distribution of *Attalea geraensis* (Arecaceae) in two remnants of Cerrado in southeastern Brazil. **Acta Oecologica**.
- ANDREAZZI, C.; PIRES, A.; PIMENTA, C.; FERNANDEZ, F. Increased female reproduction favours the large-seeded palm *Attalea humilis* in small Atlantic Forest fragments. **Journal of Tropical Ecology**. p. 28, 2012.
- Arecaceae in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB53>>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.
- BARBOSA, F. G. Mata Atlântica: relatos de um bioma saudoso. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 1, p. 276-279, 2017.
- BECK, H.; TERBORGH, J., 2002. Groves versus isolates: how spatial aggregation of *Astrocaryum murumuru* palms affects seed removal. **Journal of Tropical Ecology** 18: 275-288.
- BENCKE, C.C.; MORELLATO, L.P.C. 2002. Estudo Comparativo Da Fenologia de Nove Espécies Arbóreas Em Três Tipos de Floresta Atlântica no Sudeste Do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 25 (2): 237-48.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: **Artmed Editora**, 2007.
- BRASIL. 2000. Lei nº 9.985/2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)**. Disponível em:<

http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dap_cnuc2/_arquivos/snuc.pdf. Acesso em 24 de novembro 2020>. Acesso em 15 de agosto de 2020.

- BREWER, S.W. Predation and dispersal of large and small seeds of tropical palm. **Oikos**, v.92, p.245-255, 2001.
- BRUNO, A.; MARIA, M. et al. Reproductive phenology of three *Syagrus* species (Arecaceae) in a tropical savanna in Brazil. *Flora*. Munich: **Elsevier GmbH**, v. 252, p. 18-25, 2019.
- CAPPELATTI, L.; SCHMITT, J.L. Spatial distribution and population structure of palms (Arecaceae) in a forest fragment of lowland dense humid forest in south Brazil. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 817-825, 2015.
- CASTRO, E.; GALETTI, M.; MORELLATO, P. Reproductive phenology of *Euterpe edulis* (Arecaceae) along a gradient in the Atlantic rainforest of Brazil. **Australian Journal of Botany** - p. 55., 2007.
- CID, B.; FIGUEIRA, L.; MELLO, A.F.T.; PIRES, A.S.; FERNANDEZ, F.A.S. Short-term success in the reintroduction of the red-humped agouti *Dasyprocta leporina*, an important seed disperser, in a Brazilian Atlantic Forest reserve. **Tropical Conservation Science**, v.7, n. 4, p. 796-810, 2014.
- CINTRA, R.; HORNA, V. 1997. Seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume tree *Dipteryx micantha* in gap in Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 1, p.257-277, 1997.
- CLIMATEMPO. Históricos de dados climáticos. Dados Climáticos. Disponível em:< <https://www.climatepo.com.br/previsao-do-tempo/cidade/4111/altoboavista-mt/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- CRAWLEY M.J. Herbivory: the dynamics of animal–plant interactions. Blackwell Scientific: Oxford, 1983.
- CURRAN LM, LEIGHTON M (2000). Vertebrate responses to spatio-temporal variation in seed production of mast-fruiting Dipterocarpaceae. **Ecological Monographs** 70, 101–128.
- DIRZO, R.; YOUNG, H.S.; GALETTI, M.; CEBALLOS, G.; ISAAC, N.J.B.; COLLEN, B. Defaunation in the Anthropocene. **Science**, v. 345, n. 6195, p. 401-406, 2014.
- DONATTI, C.I.; GUIMARÃES JR., P.R.; GALETTI, M. Seed dispersal and predation in the endemic Atlantic rainforest palm *Astrocaryum aculeatissimum* across a gradient of seed disperser abundance. **Ecological Research**, v. 24, n. 6, p. 1187-1195, 2009.
- DRUMMOND, J.A. O jardim dentro da máquina: breve história ambiental da Floresta da Tijuca. **Estudos Históricos**, v. 1, p. 278-294, 1988
- FARIAS, L. M. A. Fenologia reprodutiva de *Astrocaryum murumuru* Mart. em um fragmento de floresta de várzea estuarina em Belém, Pará. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 10., 2011, São Lourenço, MG. Anais... São Lourenço, MG: **Sociedade de Ecologia do Brasil**, 2011.

- FAVA W, COVRE W, SIGRIST Y. *Attalea phalerata* and *Bactris glaucescens* (Arecaceae, Arecoideae): Phenology and pollination ecology in the pantanal, **Brazil. Flora.** 2011;206(6):575–584.
- FERNANDEZ, F.A.S.; RHEINGANTZ, M.L.; GENES, L.; KENUP, C.F.; GALLIEZ, M.; CEZIMBRA, T.; CID, B.; MACEDO, L.; ARAUJO, B.B.A.; MORAES, B.S.; MONJEAU, A.; PIRES, A.S. Rewilding the Atlantic Forest: Restoring the fauna and ecological interactions of a protected area. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 15, n. 4, p. 308-314, 2017.
- FERREIRA, L. S. L.; SOUSA, J. A. L. de; JARDIM, M. A. G. Florística, ecologia e potencial paisagístico de palmeiras do Parque Zoobotânico do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém – PA. **Revista Brasileira de Arborização Urbana**, v. 9, n. 4, p. 22-31, 2014.
- FORGET, P.-M. Seed-dispersal of *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in french guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, n. 4, p. 459-468, 1990.
- FREITAS, S.R.; NEVES, C.L.; CHERNICHARO, P. Tijuca National Park: two Pioneering restorationist initiatives in Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, p. 975-982, 2006.
- GALETTI M.; ZIPPARRO V.; MORELLATO L.P. Fruit phenology and frugivory on the palm *Euterpe edulis* in a lowland Atlantic forest of Brazil. **Ecotropica**, v. 5, p. 115-122, 1999.
- GALETTI, M.; DONATTI, C.I.; PIRES, A.S.; GUIMARÃES JR., P.R.; JORDANO, P. Seed survival and dispersal of an endemic Atlantic forest palm: The combined effects of defaunation and forest fragmentation. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, n. 1, p. 141-149, 2006.
- HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timer tropical forest products on plant populations. **Economic Botanic**, v. 47, p. 234-247, 1993.
- HENDERSON, A. Evolution and ecology of palms. New York: The New York **Botanical Garden Press**, 2002. 259 p.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. Field guide to the palms of the Americas. **Princeton University Press, Princeton, New Jersey**, 1995.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G. Fenología de las palmas de uma selva cálida húmeda de México. **Bulletin de l’Institut Français d’Études Andines**, v. 21, n. 2, p. 669-683, 1992.
- INKROT, D. et al. Flowering and fruiting phenology of *Normanbya normanbyi* (W. Hill) L. H. Bailey (Arecaceae), a palm endemic to the lowland tropical rainforest of north-eastern Australia. **Austral Ecology**, v. 32, p. 21-28, 2007.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2008. **Plano de Manejo do Parque Nacional da Tijuca. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Brasília, Brasil.**

- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: 10 de outubro 2020.
- JANZEN DH (1974). Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. **Biotropica** 6, 69–103.
- JANZEN DH (1974). Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. **Biotropica** 6, 69–103.
- KELLY, D. & SORK, V.L. 2002. Mast seeding in perennial plants?: Why, how, where? **Annual Review of Ecology and Systematics** 33: 427-447.
- LIMA, C.G.B. **Polinização e sistema reprodutivo da palmeira *Astrocaryum aculeatum* Meyer na região de Manaus, Amazonas**. Dissertação de mestrado em Botânica, Instituto Nacional de Pesquisas na Amazônia., 2004.
- LONGHI, S. J. Fenologia de algumas espécies florestais e ornamentais. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v. 14, n. 3-4, p. 231-240, 1984.
- LORENZI, H. et al. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. São Paulo: **Instituto Plantarum**, 2004. 416 p.
- LORENZI, H; NOBLICK, L.R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. Flora Brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras). Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 384 p, 2010.
- LORENZI, H; NOBLICK, L.R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. Flora Brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras). Nova Odessa, SP: **Instituto Plantarum**, 384 p, 2010
- MACHADO, V.M. et al. Avaliação do banco de sementes de uma área em processo de recuperação em cerrado campestre. **Planta daninha**. 2013, vol.31, n.2, pp.303-312.
- MANTOVANI, A. **Fenologia e aspecto da biologia floral de uma população de *Euterpe edulis* Martius na Floresta Atlântica no Sul do Brasil**. Rio Claro, UNESPE (Dissertação de Mestrado), 66 p, 1998.
- MELITO MO, FARIA JC, AMORIM AM, CAZETTA E. Demographic structure of a threatened palm (*Euterpe edulis* Mart.) in a fragmented landscape of Atlantic Forest in northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica** 2014; 28(2): 249-258.
- MELO, F.P.L.; MARTÍNEZ-SALAS, E.; BENÍTEZ-MALVIDO, J.; CEBALLOS, G. Forest fragmentation reduces recruitment of large-seeded tree species in a semi-deciduous tropical forest of southern Mexico. **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, p. 35-43, 2010.
- MILLER C (2002). Fruit production of the unguurahua palm (*Oenocarpus bataua* subsp. *bataua*, Arecaceae) in an indigenous managed reserve. **Economic Botany** 56, 165–176.
- MONTEIRO, E.A.; FISCH, S.T.V., 2005. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex A. Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). **Biota Neotropica** , p.5.
- MONTEZUMA, R.C.M. **Produção e reabilitação funcional do piso florestal em clareira de deslizamento, Parque Nacional da Tijuca, RJ**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 294p., 2005.

- MORELLATO, L. P. C. et al. Linking plant phenology to conservation biology. **Biological Conservation**, v. 195, p. 60-72, 2016.
- MORELLATO, L.P.C.; ALBERTI, L.F; HUDSON, I.L. 2010 Applications of circular statistics in plant phenology: a case studies approach. In: Keatley, M. & Hudson, I.L. (eds.) *Phenological Research: Methods for Environmental and Climate Change Analysis*. New York, Springer. Pp. 357- 371.
- NÚÑEZ LA. **Patrones de asociación entre insectos polinizadores y palmas silvestres en Colombia con énfasis en palmas de importancia económica** (Tesis de doctorado). Bogotá: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia; 2014. p. 43–52.
- OLIVEIRA, K. F. et al. Estrutura e distribuição espacial de populações de palmeiras em diferentes altitudes na Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**. 2014, vol.65, n.4, pp.1043-1055.
- OLIVEIRA, M. S. P.; COUTURIER, PAULO, G. B. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. **Acta Bot. Bras.** 2003, vol.17, n.3, pp.343-353.
- PERES CA (1994). Composition, density and fruiting phenology of arborescent palms in a Amazonian Terra Firme Forest. **Biotropica** 26, 285–294.
- PERES, C.A. & BAIDER, C. 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology** 13: 595-616.
- PIEIDADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. **Revista de Biologia Tropical**, v. 54, n. 4, p. 1171-1178, 2006.
- PIÑERO, D.; SARUKHÁN, J., 1982. Reproductive behaviour and its individual variability in a tropical palm, *Astrocaryum mexicanum*. **Journal of Ecology** 70: 461-472
- PIÑERO D.; MARTINEZ-RAMOS M.; SARUKHA N. J. (1984). A population model of *Atrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. **J Ecol** 2:977–991.
- PIÑERO, D.; J. SARUKHÁN. "Reproductive Behaviour and Its Individual Variability in a Tropical Palm, *Astrocaryum Mexicanum*. **Journal of Ecology** 70, n°. 2 (1982): 461-72.
- PIRES, A.S. **Perda de diversidade de palmeiras em fragmentos de Mata Atlântica: padrões e processos**. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 108 p., 2006.
- PIRES, A.S.; GALETTI, M. The agouti *Dasyprocta leporina* (Rodentia:Dasyproctidae) as seed disperser of the palm *Astrocaryum aculeatissimum*. **Mastozoología Neotropical**, v. 19, n. 1, p. 147-153, 2012.
- PORTELA, R., SILVA, V., MENDES, E., LIMA, T., BRAZ, M., PINTOR, A., OLIVEIRA, P.; MATTOS, E. (2020). Alterações fenológicas diferenciais no *Euterpe*

edulis mart. durante um ano extremamente seco ao longo de um gradiente altitudinal. **Oecologia Australis**, 24 (2), 389-405.

PORTELA, R.C.Q. 2008. **Ecologia populacional de três espécies de palmeiras em uma paisagem fragmentada no domínio da Mata Atlântica, RJ**. Tese de doutorado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 140 p., 2008.

PORTELA, R.C.Q.; Bruna, E.M.; MAËS, F.A.S. Demografia de espécies de palmeiras na Mata Atlântica do Brasil: uma comparação de espécies colhidas e não colhidas usando modelos matriciais. **Biodivers Conserv**, 19, 2389–2403 (2010).

PORTELA, R.C.Q.; SANTOS, F.A.M. Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p. 523-535, 2011.

R Development Team. 2008. A language and environment for statistical computing. Vienna, **R Foundation for Statistical Computing**.

SANTOS-COUTINHO, P.R.O. **Recrutamento de espécies arbóreas na Mata Atlântica: o efeito da reintrodução de um importante dispersor de sementes no Parque Nacional da Tijuca**. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 83p., 2020.

SANTOS-COUTINHO, P.R.O; OLIVEIRA, L.T; PIRES, A.S. Population Structure of the Palm *Euterpe edulis* in an Urban Atlantic Forest Reserve. In XVIII SAEF: O Futuro das Florestas & II FÓRUM DA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS, 2019 Rio de Janeiro. **Anais do evento**, 2019.

SCARIOT, A. 1999. Forest fragmentation effects on palm diversity in central Amazonia. **Journal of Ecology** 87: 66-76.

SEIDLER, T.G. & PLOTKIN, J.B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. **Plos Biology** 11: 2132-2137.

SILVA P, SCARIOT A. Phenology, biometric parameters and productivity of fruits of the palm *Butia capitata* (Mart.) Beccari in the Brazilian cerrado in the north of the state of Minas Gerais. **Acta Bot. Bras.** 2013;27(3):580–589.

SILVA, T.A. **Fenologia reprodutiva da palmeira *Roystonea oleracea* no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017.

SIST P (1989). Peuplement et phénologie des palmier em foret guyanaise (Pist et Saint Elle). **Revue d'Ecologie (La Terre et La Vie)** 44, 113–151.

SMYTHE, N. The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*). **Smithsonian Contributions to Zoology**, v. 257, p. 1-52, 1978.

TALORA, D. C.; MORELLATO, P. C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 13-26, 2000.

- TERBORGH, J.; LOSOS, E.; RILEY, M, P.; BOLAÑOS RILEY M. Predation vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree of na Amazonian forest. **Vegetatio**, v.107/108, p.375-386, 1993.
- TERBORGH, J.; NUÑEZ-ITURRI, G.; PITMAN, N.C.A.; VALVERDE, F.H.C.; ALVAREZ, P.; SWAMY, V.; PRINGLE, E.G.; PAINE, C.E.T. Tree recruitment in an empty forest. **Ecology**, v. 89, n. 6, p. 1757-1768, 2008.
- VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of Tropical Forests: Adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, p. 353-377, 1993.
- VÍCTOR ARROYO-RODRÍGUEZ; ARMANDO AGUIRRE; JULIETA BENÍTEZ-MALVIDO; SALVADOR MANDUJANO. Impact of rain forest fragmentation on the population size of a structurally important palm species: *Astrocaryum mexicanum* at Los Tuxtlas, Mexico. **Biological Conservation**, Volume 138, Issues 1–2, 2007, Pages 198-206.
- WHEELWRIGHT, N.T., AND G.H. ORIANIS 1982. Seed dispersal by animals: contrasts with pollen dispersal, prolems of terminology, and constraints on coevolution. **American Naturalist** 119:402-413.
- WOLFE, L.M., BURNS J.L. 2001. A Rare Continual Flowering Strategy and Its Influence on Off spring Quality in a Gynodioecious Plant. **American Journal of Botany** 88 (8): 1419–23. <https://doi.org/10.2307/3558448>.
- WRIGHT, S.J.; ZEBALLOS, H.; DOMÍNGUEZ, I.; GALLARDO, M.M.; MORENO, M. C.; IBÁÑEZ, R. Poachers alter mammal abundance, seed dispersal and seed predation in neotropical forest. **Conservation Biology**, v.14, n.4, p.227-239, 2000.
- ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 4. ed. Englewood Cliffs: **Prentice-Hall**, 1999. 662 p.
- ZONA, S. & HENDERSON, A. 1989. A review of animal-mediated seed dispersal of palms. **Selbyana** 11: 6–21.
- ZUCARATTO, R. **Os frutos que as cutias comiam: recrutamento da palmeira *Astrocaryum aculeatissimum* na ausência de seu principal dispersor de sementes.** Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 49p., 2013.