



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

JÉSSICA ANASTÁCIA MEDEIROS DOS REIS

**DINÂMICA POPULACIONAL DE BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart. ex. Spreng.) EM
PASTAGENS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**BELÉM-PARÁ
2019**

JÉSSICA ANASTÁCIA MEDEIROS DOS REIS

**DINÂMICA POPULACIONAL DE BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart. ex. Spreng.) EM
PASTAGENS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção do título de mestre.

Área de Concentração: Ciências Florestais.

Orientadora: Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda

Co-orientadora: Dra. Danielle Mitja

**BELÉM-PARÁ
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(CIP) Bibliotecas da Universidade Federal Rural da
Amazônia

Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R375d Reis, Jéssica Anastácia Medeiros dos
Dinâmica populacional de babaçu (*Attalea speciosa* mart. ex. spreng.) em pastagens na
amazônia oriental
/ Jéssica Anastácia Medeiros dos Reis. - 2019.
63 f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCF),
Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Izildinha de Souza Miranda
Co-orientação: Danielle Mitja

1. Palmeiras. 2. Regeneração natural de plantas. 3. Babaçu. 4. Mortalidade de plantas. 5. Projeto de
Assentamento Benfica. I. Miranda, Izildinha de Souza, *orient.* II. Título

CDD: 584.5

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

JÉSSICA ANASTÁCIA MEDEIROS DOS REIS

**DINÂMICA POPULACIONAL DE BABAÇU (*Attalea speciosa* Mart. ex. Spreng.) EM
PASTAGENS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

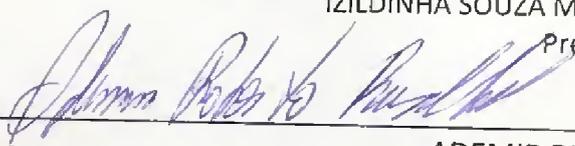
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, para obtenção do título de mestre. Área de Concentração: Ciências Florestais.

Aprovada em 28 de fevereiro de 2019

BANCA EXAMINADORA



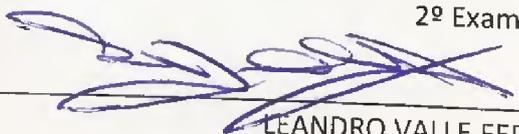
IZILDINHA SOUZA MIRANDA
Presidente



ADEMIR RUSCHEL
1º Examinador



IGOR DO VALE GONÇALVES
2º Examinador



LEANDRO VALLE FERREIRA
3º Examinador

Dedico às minhas avós, Antonia (*in memoriam*) e Izabel, por todo o amor e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto de Rechercher pour le Development por financiar meu projeto de mestrado

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida

Agradeço a Escola Municipal de Ensino Fundamental Santa Izabel que cederam sua estrutura física e sua dedicação nos momentos de restituição de dados, e também por me proporcionarem a experiência incrível de trabalhar com crianças e jovens.

Agradeço às minhas orientadoras Danielle Mitja e Izildinha Miranda por todos os aprendizados durante a jornada da dissertação, agradeço a paciência e toda a dedicação.

Agradeço a todos os professores e pesquisadores que contribuíram com meu trabalho, em especial aos membros avaliadores na qualificação e defesa desse trabalho.

Agradeço a todos que participaram das coletas de dados antes de mim Alessio Moreira, Deiane Macêdo, e aqueles com quem pude aprender com a experiência em campo Danielle Mitja, Eric Delaître, Laurent Demagistri, Deurival da Costa Carvalho.

Agradeço a todos os moradores e moradoras do Projeto de Assentamento Benfica por permitirem os levantamentos em suas propriedades e pelo acolhimento sempre amigável.

Agradeço a todos os membros do Grupo de Pesquisa Biodiversidade da Amazônia pelas críticas e sugestões que acrescentaram muito em meu trabalho.

Agradeço a todos meus familiares que estiveram comigo durante todos os momentos, em especial meus tios Jefferson Medeiros, Milene Medeiros e meu primo Mateus Santos por me acolherem em Belém; e minha tia Cassia Reis por todo apoio e confiança.

Agradeço a meus avôs Izabel e Raimundo pelas orações que sempre fazem por mim

A minha mãe Catia Santos e meu irmão Victor Medeiros que me dão forças sempre que tudo parece difícil

As minhas amigas e amigos Mariana Oliveira, Thalyta Daniel, Tamyres Monteiro, Júlia Jacob, Charlotte Maquet, Victor Borges e Henrique Dias por ajudarem em tudo que esteve ao alcance para manter os dias mais calmos.

RESUMO

As mudanças na paisagem tem modificado a estrutura e a dinâmica de diversas populações, na Amazônia o principal causador dessas mudanças é a abertura de áreas para agropecuária, e dependendo do tipo de manejo utilizado espécies nativas podem se estabelecer nas pastagens causando diminuição da produtividade das mesmas, nesse sentido o presente trabalho tem como objetivo avaliar mortalidade, recrutamento e regeneração natural de uma espécie nativa da floresta *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng (Babaçu) na Amazônia oriental, para isso foram avaliadas florestas nativas e pastagens com idades e frequências de manejo diferentes. Os resultados foram diferentes do esperado e indicam uma dinâmica muito similar entre as áreas estudadas na floresta e nas pastagens, as práticas de manejo não são suficientes afetar a mortalidade, características intrínsecas da espécie favorecem sua permanência nas pastagens, que se mostra adaptada em áreas antropizadas e importante espécie no processo de regeneração de pastagens, tendo taxas de mortalidade similar nas diferentes coberturas e manejo, já o recrutamento sofre influência da mudança de cobertura, principalmente nos estágios iniciais. O gargalo populacional está nos estágios iniciais que apresentam menor regeneração natural.

Palavras-chave: produtos não madeireiro. Palmeiras. Regeneração natural de plantas Babaçu. Mortalidade de plantas. Projeto de Assentamento Benfica.

ABSTRACT

Changes in the landscape have modified the structure and dynamics of different populations. In Amazonia, the main cause of these changes is the opening of areas for agriculture and, depending on the type of management, native species can be established in the pastures, causing a decrease in their productivity. In this context, the present work aims to evaluate the population dynamics of *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng (Babaçu) in the eastern Amazon. For this purpose, forests and pastures of different ages and with different types of management were evaluated. The results were different from the expected and indicated a very similar dynamic between the forests and the pastures. Additionally, pasture management, such as the use of fire and weeding, is not important to differentiate the behavior of the species, intrinsic characteristics of the species favor its permanence in the pastures, which is adapted in anthropic areas and important species in the process of regeneration of pastures, having similar mortality rates in the different coverages and management, since the recruitment is influenced by the decrease of the coverage, especially in the stages. The population bottleneck is in the early stages with less natural regeneration.

Keywords: Palm tree. Natural regeneration plants. Babaçu. Plants mortality. Benfica Settlement Project.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Distribuição de <i>Attalea speciosa</i> Mart ex. Spreng nos estados do Brasil | 16 |
| Figura 2. Indivíduos adultos (a); Inflorescência masculina (b); Inflorescência hermafrodita (c); Infrutescência (d) de <i>Attalea speciosa</i> | 17 |
| Figura 3. Exemplos de produtos oriundos do babaçu. Farinha feita com mesocarpo de babaçu (a); sabonete à base de óleo de babaçu (b). | 19 |
| Figura 4. Mapa da área de estudo | 28 |
| Figura 5. Estágios ontogenéticos do Babaçu. Estágio 1(a); Estágio 2 (b); Estágio 3 (c); Estágio 4 (d); Estágio 5 (e); Estágio 6 (f). | 32 |
| Figura 6. Boxplot da taxa de mortalidade (a), recrutamento (b) e regeneração natural (c) de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu) por estágio de vida no Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA. Letras diferentes indicam diferença estatística. | 36 |
| Figura 7. Matriz de correlação das variáveis explicativas numéricas. | 37 |
| Figura 8. Escalonamento não-métrico multidimensional da taxa de mortalidade de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu), do Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA. Ordenação das diferentes parcelas (A) e agrupamento das parcelas por ano (B)..... | 39 |
| Figura 9. Boxplot da taxa de mortalidade (%) por ano, dos estágios de vida de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu), no Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA..... | 39 |
| Figura 10. Escalonamento não-métrico multidimensional da taxa de recrutamento de <i>Attalea speciosa</i> Mart. ex Spreng (babaçu), do Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA. Ordenação das diferentes parcelas (A) e agrupamento das parcelas por cobertura (B) e parcelas (C)..... | 40 |
| Figura 11. Boxplot da taxa de recrutamento (%) por cobertura (Floresta e Pastagens), dos estágios de vida de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu), no Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA. | 41 |
| Figura 12. Boxplot da taxa de recrutamento (%) por parcelas, dos estágios de vida de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu), no Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA. | 41 |
| Figura 13. Escalonamento não-métrico multidimensional da taxa de regeneração natural de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu), do Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA. | 42 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Produção de Babaçu no Brasil entre 2007-2016..... | 19 |
| Tabela 2. Número e tamanho dos transectos amostrados por parcela, idade das pastagens, número de capinas e queimadas e densidade dos indivíduos por estágio. Transectos adicionais apenas para os estágios 5 e 6; * Parcela retirada do inventario em 2018 pois todos os indivíduos foram mortos por herbicida, onde o número corresponde ao ano 2017. | 30 |
| Tabela 3. Estatística descritiva das taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu) por estágio de vida no Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. | 35 |
| Tabela 4. Escores dos eixos 1 e 2 da NMDS, coeficiente de determinação (r^2) e significância (p) dos fatores em relação à ordenação das taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural encontradas nos quatro estágios de vida de <i>Attalea speciosa</i> (babaçu) do Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-Pa. Valor de p significativo em negrito. | 38 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS E HIPÓTESES..... | 15 |
| 2.1. Objetivo geral..... | 15 |
| 2.2. Objetivos específicos..... | 15 |
| 2.3. Hipóteses..... | 15 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 3.1. Biologia de <i>Attalea speciosa</i> Mart ex. Spreng..... | 16 |
| 3.2. A importância do babaçu..... | 18 |
| 3.3. Dinâmica de populações..... | 20 |
| 3.3.1. Mortalidade..... | 20 |
| 3.3.2. Recrutamento..... | 23 |
| 3.3.3. Taxa de Regeneração Natural | 25 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 28 |
| 4.3. Área de estudo..... | 28 |
| 4.4. Métodos de amostragem | 29 |
| 4.5. Cálculo das taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural | 33 |
| 4.6. Análise dos dados..... | 34 |
| 5. RESULTADOS..... | 35 |
| 5.1. Descrição geral da dinâmica dos estágios de vida | 35 |
| 5.2. Descrição das variáveis explicativas | 37 |
| 5.3. Ordenação das taxas em um espaço Multidimensional | 37 |
| 6. DISCUSSÃO..... | 43 |
| 6.1. Taxa de mortalidade..... | 43 |
| 6.2. As taxas de recrutamento..... | 45 |
| 6.3. As taxas de regeneração natural | 46 |
| 6.4. Discussões metodológicas | 47 |
| 7. CONCLUSÃO | 49 |
| 8. REFERÊNCIAS | 51 |

1. INTRODUÇÃO

O desmatamento na Amazônia tem ocorrido a partir da intensificação de práticas agrícolas (IMBACH et al., 2015), exploração dos recursos naturais (SCHALDACH et al., 2018) e mais recentemente pelos altos valores de terra nas regiões produtoras de soja, que faz os produtores migrarem para a Amazônia em busca de terras mais baratas (RICHARDS; WALKER; ARIMA, 2014). Entre as principais causas do desmatamento a pecuária extensivatem sido importante nas mudanças do uso da terra (DA SILVA et al., 2016; FEARNSIDE, 2017; NÓBREGA, 2014), modificando a paisagem e a forma como as espécies nativas vem sendo substituídas (SANTOS-SILVA et al., 2013).

Após a implantação das pastagens surge a necessidade de realizar seu manejo, evitando a regeneração de espécies espontâneas presentes no banco de sementes da floresta original (DINIZ et al., 2017), oriundas da chuva de sementes ou ainda da rebrota de algumas plantas que existiam anteriormente (MYERS; KYLE, 2009), essas plantas futuramente podem competir com a forrageira usada na pastagem (MIRANDA et al., 2009; MITJA et al., 2008, 2010; MELI et al., 2015) causando a diminuição da produtividade, principal fator de abandono das pastagens na Amazônia (EMBRAPA, 2014).

Além do manejo das pastagens, a regeneração das espécies espontâneas é dificultada por fatores naturais como a dispersão das sementes, que diminui quando áreas de florestas são transformadas em pastagens, a alta luminosidade, a diminuição da umidade e a presença de patógenos (FRAGOSO et al., 2017), porém algumas espécies nativas conseguem vencer essas barreiras e se estabelecem ou permanecem nas pastagens, como é o caso de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (ALMEIDA et al., 2016), conhecida popularmente como babaçu.

O babaçu é uma espécie encontrada nas florestas ombrófilas da Amazônia (SILVA et al., 2012) e tem grande importância social e econômica, sendo explorada por meio do extrativismo (ARAUJO; LOPES, 2012; SHIRAIISHI NETO, 2017). Suas características morfológicas e fisiológicas permitem sua permanência no banco de semente, mesmo após a derrubada da floresta e limpeza da área (KAHN; GRANVILLE, 1992; KERBAUY, 2004) geralmente realizada por meio de fogo (LATORRE et al., 2017). Essa permanência do babaçu nas pastagens por um lado é importante para garantir matéria prima para a extração de óleo (SHIRAIISHI NETO, 2017), um importante produto, com 62 usos já catalogados para a espécie (ARAUJO; LOPES, 2012). Por outro lado, conforme o envelhecimento da pastagem pode haver

um aumento populacional da palmeira (SANTOS et al., 2017) que pode eliminar as espécies cultivadas, fato que a classifica como uma espécie invasiva (PIVELLO et al., 2018).

Buscando a elaboração de um plano de manejo para o babaçu, pesquisas têm sido realizadas desde 2013 pelo Institut de recherche pour le développement (IRD), Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), concentradas principalmente no Projeto de Assentamento Benfica (PA-Benfica), localizado no município de Itupiranga, estado do Pará. Até 2017 vários projetos bilaterais foram desenvolvidos principalmente sobre a ecologia da espécie e sensoriamento remoto, tais como: Projeto Relais (2012-2015, “Regional information system of the epidemiological landscape in Amazon”); Projeto Open Science (2014-2017, “Methods and tools for decision support relating to sustainable management of babassu palm tree in pastures (Brazil)”); e, Projeto CNES/TOSCA (2013-2014; “Chaîne d’Intégration des Capteurs de Télédétection pour le suivi de l’Occupation du sol et l’extraction automatique d’Objet ressource : le cas du palmier Babaçu en Amazonie”). Os resultados desses projetos mostram um grande avanço sobre a dinâmica populacional do babaçu (SIRAKOV et al., 2014; SIRAKOV, 2016; SIRAKOV et al., 2016; SANTOS, 2017) e seu reconhecimento por teledetecção (SANTOS et al., 2017; MITJA et al., 2018), contudo, ainda existem algumas lacunas a serem preenchidas.

Em florestas naturais, as populações são influenciadas por fatores abióticos, como solos, clima e topografia, e fatores bióticos, como dispersão e competição; esses fatores combinados determinam um conjunto complexo de variáveis, muitas vezes refletido na tipologia vegetal e/ou, numa escala mais local, na comunidade de plantas que constitui a comunidade de plantas do local (PITMAN et al., 2001; HUBBEL, 2013; STEEGE et al., 2013; DEMARCHI et al., 2018).

Para entender a dinâmica populacional do babaçu é preciso compreender os fatores bióticos e abióticos que influenciam na distribuição e abundância dos indivíduos. Para as palmeiras os principais fatores abióticos estão ligados ao clima, à topografia, hidrologia e características do solo, e entre os fatores bióticos os principais são o tipo e estrutura da vegetação e a dispersão dos frutos (KAHN, 1987; BAROT et al., 2005; EISERHARDT et al., 2011).

Em áreas antropizadas, o tipo de vegetação (ou cobertura vegetal) associado ao manejo das áreas agrícolas também parece influenciar na estrutura das espécies (ZARIM, 2005; MITJA et al., 2008, 2010; JAKOVAC et al., 2016; DO VALE et al., 2018). A cobertura vegetal influencia em características morfológicas e na estrutura populacional do babaçu (BAROT et

al., 2005; SANTOS et al., 2017) e o manejo da pastagem também parece influenciar na morfologia e na estrutura de outras palmeiras (CAMPOS et al., 2017). Entretanto ainda não é claro o papel da cobertura vegetal e do manejo da pastagem sobre a dinâmica populacional do babaçu e esclarecer esse ponto é importante para alcançar seu controle adequado (SILVA et al., 2012).

2. OBJETIVOS E HIPÓTESES

2.1. Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo avaliar a dinâmica populacional em relação a cobertura vegetal, o tempo de uso e manejo da pastagem.

2.2. Objetivos específicos

1. Comparar as taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural de babaçu em relação a cobertura vegetal.

2. Analisar as taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural de babaçu em relação ao tempo de instalação e manejo da pastagem.

2.3. Hipóteses

H1: A mortalidade do babaçu será maior em áreas de pastagem

H2: O recrutamento e regeneração natural do babaçu serão maiores nas florestas

H3: A mortalidade do babaçu será maior em pastos mais antigos e com maior frequência de capinas e queimas.

H4: O recrutamento em pastagens será maior em pastos mais jovens e com menor frequência de capinas e queimas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Biologia de *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng.

Attalea speciosa Mart ex. Spreng, popularmente conhecida como babaçu, é uma palmeira encontrada nas florestas ombrófilas da Amazônia (SILVA et al., 2012) e no Cerrado (MORAES et al., 2015). Até 1985 a espécie tinha sido confirmada em apenas oito estados (Figura 1). Hoje a ocorrência é reconhecida em 13 estados, nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais (FLORA DO BRASIL, 2018).

Na região amazônica é uma das palmeiras mais abundantes (GONZALEZ-PEREZ et al., 2012), ocupando cerca de 17 milhões de hectares distribuídos entre a Bolívia, Brasil e as Guianas (GEHRING, 2011). Diferente da maioria das palmeiras, o babaçu tem maior abundância em áreas menos úmidas (PINTAUD et al., 2008)

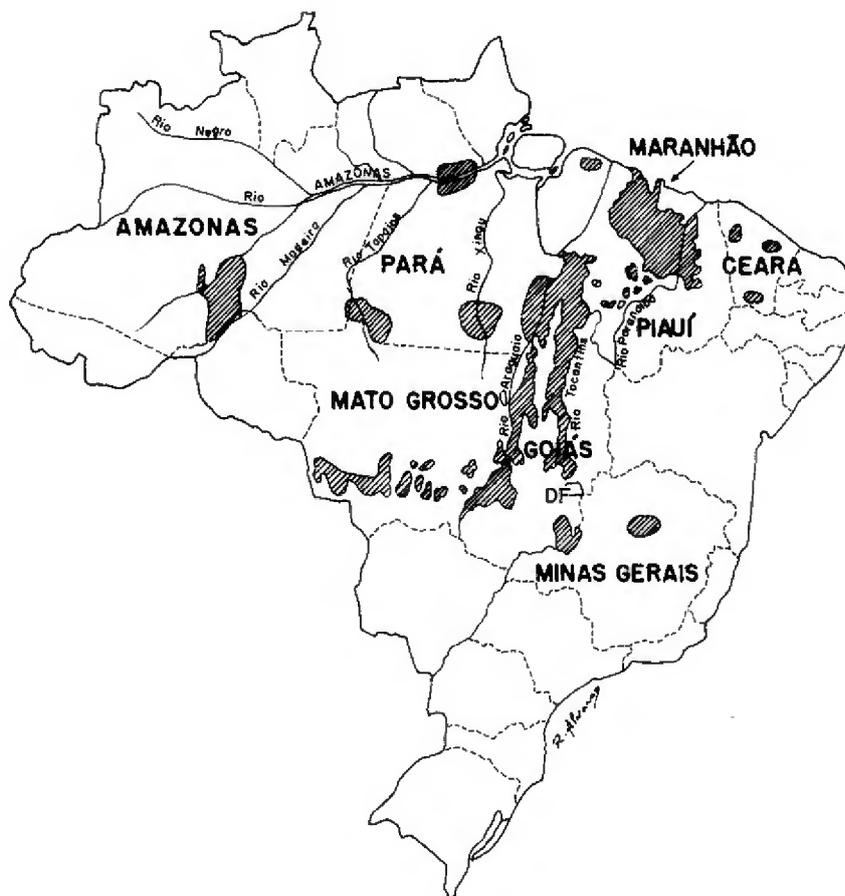


Figura 1. Distribuição de *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng nos estados do Brasil
Fonte: May et al. (1985)

A espécie é uma palmeira solitária, sem espinhos, com tronco visível e tem geralmente entre 9 e 28 folhas (MITJA et al., 2018), podendo atingir altura superior a 20 m em florestas e inferior a 15 m em áreas de pastagens (BAROT et al., 2005) (Figura 2a). Os indivíduos monóicos, apresentam flores masculinas e femininas na mesma palmeira, separadas em inflorescências masculinas (Figura 2b) e inflorescência hermafrodita onde aparecem flores feminina e flores masculinas em proporção variada (Figura 2c); os frutos são fibrosos e duros e chegam a pesar até 350g, possuem entre uma e sete amêndoas, ricas em óleo, e ficam agrupados em infrutescências pedunculares/cacho (Figura 2d) que podem ter mais de 300 frutos (MITJA; FERRAZ, 2001; BAROT et al., 2005; LORENZI et al., 2010; SILVA et al., 2017).



Figura 2. Indivíduos adultos (a); Inflorescência masculina (b); Inflorescência hermafrodita (c); Infrutescência (d) de *Attalea speciosa*.

A espécie inicia sua reprodução geralmente na período seco, com queda dos frutos ocorrendo na estação chuvosa (ARAUJO et al., 1996). No Projeto de assentamento Benfica (PA-Benfica), área deste estudo, foram observadas inflorescências masculinas e hermafroditas, nos meses de junho a outubro, quando também foram registrados alguns frutos recém caídos (Danielle Mitja, Comunicação pessoal); esses meses correspondem ao período seco da região.

As sementes são ricas em recursos energéticos (GUIX, 2006), atraindo predadores como a cutia (*Dasyprocta punctata* L.), que também pode ser um dispersor. Além da dispersão

zoocórica, as sementes podem ser dispersas por barocoria e ocasionalmente por hidrocória (SMITH, 1974, 2015; HENDERSON; GALEANO; BERNAL, 1997).

A germinação em áreas abertas ocorre em maior quantidade próxima aos indivíduos adultos, protegidos pela sombra, e é maior em frutos que foram totalmente enterrados, evitando a incidência direta de sol e protegendo-os do fogo; nas florestas a germinação é geralmente maior que em pastagens (MITJA; FERRAZ, 2001).

O babaçu apresenta grande número de sementes e plântulas nas florestas primárias, conhecido como banco de sementes e plântulas (KAHN; GRANVILLE, 1992), o que favorece seu desenvolvimento após a retirada da vegetação, isso porque a espécie necessita de altas taxas de radiação para completar seu ciclo de vida. A espécie possui geotropismo positivo, mecanismo de crescimento abaixo do solo do meristema apical no início da germinação (KERBAUY, 2004); esse mecanismo permite que durante o crescimento inicial a gema terminal fique protegida abaixo do solo. Dessa forma, nos estágios iniciais, quando a parte da planta que está acima do solo é cortada e/ou queimada apenas suas folhas morrem, podendo regenerar as partes perdidas e conseqüentemente voltar a crescer (MITJA; FERRAZ, 2001).

3.2. A importância do babaçu

As palmeiras, pertencentes à família Arecaceae, constituem fonte de importantes produtos florestais não madeireiros, provendo sustento para populações nas diferentes épocas do ano, além de sua importância ecológica como fonte de alimento para animais frutívoros e na recuperação de áreas degradadas (ALONSO et al., 2001; SALM et al., 2005, 2011; EISERHARDT et al., 2011).

Especificamente para o babaçu, já foram catalogados 62 usos, até o ano de 2012 (ARAÚJO; LOPES, 2012). Quase todas as partes da palmeira podem ser utilizadas, tais como: o fruto, a casca, a amêndoa, as folhas e o estipe (MAY et al., 1985; PORRO et al., 2011).

A espécie é muito importante para a economia brasileira (Tabela 1), embora sua produção tenha caído nos últimos anos, ainda foi o 6º produto florestal não madeireiro mais explorado no ano de 2016, ficando atrás apenas do açaí, erva mate nativa, castanha do Pará, pó de carnaúba e fibra de piaçava (IBGE, 2017).

O babaçu é uma importante fonte de alimento para os homens e animais (Figura 3a) (MEIRELLES, 2004; ARAÚJO; LOPES, 2012; ARÉVALO-PINEDO et al., 2013), podendo ser usado para complementar rações de ruminantes (SILVA et al., 2012; SÔFFA DA CRUZ et al., 2014), frangos (CARNEIRO et al., 2009) e peixes, como o tambaqui (LOPES et al., 2010).

Na indústria química o babaçu tem sido utilizado principalmente na elaboração de sabonete (Figura 3b) e outros produtos cosméticos, estando presente em produtos recentemente patenteados (DEL REY CASTRIOTTO et al., 2014; MATEU et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016; LURYA et al., 2016). O setor farmacêutico vem testando sua ação cicatrizante, imunológica, anti-inflamatória e antitumoral (MARTINS et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2010; GUERRA et al., 2011; ALMEIDA et al., 2014; BARBOZA, 2015; BARROQUEIRO et al., 2016).

Tabela 1. Produção de Babaçu no Brasil entre 2007-2016.

| ANO | Quantidade (1000 t) | Valor (10 ⁶ R\$) | Posição no ranking de espécies extrativas não lenhosas |
|------|------------------------|--------------------------------|--|
| 2007 | 114,87 | 113,27 | 1 ^o |
| 2008 | 110,64 | 115,64 | 2 ^o |
| 2009 | 109,30 | 121,35 | 2 ^o |
| 2010 | 106,06 | 154,78 | 2 ^o |
| 2011 | 102,50 | 142,21 | 3 ^o |
| 2012 | 97,82 | 127,61 | 3 ^o |
| 2013 | 89,74 | 121,85 | 3 ^o |
| 2014 | 83,92 | 123,15 | 4 ^o |
| 2015 | 77,96 | 107,75 | 4 ^o |
| 2016 | 6,14 | 95,51 | 6 ^o |

Fonte: IBGE (2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).



Figura 3. Exemplos de produtos oriundos do babaçu. Farinha feita com mesocarpo de babaçu (a); sabonete à base de óleo de babaçu (b).

Pesquisas também tem apontado sua capacidade de servir como matéria prima para produção de biodiesel (LIMA et al., 2007), carvão e chapas de madeira, apresentando características mecânicas semelhantes aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (CASTRO SILVA; BARRICHELO; BRITO, 1986; LIMA et al., 2006).

Por fim, destaca-se a utilização do babaçu em rituais indígenas, que vêm produzindo o óleo gerando renda e conservação florestal, como é o caso das indígenas Xicrin que recentemente foram premiadas pela Organização das Nações Unidas (GONZALEZ-PEREZ et al., 2012; INSTITUTO SOCIO AMBIENTAL, 2019) e arborização de vias urbanas (MORAES et al., 2015).

3.3. Dinâmica de populações

Os agrupamentos de indivíduos de uma mesma espécie que vivem em um determinado lugar e interagem entre si, chamados de populações (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011), não são estáticos, estão sempre sofrendo modificações, que podem ser causadas por fatores naturais ou antrópicos (SANTOS- SILVA et al., 2013; ARAUJO; SANTOS; COELHO, 2016; FRANKLIN et al., 2016). Essas modificações que ocorrem durante o tempo são objetos do estudo de dinâmica populacional (PUIG, 2008; COLPINE et al., 2010). As mudanças podem ser mensuradas utilizando variáveis estruturais como a densidade, frequência e área basal dos indivíduos (CASTRO; PEREIRA, 2014) e a partir desses dados é possível calcular as taxas de recrutamento, ingresso, mortalidade e regeneração natural.

Todas essas taxas têm sido bastante utilizadas para avaliar a dinâmica de populações e comunidades (SHEIL; MAY, 1996; HIGUCHI et al., 2004; RUSCHEL et al., 2009; JARDIM, 2015). Entender os processos que levam às modificações na distribuição e abundância das populações é a base para conservá-las, por isso conhecer os processos básicos de recrutamento, mortalidade e regeneração natural é de extrema importância (JARDIM, 2015).

3.3.1. Mortalidade

A mortalidade é um processo ecológico muito importante nas florestas tropicais úmidas, pois impulsiona os padrões espaciais de estocagem de carbono na biomassa, ao invés da produtividade como se pensava antes (GALBRAITH et al., 2013; JOHNSON et al., 2016), p.ex. o aumento do dióxido de carbono na atmosfera pode acelerar a dinâmica populacional, aumentando a mortalidade, através da maior competição por recursos (MCDOWELL, 2018). Diante do cenário de mudanças climáticas globais, entender os fatores e os mecanismos que

levam à mortalidade é fundamental para elaboração de modelos preditivos sobre o funcionamento e desenvolvimento das florestas (MCDOWELL et al., 2018); modelos esses essenciais aos planos de manejo das populações e das comunidades de plantas e animais das florestas tropicais.

A mortalidade se refere à diminuição de indivíduos na população ou comunidade e pode ser influenciada por fatores externos como fogo, vento, déficit de vapor de pressão, aumento do CO₂ (MCDOWELL et al., 2018), secas (NEPSTAD et al., 2007; ANDEREGG et al., 2016; GREENWOOD et al., 2017), competição por recursos, esmagamento por queda de árvores ou palmeiras (LARSON; FRANKLIN, 2010) e densidade de plantas da mesma ou de outras espécies, como lianas (MCDOWELL et al., 2018) sendo por isso, uma variável dependente da densidade (LARSON et al., 2015).

A forma e a intensidade com que os fatores vão afetar cada indivíduo é diferente; por isso, assumir que todos os indivíduos têm a mesma chance de morrer em um determinado período de tempo é um problema no momento de avaliar dados de mortalidade (SHEIL; MAY, 1996). Normalmente as plântulas têm maiores chances de morrer, pois não estão totalmente estabelecidas no ambiente (RANKIN-DE-MERONA et al., 1990; NEPSTAD et al., 2007; LARSON et al., 2015), exceto em situações de seca onde os indivíduos adultos podem ter maior probabilidade de morrer (GREENWOOD et al., 2017). Sendo assim, as populações são consideradas grupos heterogêneos, sobreposição de gerações e podem ser divididas em tamanhos de classes, cujos indivíduos possuam similares chances de morrer em um determinado período de tempo, a fim de garantir resultados satisfatórios ao nível populacional (SHEIL; MAY, 1996).

Outro problema encontrado na quantificação da mortalidade é o uso de intervalos de tempos diferentes, isso porque quanto maior o intervalo de tempo, maior será a diminuição da taxa, graças a heterogeneidade populacional, que garantira que uma diminuição ocorra a partir do aumento do número de sobreviventes de baixa mortalidade. (SHEIL; MAY, 1996).

Existem diferentes fórmulas para mensurar a taxa de mortalidade; uma das fórmulas mais simples (equação 1), utilizado por Ruschel (2009), tem sido criticada por não levar em consideração o tempo de amostragem e as mudanças que ocorrem na taxa de mortalidade ao longo desse tempo (SHEIL; MAY, 1996; JARDIM, 2015). O modelo proposto por Lieberman e Lieberman (1983) e Swaine et al. (1985) assumiu que a mortalidade declina numa função logarítmica ao longo do tempo, mas não prevê que as subpopulações podem apresentar diferentes taxas de mortalidade (Equação 2). Um modelo muito aceito, pois leva em

consideração o tempo de amostragem, foi proposto por Sheil, Burslen e Alder (1995) (equação 3) e utilizado por Larson et al. (2015), Greenwood et al. (2017) e Dionisio et al. (2017).

Esse mesmo modelo (equação 3) foi adaptada por Nakagawa et al. (2000) e Nepstad et al. (2007) que utilizaram o número de indivíduos mortos, ao invés do número de indivíduos sobreviventes (equação 4).

$$m = M / N_i \quad (\text{equação 1})$$

$$m = [\ln(N_i) - \ln(S_f)]/t \quad (\text{equação 2})$$

$$m = 1 - (S_f / N_i)^{1/t} \quad (\text{equação 3})$$

$$m = (1 - (1 - M/N_i)^{1/t}) \quad (\text{equação 4})$$

onde m é a taxa de mortalidade, N_i é o número de indivíduos no levantamento inicial, S_f é o número de indivíduos do levantamento inicial que estavam vivos no levantamento final, t é o tempo e M é o número de indivíduos que morreram no tempo t .

Para um intervalo de tempo de um ano, as quatro equações apresentadas acima produzem o mesmo resultado; todavia, para populações heterogêneas esses modelos são indicados para avaliar cada classe de tamanho separadamente (SHEIL; MAY, 1996), sendo que para a população total o modelo sugerido por Sheil e May (1996) baseia-se no somatório das mortalidades das classes de tamanho (equação 5).

$$m_{pop} = 1 - \left\{ \sum [N_i (1 - m_i)^t] / \sum N_i \right\}^{1/t} \quad (\text{equação 5})$$

onde: m_{pop} = mortalidade da população; N_i é o número de indivíduos da subpopulação i no levantamento inicial; m_i = mortalidade da subpopulação i , calculada pela equação 2 ou 3; e t é o tempo entre as amostragens.

Ao utilizar essa fórmula (equação 5) o comportamento da mortalidade da população (m_{pop}), em função do intervalo de tempo (t), depende dos números de indivíduos iniciais encontrados em cada subpopulação (N_{0i}), assim como de suas mortalidades (m_i). Em todos os casos, no entanto, a mortalidade da população (m_{pop}) diminui à medida que t aumenta, a menos que as mortalidades das subpopulações (m_i) sejam todas idênticas, ou seja, a população seja realmente homogênea (SHEIL; MAY, 1996).

3.3.2. Recrutamento

O recrutamento é um processo de adição (ou entrada) de novos indivíduos na população, muitas vezes considerado como sinônimo de ingresso (COSTA; SILVA; CARVALHO, 2002; SILVA; ARAUJO, 2010; COLPINI et al, 2010). Porém, o termo ingresso é mais empregado em estudos no nível de comunidades, podendo ser considerado como o número de indivíduos de uma nova espécie, não encontrada nos inventários anteriores, enquanto o termo recrutamento é mais empregado em estudos no nível de populações já encontradas nos inventários anteriores; ou seja, o número de novas mudas ou plântulas e indivíduos que alcançaram as classes seguintes de tamanho (JARDIM, 2015).

A taxa de recrutamento de uma população é uma manifestação da sua fecundidade, do crescimento e sobrevivência dos indivíduos mais jovens. A fecundidade, incluindo o processo de polinização tem importância no recrutamento, pois influencia na viabilidade de sementes da população (VLAM et al., 2014; NEUSCHULZ et al., 2016); o crescimento de cada indivíduo influencia no número de indivíduos que alcançaram as classes seguintes de tamanho (JARDIM, 2015); por fim, a sobrevivência, pois a morte de outros indivíduos influencia o recrutamento subsequente uma vez que disponibiliza espaço e recursos para os indivíduos já existentes e novos indivíduos crescerem (SWAINE; LIEBERMAN; PUTZ, 1987; SHEIL et al., 2000).

Assim como a mortalidade, o recrutamento também depende do intervalo de tempo entre os levantamentos (SHEIL; MAY, 1996; SHEIL et al., 2000), isso acontece pois a taxa de crescimento dos indivíduos são diferentes em um determinado período de tempo, uma vez que a forma e a intensidade com que os fatores afetam cada indivíduo é diferente; isso vai influenciar no tempo que cada indivíduo permanece em um determinado estágio, o que pode não ser percebido em pouco tempo de avaliação, assim, para se analisar o recrutamento a divisão da população em subpopulações que possuam similares taxas de crescimento também é mais adequada (SHEIL; MAY, 1996). Um estudo adequado de dinâmica populacional deve, portanto, incluir as plântulas e jovens (SWAINE et al., 1987).

Entender os caminhos que dirigem o recrutamento e suas limitações é importante para o manejo e a conservação das espécies (GODOY; RUEDA; HAWKINS, 2014), fatores como a baixa densidade de indivíduos adultos pode dificultar o recrutamento, isso acontece pois menos indivíduos estarão reproduzindo e conseqüentemente produzindo menos sementes (VLAM et al., 2014).

Além desses fatores a temperatura, a competição, o déficit hídrico e a fragmentação florestal também podem dificultar o recrutamento (PÉREZ-MENDES; JORDANO; VALIDO,

2015; CANHAM, 2016; NEUSCHULZ et al., 2016). Por outro lado, os distúrbios que causam abertura no dossel podem facilitar o recrutamento em florestas tropicais não perturbadas, principalmente de espécies intolerantes à sombra, que em geral, nessas situações, tem um aumento no número de indivíduos recrutados devido a maior incidência de luz e água, especialmente porque a maioria dos distúrbios naturais nas florestas tropicais ocorrem na estação chuvosa (VLAM et al., 2014).

Assim como para a mortalidade existem várias fórmulas utilizadas para se calcular o recrutamento, como aquela proposta por Sheil e May (1996) (equação 6), que em intervalo anual de medição fornece os mesmos resultados da equação utilizada por Colpine et al. (2010) e Souza et al. (2012) (equação 7) e por Nakagawa et al. (2000), Nepstad et al. (2007) e Mews et al. (2011) (equação 8) ou aquela utilizada por Schwartz et al. (2014) (equação 9).

$$R = (N_r/N_i)^{1/t} \quad (\text{equação 6})$$

$$R = (N_r/N_i) \quad (\text{equação 7})$$

$$R = [(1+N_r/N_i)^{1/t} - 1] \quad (\text{equação 8})$$

$$R = [(\text{Ln}(N_f) - \text{Ln}(S_f))/t] \quad (\text{equação 9})$$

onde: R = taxa de recrutamento; N_r = número de indivíduos recrutados no intervalo de tempo t; N_i é o número de indivíduos no levantamento inicial; N_f = número de indivíduos no levantamento final; Ln = logaritmo neperiano; S_f = número de indivíduos do levantamento inicial que sobreviveram até o levantamento final; e, t = intervalo de tempo entre as amostragens, medido em anos.

Por fim, é importante ressaltar que além dos fatores citados acima, indivíduos recrutados podem, por alguma razão, morrerem antes de terem sido contabilizados no levantamento subsequente. Esses indivíduos são como “luzes que piscam - se acendem e desligam - enquanto estamos fora da sala” (SHEIL; MAY, 1996); esses indivíduos não são contados diretamente nas medidas de recrutamento ou mortalidade, mas influenciam nos resultados das taxas de mortalidade e recrutamento, especialmente quando os intervalos de tempo não são constantes ou para grandes intervalos de tempo. Nessas situações, mesmo utilizando as equações mais simples, a taxa de recrutamento pode ser ajustada para intervalos regulares, como utilizado por Laurance et al. (1998).

Por isso, reconhecer a influência do intervalo de tempo na quantificação do recrutamento, assim como da mortalidade, é importante. Nesse sentido, Phillips et al. (1994)

propuseram um modelo para estimar a taxa anual de recrutamento (equação 10), assim como Sheil e May (1996) (equação 11). Esses dois autores também propuseram uma formula para o número de indivíduos recrutados em um intervalo de tempo (equação 12 e 13, respectivamente); pois, embora o número de recrutas pode ser contabilizado no levantamento final, ele não representa o verdadeiro número de recrutas existentes naquele intervalo de tempo, uma vez que alguns deles possam ter morrido.

$$R = \ln[(Nf)/Sf]/t \quad (\text{equação 10})$$

$$R = \{[(Ni + Nr)/Ni]^{1/t} - 1\} \quad (\text{equação 11})$$

$$Nr = Ni [e^{(R-m)t}] - Ni^{(e^{-m.t})} \quad (\text{equação 12})$$

$$Nr = Ni [1 - \exp^{(m.t)}] \quad (\text{equação 13})$$

onde: R = taxa de recrutamento; ln = logaritmo neperiano; Nf = número de indivíduos no levantamento final (calculado como $Nf = Ni - M + Nr$); Sf = número de indivíduos do levantamento inicial que sobreviveram até o levantamento final; M é o número de indivíduos que morreram no tempo t; m = taxa de mortalidade no intervalo de tempo t; Nr = número de indivíduos recrutados no intervalo de tempo t; t = intervalo de tempo em anos.

O cálculo das taxas diferenciadas para cada subpopulação, assim como feito para a mortalidade foi proposto por Sheil e May (1996); e esse modelo, juntamente com o proposto por Phillips et al (1994) possuem o pressuposto de que as populações estão em equilíbrio, onde o número de indivíduos inicial (Ni) representa o número de indivíduos constante.

3.3.3. Taxa de Regeneração Natural

O termo regeneração natural pode ser utilizado em dois sentidos diferentes, em um sentido estático, que se refere a uma determinada classe de tamanho, idade ou estágio de vida inicial dos indivíduos de uma população ou comunidade, avaliado em um único intervalo de tempo (NARVAES; BRENA; LONGHI, 2005; MOLL-ROCEK; GILBERT; BROODBENT, 2014; DO VALE et al., 2015); e, no sentido dinâmico, ligado aos processos de entrada e saída de indivíduos, que modificam a população em um determinado intervalo de tempo, provocando flutuações nas densidades das populações de todos os estágios, causadas pela mortalidade e recrutamento (SANTOS; JARDIM, 2012; JARDIM, 2015). Geralmente essas flutuações são medidas por meio de um balanço entre mortalidade e recrutamento e pode se referir tanto às comunidades como às populações.

O balanço entre mortalidade e recrutamento é importante para entender as flutuações que ocorrem na abundância das espécies (VIANA; JARDIM, 2013), além disso fornece informações sobre a importância da participação atual e prevê a participação futura das espécies, fator importante na tomada de decisões voltadas para o manejo (SCHORN; GALVÃO, 2006).

Existem diferentes formas de expressar esse balanço, desde a razão entre recrutamento e mortalidade, como usado por Rankin-de-Merona (1990) até fórmulas mais elaboradas. Um modelo simples foi proposto por Phillips e Gentry (1994), que o chamou de taxa de dinamismo (equação 14), mas também foi denominada por taxa de rotatividade (ou turnover) por diferentes autores (PHILLIPS et al., 1994; OLIVEIRA-FILHO et al., 1997, 2007; LEWIS et al., 2004; OLIVEIRA; FELFILI, 2008; REIS et al., 2018).

$$T = (m+R)/2 \quad \text{(equação 14)}$$

onde: T = dinamismo ou turnover; m= taxa de mortalidade; R = taxa de recrutamento.

Como o intervalo de tempo entre as medições é curto em comparação com o ciclo silvigenético, Korning e Balslev (1994) assumiram que a morte e o recrutamento de árvores constituem uma proporção constante da população inicial de árvores por intervalo de tempo. Considerando essa constância, esses autores propuseram o cálculo da taxa de mudança (r) como uma função exponencial em relação ao tempo (equação 15), sendo acompanhados por outros autores (OLIVEIRA et al., 1997, 2007; REIS et al., 2018) que a denominaram de taxa de mudança líquida.

$$Ch = [(Nf / Ni)^{1/t} - 1] \quad \text{(equação 15)}$$

onde: Ch = taxa de mudança líquida; Ni e Nf = número de indivíduos no levantamento inicial e final; t = intervalo de tempo entre os levantamentos, medido em anos.

Uma proposta voltada para o manejo das florestas amazônicas foi apresentada por Jardim (1986), que denominou esse balanço de taxa de regeneração natural (equação 16). Porém esse modelo podia gerar resultados indeterminados quando ocorre a entrada de novas espécies; dessa forma, Mory e Jardim (2001) sugeriram um novo modelo (equação 17) que corrige o erro (Jardim, 2015). Para populações, ambos modelos podem ser utilizados, pois não há entrada de novas espécies.

$$RN = [(Nf/Ni) - 1] \times 100 \quad (\text{equação 16}),$$

$$RN = [(Nf - Ni) \times (Ni + Nf)^{-1}] \quad (\text{equação 17})$$

onde: RN é a regeneração natural, Nf é o número de indivíduos no final do levantamento e Ni o número de indivíduos no levantamento inicial.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.3. Área de estudo

O trabalho foi realizado no Projeto de Assentamento Benfica (PA-Benfica), localizado no município de Itupiranga, estado do Pará (05°16'20" S e 49°50'25" W) (Figura 4). A ocupação nessa área ocorreu a partir de 1993, porém a imigração se tornou mais frequente a partir de 1994, por posseiros e fazendeiros, sendo regularizado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) no ano de 1996 (SIMÕES et al., 2009). Até o ano de 2005, existiam 183 estabelecimentos e cerca de 1.000 habitantes, distribuídos em 10.026 hectares (COELHO et al., 2013). Em 2018 apenas 80 famílias vivem no assentamento (Nonato P. Lima, comunicação pessoal), totalizando uma população aproximativa de 400 pessoas.

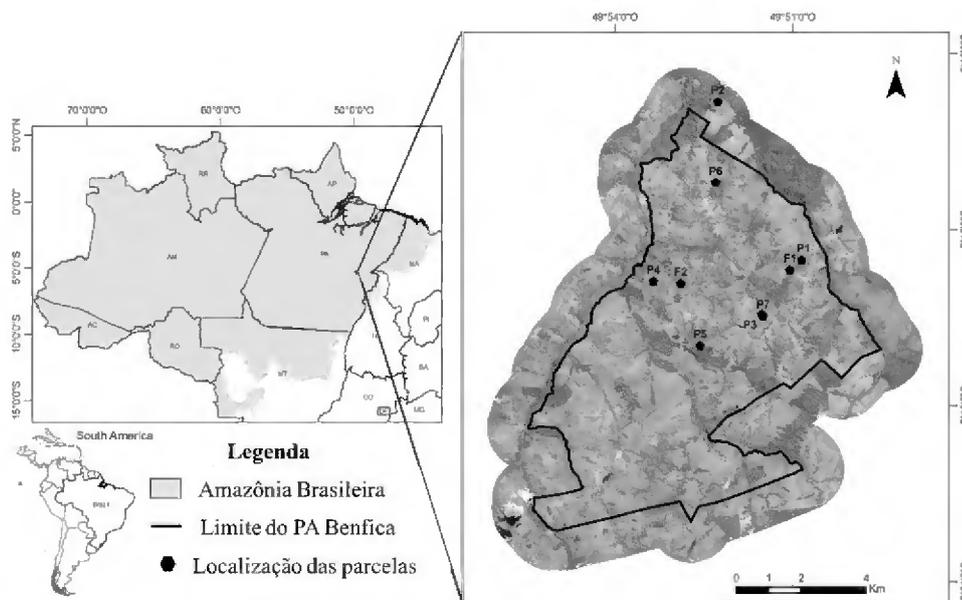


Figura 4. Mapa da área de estudo, onde cada ponto representa uma parcela.

Os solos predominantes na região são os Latossolos Amarelos, advindos de rochas de formação de monzogranitos, formando solos ferralíticos e argilosos, ricos em silício, ácidos e com fraca capacidade de troca e suscetíveis a lixiviação nas vertentes. Nas colinas os solos apresentam textura argilosa, com pequena quantidade de solos lateríticos, boa drenagem, alta profundidade e baixa fertilidade natural (DOSSO et al., 2005; SANTOS; MITJA, 2011; COELHO et al., 2013), já nos declives os cambissolos são comuns, sendo substituídos por solos hidromórficos nos baixios (REIS et al., 2007).

A vegetação original da região é formada por floresta tropical úmida de terra firme com presença de lianas e palmeiras arborescentes (IBGE, 2012). Porém com o avanço da agricultura, a paisagem do PA-Benfica se transformou em um mosaico de coberturas composto por florestas remanescentes, matas ciliares, brejos, capoeira alta, capoeira com jurubeba, capoeira baixa, pasto com lenhosas, pasto com babaçu, floresta secundária dominada por babaçu e pasto limpo. Seis tipos de paisagens foram reconhecidos no PA-Benfica: florestas, mosaico agrícola, mosaico agrícola com pastagem, grandes extensões de pastagens, babaçal e grandes extensões de pasto com babaçu (BONESSO SAMPAIO et al., 2010). Atualmente as grandes extensões de pastagens predominam na área.

4.4. Métodos de amostragem

No ano de 2013 foram instalados 30 transectos permanentes, em sete áreas de pastagens, de diferentes idades (entre 1 e 9 anos) e com diferentes manejos da pastagem (manejo medido em quantidades de capinas e queimadas) e em dois fragmentos de florestas primárias remanescentes, que serviram como testemunhas da população original existente na área antes da mudança de uso da terra (Tabela 2).

Todos os transectos tinham uma largura de 20 m e um comprimento diferente conforme a densidade de babaçu nos estágios 1 a 4; assim, o transecto foi fechado quando apresentava aproximadamente 600 indivíduos nas pastagens e 500 na floresta. Adicionalmente, em cada área de pastagem e de floresta foram estabelecidos um transecto apenas para medição dos estágios 5 (jovem pré adulto) e 6 (adultos), pois estes estágios requerem uma área maior de amostragem. Assim, o tamanho da área de cada transecto foi variável.

Os transectos permanentes foram limitados por 4 estacas de madeira pintadas e cada indivíduo de babaçu, dos estágios 1 a 6, foi marcado com uma placa de inox numerada. Os indivíduos dos estágios 5 e 6 foram também geolocalizados, para facilitar seu encontro nos anos posteriores.

Foram marcados 3.983 indivíduos em 2013. Desde então, dentro das parcelas foram acrescentados 560 novos indivíduos ou recrutas em 2014; 671 novos indivíduos em 2015; 427 novos indivíduos em 2016; 453 novos indivíduos em 2017 e 622 novos indivíduos em 2018. Na tabela 3 estão os números de indivíduos por ano e estágio. Todos indivíduos marcados com placas de inox foram acompanhados anualmente entre 2013 e 2018.

Tabela 2. Número e tamanho dos transectos amostrados por parcela, idade das pastagens, número de capinas e queimadas e densidade dos indivíduos por estágio. Transectos adicionais apenas para os estágios 5 e 6; * Parcela retirada do inventário em 2018 pois todos os indivíduos foram mortos por herbicida.

| Parcela | Idade em 2013 | No. de Capinas em 2013 e 2018 | No. de Queimadas em 2013 e 2018 | Transecto | Area (m ²) | Densidade de indivíduos/ha em 2013 | | | |
|---------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------|------------------------|------------------------------------|--------|--------|-------|
| | | | | | | E1 | E2 | E3+4 | E5+6 |
| P1 | 1 | 1 - 4 | 1 - 2 | 1 | 800 | 575.0 | 1425.0 | 550.0 | 162.5 |
| | | | | 2 | 520 | 2115.4 | 1250.0 | 384.6 | 57.7 |
| | | | | 3 | 500 | 1400.0 | 1420.0 | 780.0 | 100.0 |
| | | | | Adicional | 840 | - | - | - | 190.5 |
| P2 | 7 | 7 - 12 | 1 - 1 | 1 | 320 | 906.3 | 2687.5 | 562.5 | 93.8 |
| | | | | 2 | 280 | 166.7 | 2037.0 | 500.0 | 148.1 |
| | | | | Adicional | 21730 | - | - | - | 78.2 |
| P3 | 7 | 17 - 27 | 5 - 5 | 1 | 320 | 3312.5 | 2625.0 | 531.3 | 62.5 |
| | | | | 2 | 540 | 1678.6 | 1035.7 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | Adicional | 1534 | - | - | - | 7.4 |
| P4* | 5 | 5 - 9 | 1 - 1 | 1 | 600 | 566.7 | 1933.3 | 533.3 | 66.7 |
| | | | | 2 | 600 | 466.7 | 2316.7 | 483.3 | 0.0 |
| | | | | 3 | 340 | 176.5 | 4558.8 | 1058.8 | 0.0 |
| | | | | Adicional | 13593 | - | - | - | 19.1 |
| P5* | 3 | 3 - 7 | 2 - 2 | 1 | 3360 | 83.3 | 288.7 | 47.6 | 3.0 |
| | | | | 2 | 3360 | 86.3 | 267.9 | 62.5 | 3.0 |
| | | | | Adicional | 13738 | - | - | - | 7.3 |
| P6 | 3 | 3 - 9 | 1 - 1 | 1 | 440 | 886.4 | 2431.8 | 0.0 | 0.0 |
| | | | | 2 | 200 | 7250.0 | 950.0 | 0.0 | 0.0 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|---|--------|-------|-----------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | | | | Adicional | 18314 | - | - | - | 8.2 |
| P7 | 9 | 9 - 14 | 2 - 2 | 1 | 180 | 722.2 | 8333.3 | 666.7 | 55.6 |
| | | | | 2 | 560 | 678.6 | 2357.1 | 232.1 | 17.9 |
| | | | | 3 | 200 | 250.0 | 7850.0 | 100.0 | 50.0 |
| | | | | Adicional | 9338 | - | - | - | 18.2 |
| F1 | - | - | - | 1 | 500 | 4540.0 | 220.0 | 60.0 | 80.0 |
| | | | | 2 | 260 | 8423.1 | 576.9 | 153.8 | 0.0 |
| | | | | Adicional | 11578 | - | - | - | 13.8 |
| F2 | - | - | - | 1 | 200 | 8350.0 | 2850.0 | 800.0 | 150.0 |
| | | | | 2 | 360 | 4500.0 | 1250.0 | 916.7 | 194.4 |
| | | | | Adicional | 274 | - | - | - | 365.0 |

Para avaliar a dinâmica populacional todos os indivíduos foram categorizados em seis estágios ontogenéticos conforme descritos em Santos et al. (2017) e Mitja et al. (2018): E1- Plântula: Plântula com o limbo de todas as folhas ainda não dividido (Figura 4a); E2- Jovem1: Jovem com pelo menos uma folha do limbo dividido ou em processo de divisão e nenhum pecíolo superior a 50 cm de comprimento, medido acima da superfície do solo (Figura 4b); E3- Jovem2: Jovem com limbo das folhas dividido ou em processo de divisão pecíolo de pelo menos uma folha maior que 50 cm e gema terminal ainda enterrada (Figura 4c); E4- Jovem3: Jovem com gema terminal acima do nível da superfície do solo, com bainhas das folhas bem visíveis e com circunferência do estipe coberto pelas bainhas < 1,5 m, medidos a partir da superfície do solo (Figura 4d); E5- Jovem4: Jovem com estipe aéreo, coberto ou não por bainhas, com circunferência $\geq 1,5\text{m}$ e sem presença ou sinais de órgão reprodutores masculinos e femininos (Figura 4e); E6- Adulto: Adulto com sinais ou presença de órgãos reprodutores masculinos e/ou femininos (Figura 4f).

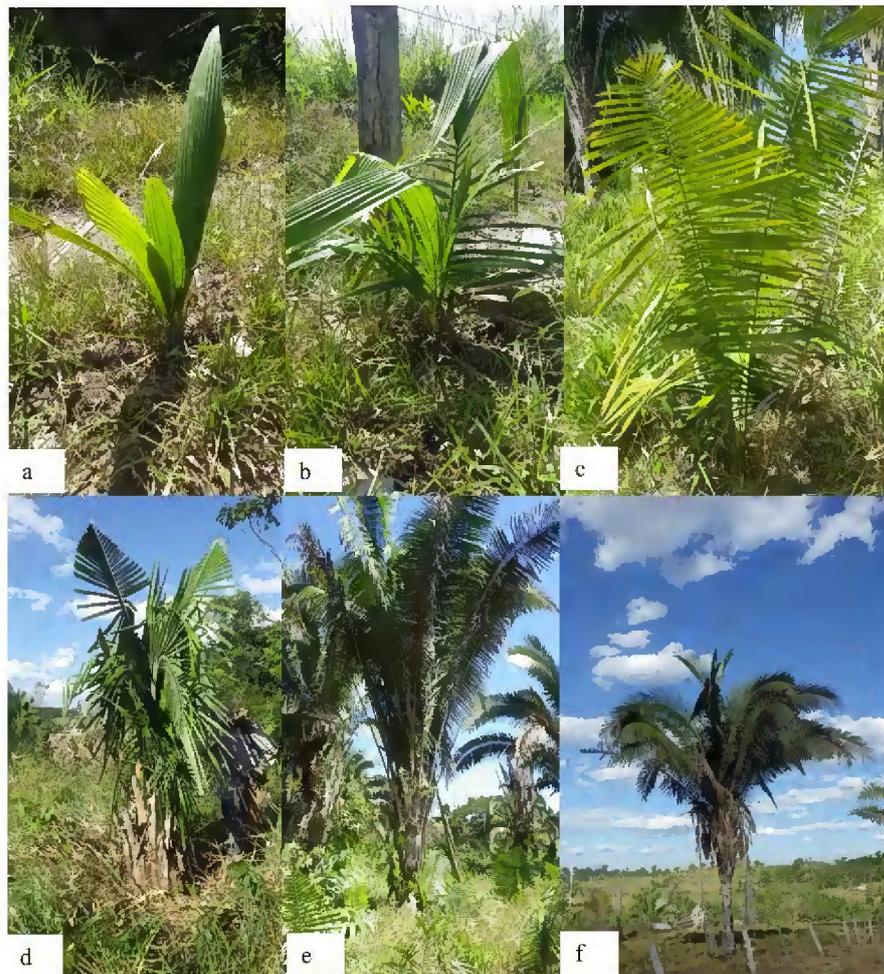


Figura 5. Estágios ontogenéticos do Babaçu. Estágio 1(a); Estágio 2 (b); Estágio 3 (c); Estágio 4 (d); Estágio 5 (e); Estágio 6 (f).

A divisão em estágios ontogenéticos é importante para a análise da dinâmica populacional, isso porque para calcular as taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural deve-se levar em consideração classes homogêneas (estágios ontogenéticos), evitando assim os erros de análises que surgem quando todos os indivíduos são considerados similares, com a mesma probabilidade de morrer e de crescer. Por isso, nesse estudo as taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural foram calculadas para cada estágio ontogenético, pois esses estágios foram considerados como subpopulações homogêneas. Embora ainda possam existir probabilidades de morte e crescimento diferentes entre os indivíduos do mesmo estágio ontogenético devido às variações fisiológicas individuais (SHEIL; MAY, 1996); contudo, essas não foram aqui consideradas.

4.5. Cálculo das taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural

A taxa de mortalidade (m) foi calculada para cada estágio ontogenético, utilizando a equação 3 citada acima, conforme Sheil; Burslen e Alder (1995). A taxa de recrutamento (R) foi calculada conforme Sheil e May (1996), Por fim, a taxa de regeneração natural (RN) foi calculada utilizando a equação 17 citada acima, conforme Mori e Jardim (2001).

Modelos utilizados:

Mortalidade por estágio

$$m = 1 - (Sf/Ni)^{1/t} \quad (\text{equação 3, já apresentada acima})$$

Recrutamento por estágio

$$R = \{[(Ni + Nr)/Ni]^{1/t} - 1\} \quad (\text{equação 11, já apresentada acima})$$

Regeneração natural para estágio

$$RN = ((Nf-Ni) \times (Ni+Nf)^{-1}) \quad (\text{equação 17, já apresentada acima})$$

onde m é a mortalidade, R é o recrutamento, RN é a regeneração natural, Sf é o número de indivíduos vivos no levantamento final que estavam presentes no levantamento inicial, Nf é o número de indivíduos no final do levantamento, Ni é o número de indivíduos vivos no levantamento inicial; Nr = número de recrutas; m = taxa de mortalidade; e , t é o tempo.

Indivíduos não encontrados durante três anos consecutivos foram considerados mortos. No último ano de medida (2018), existiu alguns indivíduos não encontrados desde um tempo inferior a três anos. Alguns deles deviam ser mortos e outros vivos e aqueles poderão aparecer posteriormente. Para poder avaliar o número de mortos dentro dos não encontrados,

em cada transecto, foi aplicada a média do número de mortos dos anos iniciais. Esse procedimento foi importante pois, por exemplo, após a capina, aparentemente o indivíduo desaparece da área, mas com a rebrota de suas folhas, ele surge novamente no ano seguinte. Todas as taxas foram calculadas em porcentagem para neutralizar a diferença entre os tamanhos das parcelas, além de facilitar as comparações.

4.6. Análise dos dados

Os transectos (30) foram unidos e as taxas foram calculadas por parcela (9) para diminuir o grande número de taxas nulas. Pelo mesmo motivo foram unidos os estágios 3 e 4 (3+4) e os estágios 5 e 6 (5+6). Esse artifício metodológico também foi utilizado por Schwartz et al. (2014) para minimizar o fato de não ter todas as espécies representadas nas parcelas amostradas. No nosso caso o grande número de taxas nulas é também provocado pelo pequeno número de indivíduos amostrados em algumas parcelas.

As pastagens 4 e 5 foram excluídas das análises no ano 2018, pois nas mesmas foi usado herbicida entre os levantamentos de 2017 e 2018.

Cada variável da dinâmica (taxa de mortalidade, taxa de recrutamento e taxa de regeneração) foi descrita por estágio, e a diferença existente entre os estágios foram investigados através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, acompanhado do teste posterior de Dunn, que compara as médias duas a duas. Para testar a correlação entre as variáveis idade, número de capinas e número de queimadas foi realizada uma matriz de correlação.

Em sequência uma análise multivariada NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) para investigar a ordenação das taxas em relação aos estágios, tempos e parcelas foi realizada em uma matriz de 4 (estágios) por 5 tempos *versus* 9 parcelas). O valor de stress foi utilizado para avaliar a qualidade do ajuste da NMDS.

Os fatores cobertura (floresta e pastagem), parcela (localizadas em diversos setores do PA-Benfica, nas propriedades dos agricultores), tempo, estágios de vida, idade e fogo foram testados por meio de uma análise Envfit, junto à NMDS, e aqueles significativos foram mais detalhados através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, também acompanhado de um teste posterior de Dunn. As variáveis idade, número de capinas e número de queimas foram correlacionadas, por meio de uma correlação de Person. Todos os testes foram considerados ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no software R 2.4-0 (R Core Team, 2018), por meio do pacote Vegan (Oksanen et al. 2016).

5. RESULTADOS

6.2 Descrição geral da dinâmica dos estágios de vida

No geral todas as taxas variaram muito, em todos os estágios de vida. O estágio 1 apresentou as maiores taxas de mortalidade (mediana = 14,51%) e recrutamento (mediana = 31,65%). A taxa de regeneração natural teve o maior erro padrão no estágio 1, enquanto a mortalidade teve o menor erro no estágio 5+6 (Tabela 3).

Tabela 3. Estatística descritiva das taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural de *Attalea speciosa* (babaçu) por estágio de vida no Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA.

| Descritores | Estágios de Vida | | | |
|-----------------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3+4 | 5+6 |
| Taxa de mortalidade (%) | | | | |
| Mínimo | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Máximo | 44.44 | 16.67 | 20.57 | 10.53 |
| Mediana | 14.51 | 3.08 | 0.00 | 0.00 |
| Média | 14.99 | 5.11 | 2.06 | 1.34 |
| Desvio Padrão | 9.70 | 4.54 | 3.88 | 2.98 |
| Erro Padrão | 1.49 | 0.70 | 0.60 | 0.46 |
| Coefficiente de variação | 64.75 | 88.81 | 187.94 | 222.45 |
| Variância | 94.18 | 20.63 | 15.05 | 8.88 |
| Taxa de recrutamento (%) | | | | |
| Mínimo | 0.00 | 0.54 | 0.00 | 0.00 |
| Máximo | 309.23 | 53.98 | 131.96 | 30.77 |
| Mediana | 31.65 | 12.01 | 7.81 | 0.00 |
| Média | 46.82 | 15.23 | 19.85 | 4.51 |
| Desvio Padrão | 59.61 | 11.88 | 30.24 | 8.13 |
| Erro Padrão | 9.20 | 1.83 | 4.67 | 1.25 |
| Coefficiente de variação | 127.33 | 78.01 | 152.37 | 180.39 |
| Variância | 3553.36 | 141.10 | 914,69 | 66.11 |
| Taxa de regeneração natural | | | | |
| Mínimo | -66.67 | -23.66 | -19.14 | -15.00 |
| Máximo | 276.92 | 42.31 | 131.96 | 15.38 |
| Mediana | -0.59 | -0.71 | 3.93 | 0.00 |
| Média | 15.94 | 2.01 | 16.77 | -1.18 |
| Desvio Padrão | 63.42 | 13.70 | 30.82 | 5.36 |
| Erro Padrão | 9.79 | 2.11 | 4.76 | 0.83 |
| Coefficiente de variação* | 5.42 | 26.39 | 13.43 | 54.70 |
| Variância | 4021.55 | 187.80 | 949.65 | 28.73 |

* Os dados de regeneração natural foram somados a uma constante positiva para permitir o cálculo do coeficiente de variação, conforme Cruz et al. (2012).

As médias e medianas das taxas de mortalidade e recrutamento diminuem quando aumenta os estágios de vida, ao contrário dos coeficientes de variação dessas taxas que aumentam. Contudo a taxa de regeneração natural não apresentou esse comportamento, pois a menor mediana das taxas foi no estágio 2 (-0,71%) e a maior foi no estágio 3+4 (3,93%) (Tabela 3; Figura 6).

Houve diferença significativa na taxa de mortalidade entre os estágios ontogenéticos avaliados (KW= 87,34; $p < 0,001$), o teste a posteriori mostrou que o estágio 1 tem maior mortalidade que os outros estágios ($p \leq 0,001$), a mortalidade diminui até o estágio 3+4 ($p = 0,004$), e permanece constante no estágio seguinte, não sendo significativa a diferença entre os estágio 3+4 e 5+6 ($p = 0,626$) (Figura 6a).

Os estágios de vida também apresentaram diferença significativa na taxa de recrutamento (KW= 53,05; $p < 0,001$), o teste a posteriori indica a diferença, sendo o estágio 1 diferente dos estágios 3+4 e 5+6 ($p = 0,002$; $p < 0,001$) e não diferente do estágio 2 ($p = 0,101$). O estágio 5+6 foi diferente de todos os demais estágios ($p < 0,001$) (Figura 6b).

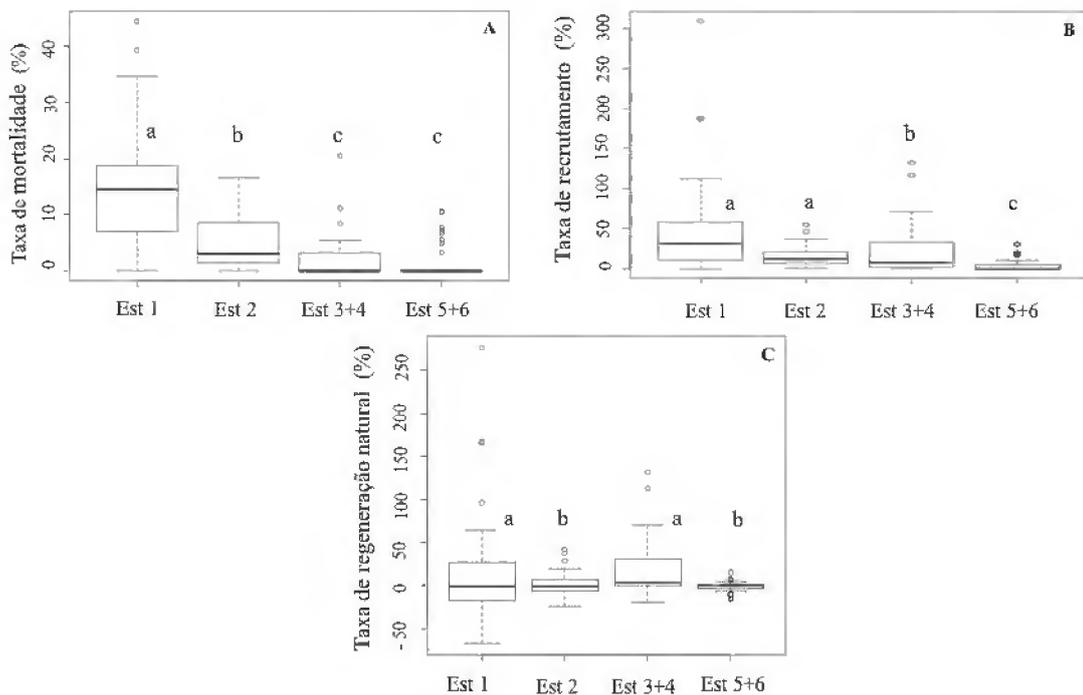


Figura 6. Boxplot da taxa de mortalidade (a), recrutamento (b) e regeneração natural (c) de *Attalea speciosa* (babaçu) por estágio de vida no Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. Letras diferentes indicam diferença estatística.

A regeneração natural também variou entre os estágios (KW= 13,84; $p = 0,003$), sendo o estágio 3+4 o que apresentou maior taxa (3,93%) se diferenciando do estágio 2 ($p = 0,02$) e do estágio 5+6 ($p = 0,003$), e sendo similar ao estágio 1 ($p = 0,08$) especialmente devido à grande variação encontrada tanto no estágio 1 quanto no estágio 3+4 (Tabela 3; Figura 6c).

6.3 Descrição das variáveis explicativas

A correlação entre os fatores numéricos foi alta, sendo a maior correlação entre capina e fogo ($r = 0,89$; $p < 0,0001$), seguida da correlação entre capina e idade ($r = 0,55$; $p < 0,0001$), ambas correlações significativas. A idade e o fogo não apresentaram correlação significativa ($r = 0,56$; $p = 0,069$) (Figura 7). Para evitar a multicolinearidade entre as variáveis explicativas a capina foi retirada das análises subsequentes.

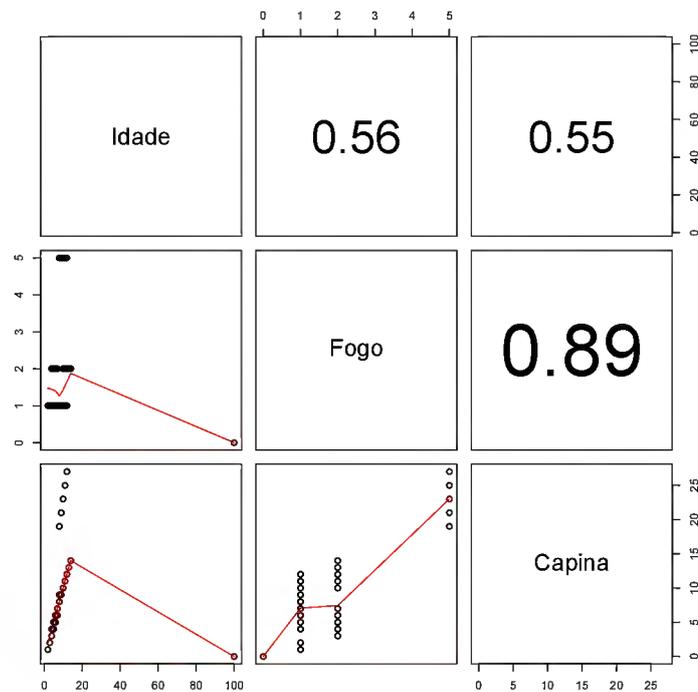


Figura 7. Matriz de correlação das variáveis explicativas numéricas.

6.4 Ordenação das taxas em um espaço Multidimensional

As análises de NMDS foram feitas usando duas dimensões, e todas apresentaram o valor de stress baixo (stress: mortalidade = 0,055; recrutamento = 0,105; regeneração natural = 0,034), o que significa que os diagramas de ordenação foram adequados para a interpretação

dos dados. A ordenação da taxa de mortalidade mostrou a separação das amostras no espaço multidimensional e sua relação com os estágios de vida (Figura 8a). Na dimensão 1 como na 2, os estágios 1 e 5+6 são opostos aos estágios 2 e 3+4.

O tempo foi o único fator que apresentou resultado significativo na variação da taxa de mortalidade (Envfit: $r^2 = 0,259$; $p = 0,008$; Tabela 4), porém os grupos formados se sobrepuseram, sendo o ano de 2014 o único mais afastado dos demais anos (Figura 8b).

Tabela 4. Escores dos eixos 1 e 2 da NMDS, coeficiente de determinação (r^2) e significância (p) dos fatores em relação à ordenação das taxas de mortalidade, recrutamento e regeneração natural encontradas nos quatro estágios de vida de *Attalea speciosa* (babaçu) do Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-Pa. Valor de p significativo em negrito.

| Fatores | Eixo 1 | Eixo 2 | r^2 | P |
|---------------------|--------|--------|--------------|----------------|
| Mortalidade | | | | |
| Idade | 0,938 | -0,346 | 0,092 | 0,249 |
| Fogo | -0,996 | 0,078 | 0,046 | 0,486 |
| Tempo | | | 0,259 | 0,008 * |
| Cobertura | | | 0,007 | 0,756 |
| Parcela | | | 0,146 | 0,752 |
| Recrutamento | | | | |
| Idade | -0,036 | -0,999 | 0,033 | 0,607 |
| Fogo | -0,376 | 0,926 | 0,159 | 0,074 |
| Tempo | | | 0,038 | 0,929 |
| Cobertura | | | 0,080 | 0,041* |
| Parcela | | | 0,520 | 0,001* |
| Regeneração Natural | | | | |
| Idade | 0,999 | -0,019 | 0,012 | 0,833 |
| Fogo | 0,333 | -0,943 | 0,064 | 0,378 |
| Capina | 0,891 | -0,453 | 0,031 | 0,611 |
| Tempo | | | 0,069 | 0,669 |
| Cobertura | | | 0,024 | 0,335 |
| Parcela | | | 0,280 | 0,094 |

Em adição ao Envfit realizado na ordenação da taxa de mortalidade, o teste de Kruskal-Wallis confirmou que o tempo foi significativo nos estágios 1 (KW = 13,95; $p = 0,007$), estágio 2 (KW = 14,42; $p = 0,006$) e estágio 3+4 (KW = 12,72; $p = 0,012$); já o estágio 5+6 não apresentaram diferença significativa ao longo dos anos ($p = 0,961$). O teste a posteriori de Dunn mostrou que, no estágio 1 a mortalidade aumentou entre os anos 2014 e 2017 ($p = 0,022$); no estágio 2, a mortalidade de 2014 foi similar a 2015 e 2016 ($p = 1,00$) e aumentou em 2017 e

2018 ($p = 0,013$; $p = 0,034$) e no estágio 3+4 há um aumento da mortalidade em 2018 em relação a 2017, porém não há diferença significativa entre os anos ($p = 0,984$) (Figura 9).

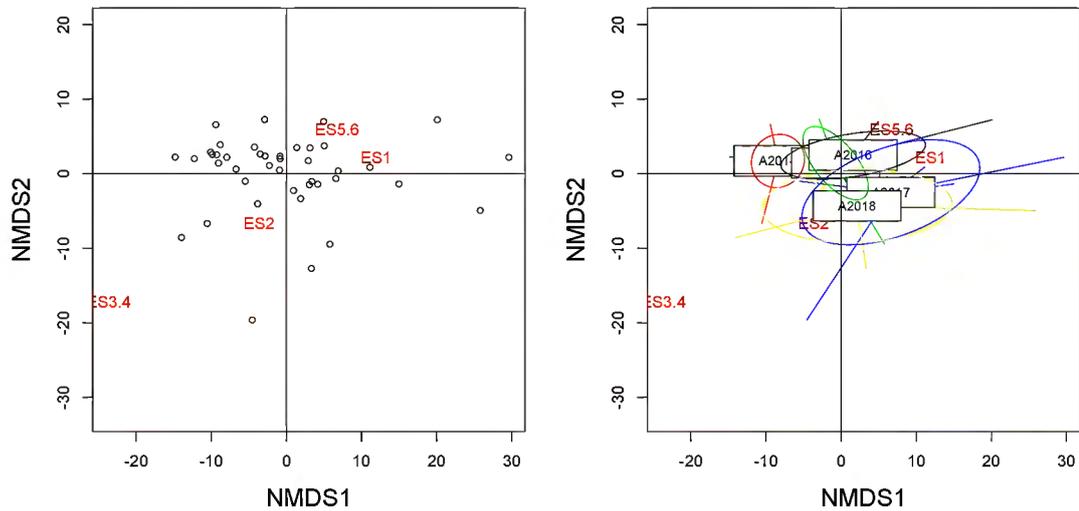


Figura 8. Escalonamento não-métrico multidimensional da taxa de mortalidade de *Attalea speciosa* (babaçu), do Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. Ordenação das diferentes parcelas (A) e agrupamento das parcelas por ano (B).

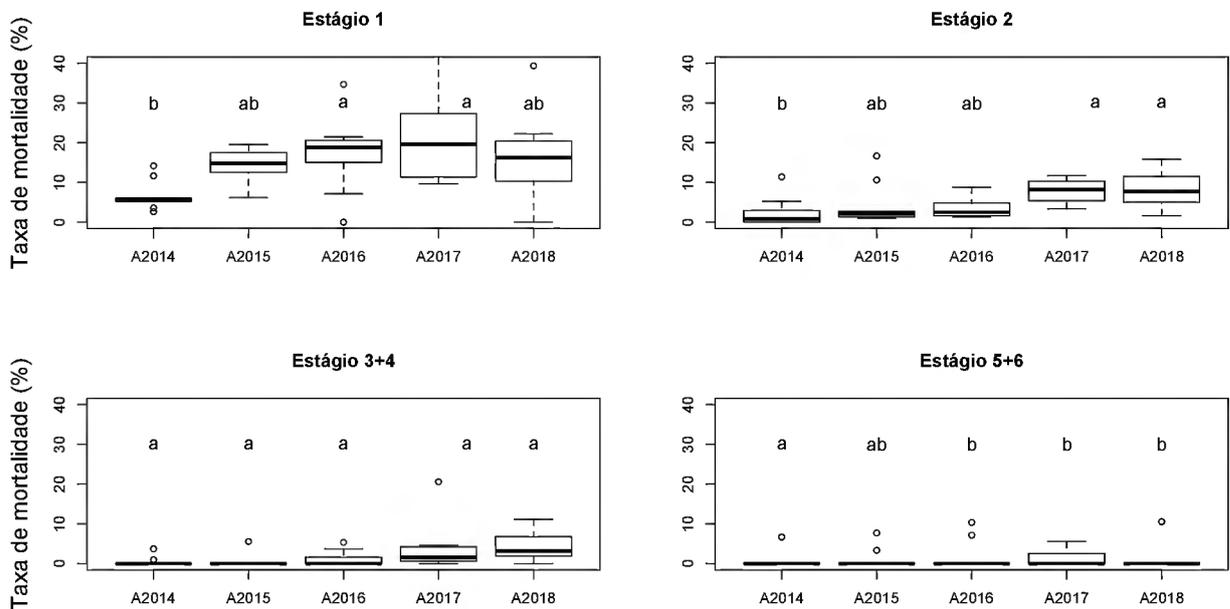


Figura 9. Boxplot da taxa de mortalidade (%) por ano, dos estágios de vida de *Attalea speciosa* (babaçu), no Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. Letras diferentes indicam diferença estatística

A ordenação da taxa de recrutamento mostrou que a dimensão 2 separou o estágio 1 dos demais estágios e a dimensão 1 separou os estágios 2 e 1, dos estágios 3+4 e 5+6 (Figura 10a). A cobertura foi significativa, porém com baixa correlação (Envfit: $r^2 = 0,08$; $p = 0,041$; Tabela 4), sendo difícil visualizar a separação das parcelas de floresta das parcelas de pastagem (Figura 10b). Para as parcelas o coeficiente de correlação foi maior e significativo (Envfit: $r^2 = 0,52$; $p = 0,001$; Tabela 4, Figura 10c).

Em adição ao Envfit realizado na ordenação da taxa de recrutamento, o teste de Kruskal-Wallis mostrou que o tipo de cobertura influenciou o recrutamento apenas do estágio 2 (KW = 4,27; $p = 0,04$), que teve maior taxa nas florestas (Figura 11). Já as parcelas influenciam o recrutamento do estágio 1 (KW= 21,98; $p = 0,005$) e estágio 2 (KW= 18,48; $p = 0,02$), a taxa de recrutamento dos estágios 3+4 e 5+6 não tiveram diferença significativa entre as parcelas (Figura 12). O teste a posteriori indica que no estágio 1 a taxa de recrutamento foi diferente apenas entre as parcelas P1 e P6 ($p = 0,03$); e, no estágio 2 a parcela P2 teve menor taxa do que a F2 ($p = 0,042$) e P3($p = 0,03$).

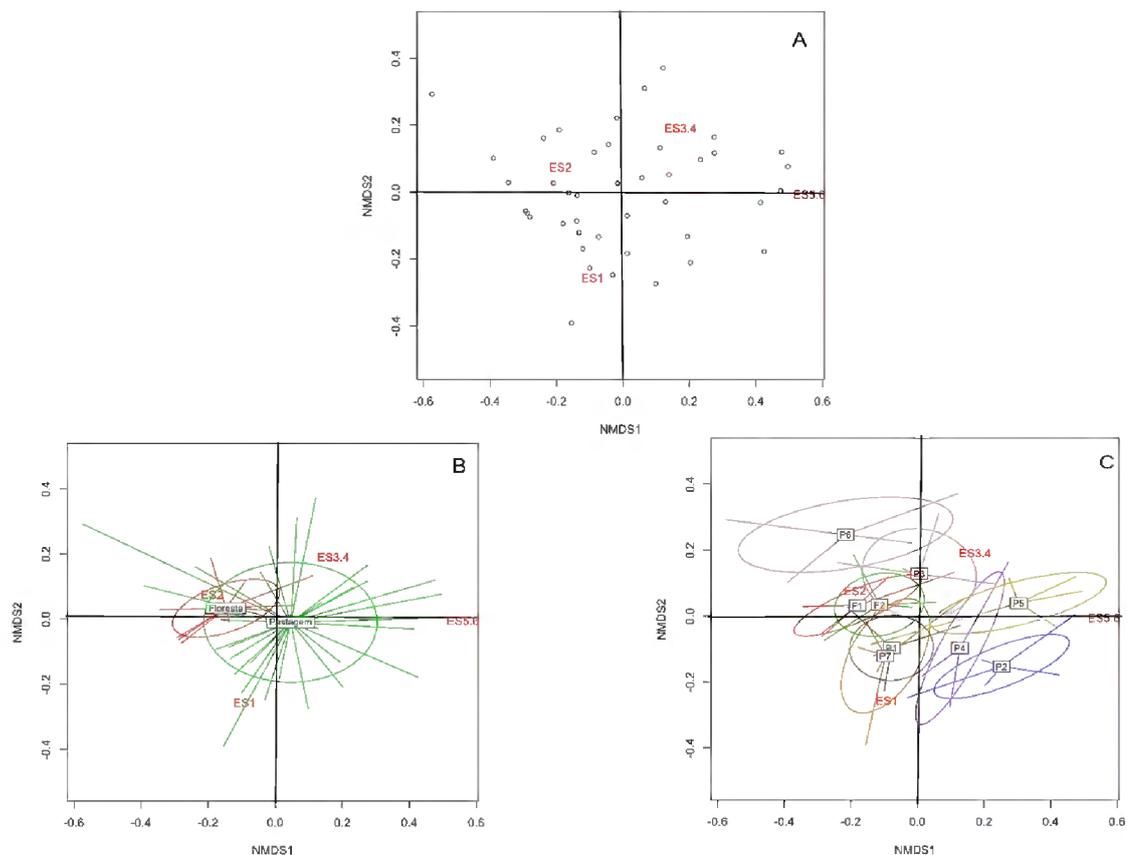


Figura 10. Escalonamento não-métrico multidimensional da taxa de recrutamento de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (babaçu), do Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. Ordenação das diferentes parcelas (A) e agrupamento das parcelas por cobertura (B) e parcelas (C).

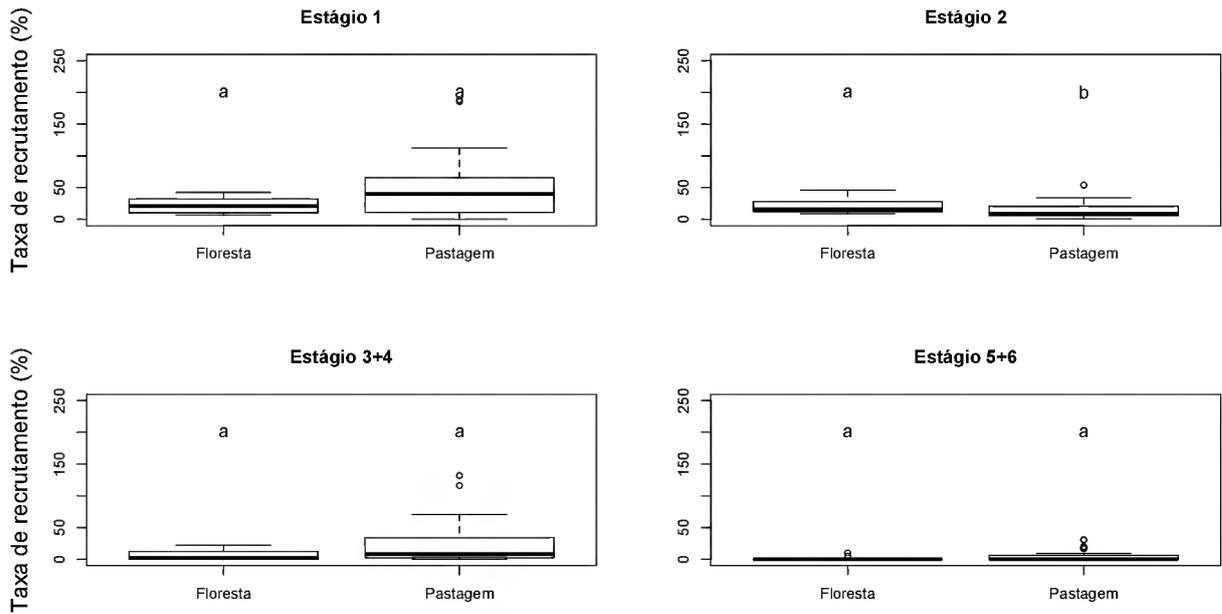


Figura 11. Boxplot da taxa de recrutamento (%) por cobertura (Floresta e Pastagens), dos estágios de vida de *Attalea speciosa* (babaçu), no Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. Letras diferentes indicam diferença estatística.

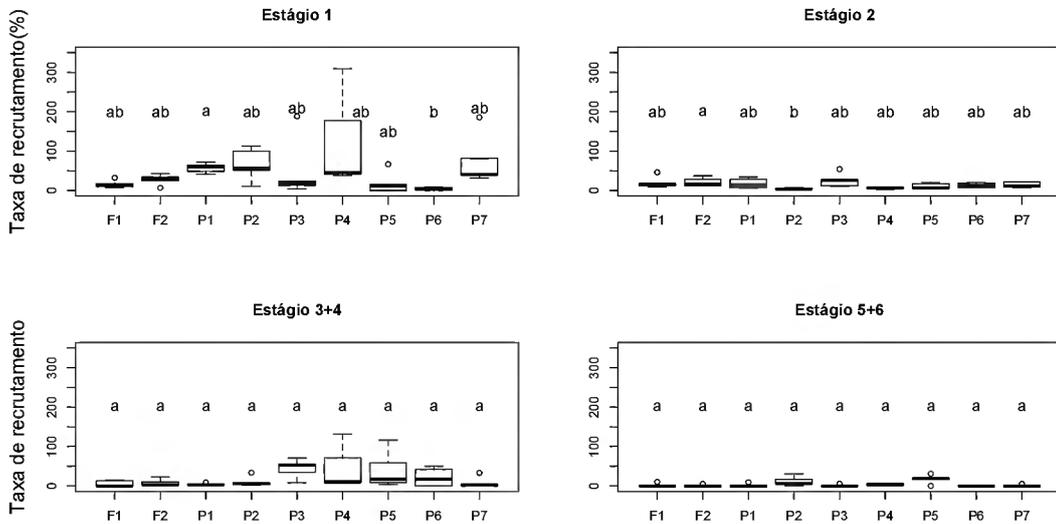


Figura 12. Boxplot da taxa de recrutamento dos estágios de vida em nove parcelas estudadas. Boxplot da taxa de recrutamento (%) por parcelas, dos estágios de vida de *Attalea speciosa* (babaçu), no Projeto de Assentamento Benfica, município de Itupiranga-PA. Letras diferentes indicam diferença estatística.

A ordenação da taxa de regeneração natural mostra que a dimensão 1 separou o estágio 1 dos demais estágios e a dimensão 2 separou os estágios 2 e 5+6 do estágio 3+4 (Figura 13).

Nenhum dos fatores avaliados foi significativo na taxa de regeneração natural através da Envfit (Tabela 4).

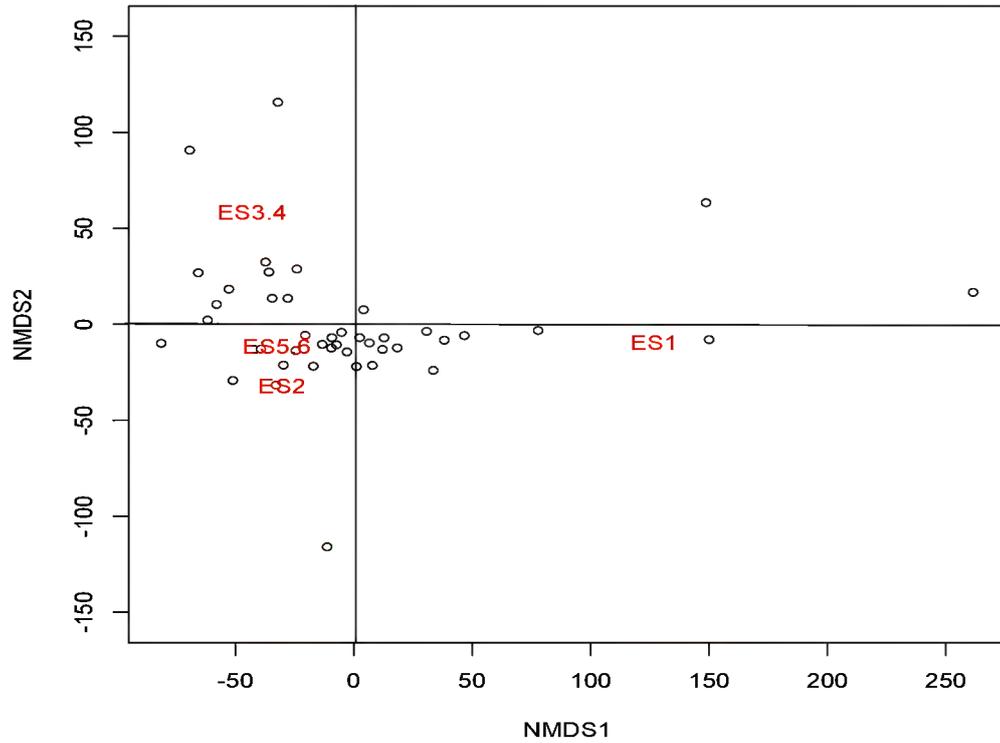


Figura 13. Escalonamento não-métrico multidimensional da taxa de regeneração natural de *Attalea speciosa* (babaçu), do Projeto de Assentamento Benfca, município de Itupiranga-PA.

6. DISCUSSÃO

6.1. Taxa de mortalidade

Embora tenha havido uma variação muito grande da taxa de mortalidade foi possível perceber que a mesma diminui conforme aumentam os estágios de vida. Esse resultado corrobora com a necessidade de separar os indivíduos em classes para avaliar a mortalidade (SHEIL; MAY, 1996) evitando subestimar a mortalidade populacional.

Essa diminuição ocorre, pois, os indivíduos têm menor tolerância nas fases iniciais de vida, e conforme crescem e se estabelecem (NEPSTAD et al., 2007; LARSON et al., 2015) sofrem menos com as variações ambientais e a competição intra e interespecífica, o que explica as baixas taxas de mortalidade nos estágios mais avançados.

Resultados similares também foram encontrados para a palmeira *Butia capitata* Mart., em Minas Gerais, na qual as plântulas tiveram maior mortalidade (LIMA, 2011); para a palmeira *Euterpe edulis* Mart., na mata Atlântica, a mortalidade é maior para os indivíduos com menos de 50 cm de altura total (FANTINI; GURIES, 2007).

Para o estágio 1 houve um aumento da mortalidade até 2017, fato que pode estar ligado com a crescente mudança da paisagem que vai afetar principalmente os indivíduos na fase inicial do desenvolvimento, o mesmo acontece para o estágio 2 e no estágio 3+4 que tiveram aumento da mortalidade no último ano de levantamento. Variações nas condições ambientais provocam alterações nas taxas de mortalidade, como relatado por Dionísio et al. (2017), que observaram que a taxa de mortalidade de espécies tropicais começa a ser mais estável a partir de 10 anos após a extração de madeira. O aumento da mortalidade nos últimos anos está ligada com o tempo de uso das pastagens e o equilíbrio populacional, pois as pastagens ainda são jovens, entre e estão seguindo o ciclo normal de diminuição da população. Além disso o intervalo de tempo entre os levantamentos pode não ser suficiente para verificar modificações no ciclo de vida da planta (KORNING e BASLEV, 1984). Outros autores também mostraram que o clima é um fator que pode causar variação na dinâmica populacional de palmeiras (KAHN, 1987; EISERHARDT et al., 2011). Porém para o babaçu a pluviosidade não apresentou essa influência, visto que não houve correlação entre a mortalidade e as taxas de pluviosidade (Apêndice A).

Era esperado uma maior mortalidade na pastagem do que em floresta, pois a retirada da cobertura florestal pode influenciar a dinâmica populacional (BECHIMOL et al., 2017), uma vez que pode causar modificações estruturais e morfológicas nas populações de babaçu, como já observado no mesmo local desse estudo por Barot et al. (2005) e Santos et al. (2017). Todavia

a mortalidade foi similar nas duas coberturas estudadas. Esse resultado ou está ligado ao fato de que mudanças estruturais na população demoram a influenciar sua dinâmica, o que reforça a importância de acompanhar populações que estão sob fortes pressões antrópicas com estudos a longo prazo; ou, esse resultado corrobora aqueles que indicam boas características da espécie, para que se desenvolva bem em ambiente antropizado, tais como a resistência ao fogo, o número de folhas maior, a menor altura dos indivíduos reprodutivos nas pastagens, a maior quantidade de flores femininas produzidas e a abundância de raízes finas (MITJA; FERRAZ, 2001; BAROT et al., 2005; SOUZA et al., 2015; TUCKER et al., 2018).

A competição intraespecífica também pode explicar esse resultado. Se por um lado, a espécie é bem adaptada ao ambiente florestal, por outro lado, o número de indivíduos nas pastagens, que é menor em média que nas florestas (CAMPOS et al., 2017; MITJA et al., 2018), diminui a pressão da competição intraespecífica por recursos. Vale ressaltar que a mortalidade é dependente da densidade dos indivíduos (LARSON et al., 2015).

Era esperado que as práticas de manejo das pastagens, como tempo de cultivo (idade), fogo e capina influenciasse a taxa de mortalidade, mas os resultados não confirmaram essa hipótese; contrariando inclusive outros trabalhos que mostraram que o histórico de uso e o pastoreio podem influenciar na mortalidade, como observado em *Butia capitata* (Mart.) Becc., *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. e *Adansonia digitata* L. (SAMPAIO; GUARINO, 2007; AZAMBUJA, 2009; SCHUMANN et al., 2010).

No caso do babaçu, existe uma particularidade que poderia explicar esta falta de influência do manejo na mortalidade. Como relatado por Mitja e Ferraz (2001) e Mitja et al. (2018) o babaçu possui geotropismo negativo, o que favorece o estabelecimento do indivíduo, pois quando está nos estágios iniciais sua gema de crescimento está ainda protegida no solo, e quando a mesma se torna aérea (no estágio 4), o indivíduo já está estabilizado e praticamente não é mais afetado pelo fogo e capina. O fogo e a capina apenas atrasam o crescimento no momento da queima ou corte das folhas, mas ao mesmo tempo aceleram o crescimento das novas folhas produzidas, pois diminui a concorrência das outras plantas (MITJA et al., 2018). Vale também destacar que o número de fogo e capina em cada parcela estudada não era muito grande, pois como a área pertence a produtor familiar as alterações nas áreas agrícolas são bem menos agressivas que em áreas de pastagens extensivas (MITJA et al., 2010).

6.2 . As taxas de recrutamento

Os estágios 1 e 2 são similares em relação a taxa de recrutamento, e o recrutamento desses estágios é maior do que dos demais estágios. Esse resultado pode estar ligado ao crescimento individual dos indivíduos, pois o tempo entre a passagem de um estágio para o outro é diferente em cada classe de tamanho. O recrutamento em estágios mais avançados como 5+6 será mais lento do que nos estágios iniciais, pois para atingir a maturidade as plantas precisam investir bastante na obtenção de recursos (BAROT et al., 2005).

A taxa de recrutamento não foi diferente entre os anos de avaliação, o que indica que a população cresce continuamente mesmo com as mudanças na paisagem e com as práticas de manejo. Em contraposição, entre as parcelas foi possível verificar diferenças entre as taxas de recrutamento, o que mostra a heterogeneidade espacial da população, pois as parcelas estão localizadas em diversos setores do PA-Benfica, nas propriedades dos agricultores, e isso também representa diferenças no manejo aplicado às diferentes parcelas amostrais na pastagem.

Embora a taxa de recrutamento dos estágios 1 e 2 sejam similares elas responderam de forma diferente o efeito da cobertura. A taxa de recrutamento no estágio 2 foi menor na pastagem do que na floresta; as menores taxas de recrutamento em pastagem são influenciadas pela menor germinação e a exposição ao sol e ao fogo (MITJA e FERRAZ, 2001), que destroem as sementes e assim prejudicam o estabelecimento inicial do babaçu; já no estágio 1 foram similares, contudo a taxa do estágio 1 na pastagem variou muito, variação não observada na floresta. O manejo na pastagem deve atrasar o desenvolvimento dos indivíduos nesses estágios iniciais, dificultando o recrutamento, ou seja, sua mudança de estágio. A transformação das florestas em pastagens diminui a dispersão de sementes (FRAGOSO et al., 2017) e a exposição ao sol e fogo também prejudicam a germinação de babaçu (MITJA; FERRAZ, 2001), todos esses fatores podem prejudicar o recrutamento.

A maior taxa de recrutamento nas florestas para os estágios iniciais de vida confirma a hipótese 2, pois além dos fatores abordados acima, as condições de germinação são melhores nas florestas (MITJA; FERRAZ, 2001).

O recrutamento similar entre os estágios intermediários e adulto, mostra que mesmo com maior acesso a luz os indivíduos não mudam de estágio tão rapidamente, o que pode estar ligado a competição com outras espécies. Por outro lado a alta disponibilidade de luz nas pastagens deveria fazer com que houvesse uma maior taxa de recrutamento nos estágios seguintes, levando em consideração que o fogo e a capina apenas atrasam o crescimento no momento da queima ou corte das folhas, mas ao mesmo tempo aceleram o crescimento das

novas folhas produzidas, pois diminui a concorrência das outras plantas (MITJA et al., 2018), no entanto não houve diferença, o que pode indicar que a quantidade de manejo tem tornado o recrutamento dos estágios 3+4 e 5+6 mais lento do que o esperado.

6.3. As taxas de regeneração natural

A taxa de regeneração natural normalmente é diferente entre as classes de tamanho ou estágios de vida (MORY e JARDIM, 2001) e os resultados corroboram com essa afirmação, mostrando que o estágio 3+4 possui a maior taxa de regeneração (3,93%) e se diferencia dos demais estágios. A ordenação dos dados na NMDS mostrou que o estágio 1 ficou no primeiro quadrante, o estágio 3+4 ficou no terceiro quadrante e o estágio 2 e estágio 5+6 ficaram no quarto quadrante. Contudo, o teste de Kruskal-Wallis mostra uma similaridade entre os estágios 1, 2 e 5+6, o que indica que apenas o eixo 2 da NMDS teve influência na separação dos estágios.

Os estágios iniciais deveriam ser mais dinâmicos pois sofrem mais com a competição e tem maiores chances de morrer (RANKIN-DE-MERONA et al., 1990; NEPSTAD et al., 2007; LARSON et al., 2015). A maior mortalidade nos estágios iniciais também permite o desenvolvimento dos indivíduos maiores já existentes, pela liberação de espaço e recursos (SWAINE; LIEBERMAN; PUTZ, 1987; SHEIL et al., 2000), aumentando o recrutamento nos estágios mais avançados.

A taxa de regeneração natural varia entre +100 e -100, sendo positiva quando o recrutamento se sobrepõe à mortalidade, indicando um crescimento positivo da população; negativa quando a mortalidade de sobrepõe ao recrutamento, indicando um decréscimo populacional; e zero, quando a população está em equilíbrio (SANTOS; JARDIM, 2012; JARDIM, 2015). Diante dos resultados aqui apresentados, podemos afirmar que o estágio 3+4 é o único a apresentar um crescimento populacional positivo, embora em termos percentuais muito pequeno (3,93%), enquanto os demais estágios parecem estar em equilíbrio, com a mediana no zero verdadeiro como o estágio 5+6 ou próximo dele como no estágio 1 (-0,59) e estágio 2 (-0,71). Vale lembrar que as taxas de regeneração natural variaram muito entre as parcelas amostradas.

A regeneração natural de babaçu não foi influenciada pelos demais fatores testados, como a cobertura, tempo, capina e fogo. Diante de parcelas tão diferentes, tanto em termos de cobertura vegetal, quanto de ações de manejo realizadas, o equilíbrio da população indica sua capacidade de adaptação às mudanças ambientais, assim como sua capacidade de resiliência frente à constância desses fatores negativos.

Essa resiliência está associada ao poder de invasão da espécie como tem sido relatado (PIVELLO et al., 2017) e pode ser explicado por várias características, como aquelas levantadas por este trabalho, como outras já levantadas por outros autores, tais como: (1) a taxa de regeneração natural indica um equilíbrio populacional ao longo do tempo, independente da cobertura e manejo da pastagem; (2) o babaçu apresenta geotropismo negativo, o que favorece o estabelecimento do indivíduo, em especial em situações onde a espécie tem que vencer a capina e o fogo, como já relatado anteriormente (MITJA; FERRAZ, 2001; MITJA et al., 2018); (3) ao fato de que a espécie apresenta uma grande plasticidade fenotípica nas pastagens (Barot et al., 2005).

6.4. Discussões metodológicas

A divisão de uma população em estágios ontogenéticos deve separar os indivíduos em grupos cujos membros devem responder similarmente aos diferentes fatores, no entanto a utilização de características morfológicas para avaliar os estágios pode não ser suficiente para garantir que um determinado estágio apresente respostas homogêneas em relação à mortalidade, recrutamento e crescimento; uma vez que a homogeneidade nessas taxas é colocada como prerrogativa para o reconhecimento de um determinado estágio, como abordado por Portela e Santos (2011). Problemas na definição dos estágios também já foram apontados por outros autores (TONETTI; NEGRELLE, 2001; PORTELLA; SANTOS, 2011).

Os resultados mostrados neste trabalho indicam que os estágios apresentaram diferenças significativas tanto na mortalidade, quanto no recrutamento e regeneração natural; e, quando comparado os estágios dois a dois, as similaridades observadas não foram sempre com referência aos mesmos estágios. Assim a separação do ciclo de vida em quatro estágios, como analisada neste trabalho se justifica.

Contudo, enquanto a maioria dos estágios eram fácil de reconhecer, houve dificuldade em diferenciar os indivíduos do estágio 3 e estágios 4. Esses estágios são muito similares, sendo que a posição da gema de crescimento, subterrânea (estágio 3) ou acima do solo (estágio 4) é a única diferenciação entre eles visualizada no campo. Todavia é difícil perceber se a gema de crescimento ainda está subterrânea ou se já está acima do solo, pois a gema fica totalmente protegida pelas bainhas das folhas, o que dificulta essa visualização. Por isso o fato de juntar os dois estágios elimina a possibilidade de erro ao determinar esses estágios.

Um outro problema encontrado foi a alta quantidade de zero, que pode ser causado por duas razões: 1) ou porque de fato nenhum indivíduo morreu ou foi recrutado no intervalo de tempo

analisado, resultando em um zero verdadeiro, também chamado de zero estrutural; 2) ou porque não existiam indivíduos nas parcelas, resultando em um zero amostral, originado da inexistência de indivíduos para morrer ou para ser recrutado. Os dados contendo uma alta quantidade de zeros gera uma situação estatística chamada “inflação de zeros” (*zero inflated*) o que dificulta a análise dos dados em termos estatísticos (FUMES; CORRENTE, 2010; COSTA; SILVEIRA; DONALÍSIO, 2016).

O zero estrutural muitas vezes advém da existência de poucos indivíduos analisados. Especialmente os indivíduos dos últimos estágios ontogenéticos, como os estágios 5 e 6, são normalmente poucos indivíduos em uma população. Consciente desse problema foi acrescentado transectos adicionais em cada parcela para verificar apenas esses estágios; contudo, esse acréscimo não foi suficiente e ainda assim muitos zeros foram gerados. O aumento do número de amostras para reduzir os zeros amostrais pode ser um caminho a seguir, todavia, essa solução tem implicações econômicas no projeto, que na maioria das vezes possui um orçamento elaborado com base em um número de amostras pré-fixado.

Uma outra forma de resolver esse problema é diminuir o número de estágios ontogenéticos aumentando assim o número de indivíduos de cada estágio. Neste trabalho, a junção dos estágios 5 e 6 e dos estágios 3 e 4 resolveu esse problema ligado à existência de muitos zeros nos resultados das taxas analisadas.

Em palmeiras, vários autores têm apontado a divisão em três estágios (plântula, jovem e adulto) como sendo mais adequado para estudos ecológicos, tais como: Oliveira et al. (2014) que trabalhou com várias populações de palmeiras na Serra do Mar, em Ubatuba, estado de São Paulo; Alves et al. (2011) que trabalhou com *Syagrus pseudococos* (Raddi) Glassman; Bernacci et al. (2008) que trabalhou com *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman; Silva et al. (2009) que trabalhou com *Euterpe edulis* Mart.; e, Campos et al. (2017) que também trabalhou com babaçu. Outros autores dividiram o ciclo de vida das palmeiras *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng e *Astrocaryum murumuru* Mart. em quatro estágios (CHOO et al., 2017) ou mesmo em 5 estágios, como dividido por Sampaio e Scariot (2010) na palmeira *Geonoma schottiana* Mart.

Por fim, mas não menos importante, destaca-se um problema ligado ao reconhecimento da morte de um indivíduo, em especial dos indivíduos pequenos, aqueles dos estágios 1 e 2. No campo é possível reconhecer três situações ao buscar os indivíduos: (1) aquela situação na qual o indivíduo está reconhecidamente morto; (2) ou reconhecidamente vivo; e, (3) o indivíduo não é encontrado, sendo colocado como desaparecido. Por vezes, no levantamento seguinte o mesmo indivíduo desaparecido no levantamento anterior é encontrado.

Indivíduos desaparecidos ocorrem tanto nas pastagens quanto nas florestas. Nas florestas isso ocorreu especialmente quando as próprias folhas dos indivíduos adultos caíam por cima das plântulas, quebrando-as ou dificultando o seu encontro.

Nas pastagens isso ocorreu principalmente devido à grande altura da forrageira, que dificultava encontrar o indivíduo; ou o indivíduo podia ter sido cortado e realmente não existia suas folhas na parte aérea, sendo que o mesmo emitia novas folhas e por isso reaparecia no levantamento seguinte. Cortar as folhas dos estágios iniciais do babaçu é uma ação que pode ser originada da capina para limpeza da área, realizada pelos agricultores, ou mesmo pelo gado, que às vezes come as folhas, especialmente as folhas recém nascidas; folhas também podem se quebrar por causa do pisoteio do gado, e nesse caso, elas podem morrer e se decompor no intervalo do levantamento. Em todos esses casos o indivíduo pode desaparecer temporariamente, mas como a gema de crescimento está subterrânea, ele continua vivo e novas folhas são lançadas e por isso o mesmo indivíduo é encontrado no levantamento seguinte.

Para evitar colocar um indivíduo desaparecido como um indivíduo morto, e ter o risco de ver ele aparecer no ano seguinte, foi esperado três anos após o seu desaparecimento para que o mesmo fosse de fato declarado morto no primeiro ano do seu desaparecimento. Mas, nos últimos levantamentos não tínhamos 3 anos para confirmação da morte do indivíduo. Por isso em 2018, para os indivíduos desaparecidos entre 2017 e 2018, o número de mortos foi representado pela média do número de mortos dos anos anteriores.

Os comentários aqui apresentados mostraram que ainda é preciso adaptar metodologias para o estudo da dinâmica populacional reavaliando a relevância dos estágios e a quantia mínima de indivíduos a serem amostrados para tornar as análises estatísticas mais robustas, sobretudo para os estágios mais avançados do ciclo de vida das plantas.

7. CONCLUSÃO

As mudanças na cobertura vegetal não têm influência sobre a mortalidade de *Attalea speciosa*, além disso as práticas de manejo não têm sido suficientes no controle da espécie.

O recrutamento é a única taxa que é modificada com as mudanças na vegetação, sendo maior na floresta nos estágios iniciais, como era esperado, por outro lado as práticas de manejo não influenciam as mudanças no recrutamento da população.

O babaçu tem regeneração similar em coberturas e tipos de pastagem diferentes, isso mostra o poder de adaptação da espécie, que vem conseguindo se manter nas áreas mesmo após todas as modificações realizadas.

Com base nos resultados são necessárias novas avaliações sobre a gestão da espécie, especialmente no sentido de medir a competição entre o babaçu e as forageiras das pastagens, assim podemos avançar tanto na conservação do babaçu quanto na manutenção das pastagens dos pequenos agricultores.

8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.S.C.; DOS SANTOS, A.P.S.A.; JOSEMAR JÚNIO, M.F.G.; DA CUNHA, T.S.F.; DO NASCIMENTO, F.R.F. Indução da resposta imune com células tumorais mcf7 pré-tratadas com mesocarpo de babaçu. *Cadernos de Pesquisa*, p. 30-39, 2014.
- ALMEIDA, G.M.A.; RAMOS, M.A.; ARAÚJO, E.L.; BALDAUF, C.; ALBUQUERQUE, U.P. Human perceptions of landscape change: The case of a monodominant forest of *Attalea speciosa* Mart ex. Spreng (Northeast Brazil). *Royal Swedish Academy of Sciences*, 2016.
- ALMEIDA, R. Óleo de Babaçu Menire, produzido por mulheres Xikrin, é premiado pela ONU. Instituto Socioambiental, 2019. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/oleo-de-babacu-menire-produzido-por-mulheres-xikrin-e-premiado-pela-onu>. Acesso em 25 de março de 2019.
- ALONSO, A.; DALLMEIER, F.; GRANEK, E.; RAVEN, P. Biodiversity: connecting with the tapestry of life. *Monitoring and Assessment of Biodiversity Program and President's Committee of Advisors on Science and Technology*. Smithsonian Institution, Washington, D. C. USA, 2001.
- ALVES, I.; FISCH, S.T.V.; MENDONÇA, C.B.G.; MONTEIRO, E.A. Distribuição e padrão espacial da Palmeira *Syagrus pseudococos* (Raddi) Glassman (Arecaceae), em um trecho de encosta na Serra do Mar, Ubatuba-SP, Brasil. *Revista Biociências* v.17, p.52-59, 2011.
- ANDEREGG, W.R.L.; KLEIN, T.; BARTLETT, M.; SACK, L.; PELLEGRINI, A.F.A.; CHOAT, B.; JANSEN, S. Meta- analysis reveals that hydraulic traits explain cross-species patterns of drought-induced tree mortality across the globe. *National Academy of Sciences*, v.113, n. 18, 2016.
- ARAÚJO, E.C.E.; MENDES, A.M.C.; RIBEIRO, F.E. Comportamento fenológico do babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) em três tipos de solos do Piauí. Teresina, EMBRAPA CPAMN. *Boletim de Pesquisa*, v. 15, 1996.
- ARAÚJO, F.C.; SANTOS, R.M.; COELHO, P.A. O papel do distúrbio na regeneração natural dos ecossistemas florestais. *Revista de Ciências Agroambientais*, v.14, n.1, 2016.
- ARAÚJO, F.R.; LOPES, M.A. Diversity of use and local knowledge of palms (Arecaceae) in eastern Amazonia. *Biodiversity and Conservation*, v.21, p. 487-501, 2012.
- ARÉVALO-PINEDO, A.; ARÉVALO, D.S.; BESERRA, N.S.; ZUNIGA, A.D.G.; COELHO, A.F.S.; PINEDO, R.A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbignya speciosa*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.15, n.4, 2013.
- AZAMBUJA, A.C. Demografia e fenologia reprodutiva de *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Arecaceae) EM ARAMBARÉ, RIO GRANDE DO SUL. Dissertação de Mestrado em Botânica. Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS, 53p, 2009.

- BARBOZA, J.R. Formulação farmacêutica anti-inflamatória de fruto de *Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng. (Babaçu). Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde), Universidade Federal do Maranhão, 2015.
- BAROT, S.; MITJA, D.; MIRANDA, I.; MEIJA, G.D.; GRIMALDI, M. Reproductive plasticity in an Amazonian palm. *Evolutionary Ecology Research*, v.19, n.7, p. 1051-1065, 2005.
- BARROQUEIRO, E.S.; PRADO, D.S.; BARCELLOS, P.S.; SILVA, T.A.; PEREIRA, W. S. et al. Immunomodulatory and Antimicrobial Activity of Babassu Mesocarp Improves the Survival in Lethal Sepsis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016.
- BENCHIMOL, M.; TALORA, D. C.; MARIANO-NETO, E.; OLIVEIRA, T. L.; LEAL, A.; MIELKE, M. S.; FARIA, D. Losing our palms: The influence of landscape-scale deforestation on Arecaceae diversity in the Atlantic forest. *Forest Ecology and Management*, v. 384, p.314-322, 2017.
- BERNACCI, L. C.; MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). *Acta Botanica Brasilica* v. 22, p.119-130, 2008.
- BONESSO SAMPAIO, S.M.N.; MIRANDA, I.S.; LAQUES, A.E.; MITJA, D.; GOND, V.; GUILLAUMET, J.L. Complexidade das paisagens do projeto de Assentamento Benfica, sudeste paraense, Estado do Pará. *Geografia*, v.35, p.589-604, 2010.
- CAIN, M.L.; BOWMAN, W.D.; HACKER, S.D. *Ecologia*. Artmed, 2011.
- CAMPOS, J.L.A.; ALBUQUERQUE, U.P.; PERONI, N.; ARAÚJO, E.D.L. Population structure and fruit availability of the babassu palm (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) in human-dominated landscapes of the Northeast Region of Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, v.31, n.2, p. 267-275, 2017.
- CANHAM, C.D.; MURPHY, L. The demography of tree species response to climate: seedling recruitment and survival. *Ecosphere*, v.7, n.8, 2016.
- CARNEIRO, A.P.M.; PASCOAL, L.A.F.; WATANABE, P.H.; SANTOS, I.B.; LOPES, J.M.; ARRUDA, J.C.B. Farelo de babaçu em rações para frangos de corte na fase final: Desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica. *Ciência Animal Brasileira*, v.10, n.1, 2009.
- CASTRO-SILVA, J.; BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. Endocarpos de babaçu e de macaúba comparados à madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. IPEF, n. 34, 1986.
- COELHO, R.F.R.; MIRANDA, I.S.; MITJA, D. Conservação das florestas do projeto de assentamento Benfica, sudeste da Amazônia. *Ciência Florestal*, v.23, n.1, p. 1-17, 2013.
- COLPINI, C.; MORAES -SILVA, V.S.; SOARES, T.S.; HIGUCHI, N.; TRAVAGIN, D.P.; ASSUMPCÃO, J.V.L. Incremento, ingresso e mortalidade em uma floresta de contato ombrófila aberta/estacional em Marcelândia, Estado do Mato Grosso. *Acta Amazonica*, v. 40, n. 3, p. 549-556, 2010.

- COSTA, D.H.M.; SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. Ingresso e mortalidade de árvores após a colheita de madeira em áreas de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós (PA). *Revista de Ciências Agrárias*, n.38, 2002.
- COSTA, J. V.; SILVEIRA, L. V. D. A.; DONALÍSIO, M. R. Análise espacial de dados de contagem com excesso de zeros aplicado ao estudo da incidência de dengue em Campinas, São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v.32, n. e00036915, 2016.
- CHOO, J.; CARASCO, C.; ALVAREZ-LOAYZA, P.; SIMPSON, B. B.; ECONOMO, E. P. Life history traits influence the strength of distance-and density-dependence at different life stages of two Amazonian palms. *Annals of botany*, v.120 n.1, p.147-158, 2017.
- DA CUNHA CASTRO, T; DE CARVALHO, J.O.P. Dinâmica da população de *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev. durante 26 anos após a exploração florestal em uma área de terra firme na Amazônia brasileira. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 1, p. 161-169, 2014.
- DEL REY CASTRIOTTO, A.; FERREIRA, C.F.S; ANDREO, L.G.; FERIA,L.; MACHIUTTI,P. et al. Cosmetic composition intended for making up the skin, cosmetic product and cosmetic use of babaçu polysaccharides. US Pat. 220.090, 26 feb, 2014.
- DEMARCHI, L.O.; SCUDELLER, V.V.; MOURA, L.C.; DIAS-TERCEIRO, R.G.; LOPES, A.; WITTMANN, F. K.;PIEIDADE, M.T.F. Floristic composition, structure and soil-vegetation relations in three white-sand soil patches in central Amazonia.*Acta Amazonica*, v.48,n.1,p. 46-56, 2018.
- DINIZ, K. D.; MACEDO, N.C.; PORTELA, G.F.; REZENDE, L.P. Banco de sementes de plantas daninhas em área de pastagem *Panicum maximum* Jacq. cultivar Mombaça no município de Balsas- MA. *Biodiversidade*, v.16, n.3, 2017.
- DIONISIO, L.F.S.; SCHWARTZ, G.; LOPES J.D.C.; ALVES DOS SANTOS, G.G.; OLIVEIRA, F.D.A. Mortality of stocking commercial trees after reduced impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v.412, p.97-97, 2017.
- DO VALE, I; MIRANDA, I.S.; MITJA, D.; GRIMALDI, M.; NELSON, B.W.; DESJARDINS, T.; COSTA, L.G.S. Tree regeneration under different land-use mosaics in the Brazilian Amazon's "Arc of Deforestation". *Environmental management*, v.56, n.2, p. 342-354, 2015.
- DO VALE, I; MIRANDA, I.S.; MITJA, D.; SANTOS, A.M.; LIMA, T.T.S.; COSTA, L.G.S. Successional processes in agricultural mosaics in the eastern Amazon. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 256, p. 51-60, 2018.
- DOSSO, M.; ASSIS, W.S.; MEDINA, C.C.; CURMI, P.; GRIMALDI, C.; GRIMALDI, M.; GUIMARÃES, M.F; JOUVE, P.; NAVEGANTES, L.; OLIVEIRA, M.; RALISCH, R.; RUELLAN, A.; SILVA, L.M.S.; SIMÕES, A.; TAVARES FILHO, J.; VEIGA, I. Agricultura ou pastagem? Papel das coberturas pedológicas na diferenciação e na transformação de sistemas agrários pioneiros no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.22, p.185-206, 2005.
- EISERHARDT, W.L.; SVENNING, J.C.; KISSLING, W.D.; BALSLEV, H. Geographical ecology of the palms (Arecaceae): determinants of diversity and distributions across spatial scales. *Annals of Botany*, v. 108, p. 1391-1416, 2011.

- EMBRAPA. Diagnostico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- FANTINI, A. C.; GURIES, R. P. Forest structure and productivity of palmitheiro (*Euterpe edulis* Martius) in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest and Ecology Management**, Amsterdam, v. 242, p. 185- 194, 2007.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: Shugart, H. (Ed.), Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science. Oxford University Press, New York, USA, 2017.
- FLORA DO BRASIL. Arecaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15686>>. Acesso em: 08 Jan. 2018.
- FRAGOSO, R.O.; CARPANEZZI, A.A.; KOEHLER, H.S.; ZUFFELLATTO – RIBAS, K.C. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. *Ciência Florestal*, v.27, n.4, p. 1451-1464, 2017.
- FRANKLIN, J.; SERRA-DIAZ, J.M.; SYPHARD, A.D.; REGAN, H.M. Global change and terrestrial plant community dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.113, n.14, 2016.
- FUMES, G.; CORRENTE, J. E. Modelos inflacionados de zeros: aplicações na análise de um questionário de frequência alimentar. *Revista Brasileira de Biometria*, p. 24-38, 2010.
- GALBRAITH, D.; MALHI, Y.; AFFUM-BAFFOE, K.; CASTANHO, A.D.A.; DOUGHTY, C.E.; FISHER, R.A.; LEWIS, S.L.; PEH, K.S.H.; PHILLIPS, O.L.; QUESADA, C.A. et al. Residence times of woody biomass in tropical forests. *Plant Ecology & Diversity*, v.6, p. 139–157, 2013.
- GEHRING, C.; ZELARAYÁN, M.L.C.; ALMEIDA, R.B.; MORAES, F.H.R. Allometry of the babaçu palm growing on a slash-and-burn agroecosystem of the eastern periphery of Amazonia. *Acta Amazonica*, v.41, p. 127-134, 2011.
- GODOY, O.; RUEDA, M.; HAWKINS, B.A. Functional determinants of forest recruitment over broad scales. *Global Ecology and Biogeography*. 2014.
- GONZÁLEZ-PÉRES, S.E.; COELHO-FERREIRA, M.; ROBERT, P.; GARCÉS, C.L.L. Conhecimento e usos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. e *Attalea eichleri* (Drude) A.J.Hend.) entre os Mebêngôkre-Kayapó da terra indígena Las Casas, estado do Pará, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v.26, n.2, p.295-308, 2012.
- GREENWOOD, S.; RUIZ-BENITO, P.; MARTÍNEZ_VILALTA, J.; LLORET, F.; KITZBERGER, T. et al. Tree mortality across biomes is promoted by drought intensity, lower wood density and higher specific leaf area. *Ecology Letters*, v.20, p. 539-553, 2017.
- GUERRA, R.N.; SILVA, V.M.; ARAGÃO-FRANÇA, L.S.; OLIVEIRA, P.R.; FEITOSA, R. et al. Babassu aqueous extract (BAE) as an adjuvant for T helper (Th) 1-dependent immune responses in mice of a Th2 immune response-prone strain. *BMC immunology*, v.12, n.1, 2011.

- GUIX, J.C. Complex plant-disperser-pest interactions in NW Amazonia: beetle larvae and companions travelling inside *Attalea maripa* palm nuts. *Orsis*, v.21, p. 83-90, 2006.
- HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. *Palms of the Americas*. Princeton University Press. New Jersey, 1997.
- HIGUCHI, N.; CHAMBERS, J.Q.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R.J.; PINTO, A.C.M.; SILVA, R.P.; ROCHA, R.M.; TRIBUZY, E.S. . Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. *Floresta (UFPR)*, Curitiba, v. 34, n.3, p. 295-304, 2004.
- HUBBELL, S.P. Tropical rain forest conservation and the twin challenges of diversity and rarity. *Ecology and evolution*, v.3, n.10, p. 3263-3274, 2013.
- IBGE, *Manual técnico da vegetação brasileira (Série Manuais Técnicos em Geociências)*. 2. ed., Rio de Janeiro, 2012.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2008.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2009.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2010.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2011.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2012.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2013.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2014.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2015.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2016.
- IBGE, *Produção da Extração vegetal e da silvicultura*. IBGE, Rio de Janeiro, v. 30, 2017.
- IMBACH, P.; MANROW, M.; BARONA, E.; BARRETO, A.; HYMAN, G.; CIAIS, P. Spatial and temporal contrasts in the distribution of crops and pastures across Amazonia: A new agricultural land use data set from census data since 1950. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 29, p. 898-916, 2015.
- JAKOVAC, C.C.; BONGERS, F.; KUYPER, T.W.; MESQUITA, R.C.; PEÑA-CLAROS, M. Land use as a filter for species composition in Amazonian secondary forests. *Journal of Vegetation Science*, v.27, p.1104–1116, 2016.
- JARDIM, F. C. Taxa de regeneração natural na floresta tropical úmida. *Acta Amazonica*, v.17, p.401-410, 1987.
- JARDIM, F.C.S. Natural regeneration in tropical forests. *Revista de Ciências Agrárias*, v.58, n.1, 2015.
- JOHNSON, M.O.; GALBRAITH, D.; GLOOR, M.; DE DEURWAERDER, H.; GUIMBERTEAU, M.; RAMMIG, A.; THONICKE, K.; VERBEECK, H.; von RANDOW, C.; MONTEAGUDO, A. et al. Variation in stem mortality rates determines

- patterns of above-ground biomass in Amazonian forests: implications for dynamic global vegetation models. *Global Change Biology*, v. 22, p. 3996–4013, 2016.
- JOHNSON, M.O.; GALBRAITH, D.; GLOOR, M.; De DEURWAERDER, H.; GUIMBERTEAU, M.; KAHN, F.; DE GRANVILLE, J.J. Palms in forest ecosystems of Amazonia. Springer Verlag, 1992.
- KAHN, F. The distribution of palms as a function of local topography in Amazonian terra-firme forests. *Experientia*, v. 43, p.251–259, 1987.
- KERBAUY, G.B. *Fisiologia Vegetal*. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2004. 452p.
- KOEBERNIK, J. Germination of palm seed. *Principes*, v.15, n.4,p. 134-137, 1971.
- KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth and mortality of trees in Amazonian tropical rain forest in Ecuador. *Journal of Vegetation Science*, v.4, p.77-86, 1994.
- LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; MERONA, J.M.R.D.; LAURANCE, S.G.; HUTCHINGS, R.W.; LOVEJOY, T.E. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation Biology*, v.12, n.2, p. 460-464, 1998.
- LARSON, A.J.; FRANKLIN, J.F. The tree mortality regime in temperate old-growth coniferous forests: the role of physical damage. *Canadian Journal of Forest Research*, 2010.
- LARSON, A.J.; LUTZ, J.A.; DONATO, D.C.; FREUND, J.A.; SWANSON, M.E. Spatial aspects of tree mortality strongly differ between young and old-growth forests. *Ecology*, v.96, n.11, 2015.
- LATORRE, N.S.; CRUZ DE ARAGÃO, L.E.O.; ANDERSON, L.O.; ANDERE, L.; DUARTE, V.; ARAI, E.; LIMA, A. Impactos de queimadas sobre diferentes tipos de cobertura da terra no leste da Amazônia legal brasileira. *Revista Brasileira de Cartografia*, v.1, n.69, 2017.
- LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; MERONA, J.M.R.D.; LAURANCE, S.G.; HUTCHINGS, R.W.; LOVEJOY, T.E. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. *Conservation biology*, v.12, n.2, p.460-464, 1998.
- LEWIS, S.L.; PHILLIPS, O.L.; SHEIL, D.; VINCETI, B.; BAKER, T.R. et al. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: Calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. *Journal of Ecology*, v. 92, n. 6, p. 929-944, 2004.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARSTSHORN, G.S. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. *Journal of Ecology*, v.73, p.915-924, 1985.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology*, v.3, p.347-358,1987.
- LIMA, A.M.; VIDAURE, G.B.; LIMA, R.M.; BRITO, E.O. Utilização de fibras (epicarpo) de babaçu como matéria prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada. *Revista Árvore*, v.30, n.4, 2006.

- LIMA, J.R.O.; SILVA, R.B.; SILVA, C.C.M.; SANTOS, L.S.S.; SANTOS JR, J.R.; MOURA, E.M.; MOURA, C.V.R. Biodiesel de babaçu (*Orbignya* sp.) obtido por via etanólica. *Química Nova*, v.30, n.3, 2007.
- LIMA, V. V. F. Estrutura e Dinâmica de Populações de Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Beccari; Arecaceae) em áreas de extrativismo no Norte de Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Departamento de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 56p, 2011.
- LIMA, J. M. T., CARUSO, N. M., CLUGSTON, J., & KAINER, K. A. Landscape change alters reproductive phenology and sex expression in *Attalea* palms (Arecaceae) of southwestern Amazonia. *Plant ecology*, 219(10), 1225-1245, 2018.
- LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA FILHO, F.P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S. Farelo de babaçu em dietas de tambaqui. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.2, 2010.
- LORENZI, H. Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras). 1 ed. São Paulo: Nova Odessa, 2010, 367p.
- LURYA, L.; LEVY, I.A. Cream-like solid agarose-in-water gel particles suspension as an intermediate cosmetics product. US Pat. 175.228, 11 Feb, 2016.
- MARTINS, N.L.P.; MALAFAIA, O.; RIBAS-FILHO, J.M.; HEIBEL, M.; BALDEZ, R.N.; VASCONCELOS, P.R.L.; MOREIRA, H.; MAZZA, M.; NASSIF, P.A.N.; WALLBACH, T.Z. Análise comparativa da cicatrização da pele com uso intraperitoneal de extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (Babaçu). Estudo controlado em ratos. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v.21, 2006.
- MATEU, J.R.; CARNASOV, D.; ARPINO, C.; MACCHIO, R.; STAINA, I. Cosmetic composition for skin care. US Pat. 9.023.324, 5 may, 2015.
- MAY, P.H.; ANDERSON, A.B.; BALICK, M.J.; FRAZÃO, J.M.F. Subsistence benefits from the babassu palm (*Orbignya martiana*). *Economy Botanic*, v.39, p.113-129, 1985.
- MCDOWELL, N.; ALLEN, C.D.; ANDERSON-TEIXEIRA, K.; BRANDO, P.; BRIENEN, R. et al. Drivers and mechanisms of tree mortality in moist tropical forest. *New Phytologist*, 2018.
- MEIRELLES, J.F. O Livro de Ouro da Amazônia: Mitos e verdades sobre a região mais cobijada do planeta. Ediouro, 4 ed., 2004.
- MELI, P.; BENAYAS, J.M.R.; RAMOS, M.M.; CARABIAS, J. Effects of grass clearing and soil tilling on establishment of planted tree seedlings in tropical riparian pastures. *New Forests*, v.46, n.4, p. 507-525, 2015.
- MEWS, H.A.; MARIMON, B.S.; PINTO, J.R.R.; SILVÉRIO, D.V. Dinâmica estrutural da comunidade lenhosa em floresta estacional semidecidual na transição cerrado-floresta amazônica, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n.4, p. 845-857, 2011.
- MIRANDA, I.S.; MITJA, D.; SILVA, T.S. Mutual influence of forests and pastures on the seedbanks in the Eastern Amazon. *Weed Research*, v. 49, n.5, p.499-505, 2009.

- MITJA, D.; MIRANDA, I.S. Weed community dynamics in two pastures grown after clearing Brazilian Amazonian rainforest. *Weed Research*, v. 50, p.163–173, 2010.
- MITJA, D; FERRAZ, I. Establishment of babaçu in pastures in Pará, Brazil. *Palms*, v. 45, n.3, p. 138-147, 2001.
- MITJA, D.; DELAÎTRE, E.; SANTOS, A.M.; MIRANDA, I.; COELHO, R.F.R.; MACEDO, D.J.; DEMASGISTRÍ, L.; PETIT, M. Satellite Images Combined with Field Data Reveal Negative Changes in the Distribution of Babassu Palms after Clearing off Amazonian Forests. *Environmental Management*, v.61, n.2, p. 321-336, 2018
- MOLL-ROCEK, J.; GILBERT, M.E.; BROADBENT, E.N. Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) Regeneration in Logging Gaps in the Peruvian Amazon. *International Journal of Forestry Research*, 2014. Article ID 420764, 8 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/420764>
- MORAES, L.A.; MACHADO, R.R.B. ARAÚJO, M.F.V. O Babaçu na zona urbana de Teresina-PI: Distribuição e Viabilidade Paisagística. *Revista Equador*, v.4, nº. 4, p.112-113, 2015.
- MORY, A.M.; JARDIM, F.C.S. Comportamento de *Eschweilera odora* (Poepp.) Miers. (Matamatá-amarelo) em diferentes níveis de desbaste por anelamento. *Revista de Ciências Agrárias*, n.36, p. 29- 53, 2001.
- MYERS, J.A.; KYLE, E.H. Seed arrival, ecological filters, and plant species richness: a meta analysis. *Ecology Letters*, v.12, p. 1250-1260, 2009.
- NAKAGAWA, M.; TANAKA, K.; NAKASHIZUKA, T.; OHKUBO, T.; KATO, T. et al. Impact of severe drought associated with the 1997–1998 El Nino in a tropical forest in Sarawak. *Journal of Tropical Ecology*, v.16, n.3, p. 355-367, 2000.
- NARVAES, I.S.; BRENA, D.A.; LONGHI, S.J. Estrutura da regeneração natural em floresta ombrófila mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. *Ciência Florestal*, v. 15, n.4, p.331-342, 2005.
- NASCIMENTO, F.R.F.; BARROQUEIRO, E.S.B.; AZEVEDO, A.P.S.; MACIEL, M.C.G.; PEREIRA, W.S. et al. Differential effects of subchronic and chronic oral treatments with *Orbignya phalerata* Mart. Mesocarp on the inflammatory response. *Compendium of Bioactive Natural Products*, v.5, p.1-15, 2010.
- NEPSTAD, D.C.; TOHVER, I.M.; RAY, D.; MOUTINHO, P.; CARDINOT, G. Mortality of large trees and lianas following experimental drought in an amazon forest. *Ecology*, v.88, n.9, 2007.
- NEUSCHULZ, E.L.; MUELLER, T.; SCHLEUNING, M.; BOHNING-GAESE, K. Pollination and seed dispersal are the most threatened processes of plant regeneration. *Scientific Reports*, v.6, 2016.
- NÓBREGA, R.S. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia Ocidental utilizando o modelo SLURP. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 29, 2014.

- OLIVEIRA, A.I.T.; MAHMOUD, T.S.; NASCIMENTO, G.N.L.; SILVA, J.F.M.; PIMENTA, R.S. et al. Chemical Composition and Antimicrobial Potential of Palm Leaf Extracts from Babaçu (*Attalea speciosa*), Buriti (*Mauritia flexuosa*), and Macaúba (*Acrocomia aculeata*). *The Scientific World Journal*, 2016.
- OLIVEIRA, A.P.; FELFILI, J.M. Dinâmica da comunidade arbórea de uma mata de galeria do Brasil Central em um período de 19 anos (1985-2004). *Revista Brasileira de Botânica*, v.31, n.4, p. 597-610, 2008.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MELLO, J.M.; SCOLFORO, J.R. Effects of past disturbance and edges on tree community structure and dynamics within a fragment of tropical semideciduous forest in south-eastern Brazil over a five-year period (1987-1992). *Plant Ecology*, v. 131, p. 45-66, 1997.
- OLIVEIRA, K. F. D.; FISCH, S. T. V.; DUARTE, J. D. S.; DANELLI, M. F.; MARTINS, L. F. D. S.; JOLY, C. A. Structure and spatial distribution of palm populations at different altitudes in Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, Brazil. *Rodriguésia*, v. 65, n. 4, p.1043-1055, 2014.
- OKSANEN, J., KINDT, R., LEGENDRE, P., O'HARA, B., STEVENS, M. H. H., OKSANEN, M. J., & SUGGESTS, M. A. S. S. The vegan package. *Community ecology package*, 10, 631-637. 2016.
- PÉREZ-MÉNDEZ, N.; JORDANO, P.; VALIDO, A. Downsized mutualisms: Consequences of seed dispersers body-size reduction for early plant recruitment. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2015.
- PHILLIPS, O.L.; GENTRY, A.H. Increasing turnover through time in tropical forests. *Science, New Series*, v.263, n. 5149, p. 954-958, 1994.
- PHILLIPS, O.L.; HALL, P.; GENTRY, A.H.; SAWYER, S.A.; VÁSQUEZ, R. Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v.91, p. 2805-2809, 1994.
- PINTAUD, J.C.; GALEANO, G.; BALSLEV, H.; BERNAL, R.; BORCHSENIUS, F. et al. Las Palmeras de América del Sur: diversidad, distribución e historia evolutiva. *Revista Peruana de Biología*, v. 15, p. 7-29, 2008.
- PITMAN, N.C.; TERBORGH, J.W.; SILMAN, M.R.; NÚÑEZ, P.; NEILL, D.A.; CERÓN, C.E. et al. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forests. *Ecology*, v.82, n.8, p.2101-2117, 2001.
- PIVELLO, V.R.; VIEIRA, M.V.; GROMBONE-GUARATINI, M.T.; MATOS, D.M.S. Thinking about super-dominant populations of native species—Examples from Brazil. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.16, p.74-82, 2018.
- PORRO, N.; VEIGA, I.; MOTA, D. Traditional communities in the Brazilian Amazon and the emergence of new political identities: the struggle of the quebradeiras de coco babaçu - babassu breaker women. *Journal of Cultural Geography*, v.28 p.123-146, 2011.
- PORTELA, R.D.C.Q.; SANTOS, F.A.M.D. Caracterização dos estádios ontogenéticos de três espécies de palmeiras: uma proposta de padronização para estudos de dinâmica populacional. *Brazilian Journal of Botany*, 2011

- PUIG, H. A floresta tropical úmida. Editora UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo; França: Institut de Recherche pour le Développement, 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.
- RAMMIG, A.; THONICKE, K.; VERBEECK, H.; von RANDOW, C.; MONTEAGUDO, A. et al. Variation in stem mortality rates determines patterns of above-ground biomass in Amazonian forests: implications for dynamic global vegetation models. *Global Change Biology*, v.22, p. 3996–4013, 2016.
- RANKIN-DE-MERONA, J.M.; HUTCHINGS H, R.W.; LOVEJOY, T.E. Tree mortality and recruitment over a five-year period in undisturbed upland rainforest of the Central Amazon. In: GENTRY, A.H. (Eds.). *Four Neotropical rainforests*. New Haven: Yale University Press, p.573-584, 1990.
- REIS, G.H.; SANTOS, R.M. dos; PEREIRA, D.G.S.; MOREL, J.D.; SANTOS, P.F. Tree community dynamics of a northern Minas Gerais seasonally dry forest. *Revista Ceres.Viçosa*, v. 65, n.3, p.234-242, 2018.
- REIS, M.S.; FERNANDES, A.R.; GRIMALDI, C.; SARRAZIN, M.; GRIMALDI, M. Variação da composição granulométrica e orgânica do solo em uma topossequencia da microrregião de Marabá-PA. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Ciências Naturais*, v.2, n.3, p.33-44, 2007.
- RICHARDS, P.D.; WALKER, R.T.; ARIMA, E.Y. Spatially complex land change: The indirect effect of Brazil's agricultural sector on land use in Amazonia. *Global Environmental Change*, v.29, 2014.
- SIMÕES, R. L.; MARTINS, P.; COOPER, M.; GRIMALDI, C. Variação e possibilidades de uso do solo sobre rochas cristalinas na Amazônia oriental. *Novos Cadernos NAEA*, v.12, n.1, p. 225-246, 2009.
- RUSCHEL, A.R.; MANTOVANI, M.; REIS, M.S.; NODARI, R.O. Caracterização e dinâmica de duas fases sucessionais em florestas secundárias da mata atlântica. *Revista Árvore*, v.33, n.1, p. 101-105, 2009.
- SALM, R. Arborescent palm seed morphology and seedling distribution. *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, p. 711-716, 2005.
- SALM. R.; JARDIM, M.A.G.; ALBERNAZ, A.L.K.M. Abundância e diversidade de palmeiras no Distrito Federal Sustentável na rodovia BR-163, Pará, Brasil. *Biota Neotropical*, v.11, n.3, 2011.
- SAMPAIO, M. B. & GUARINO, E. S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. *Revista Árvore*. v.31 n.6, p 1035-1046, 2007.
- SAMPAIO, M. B.; SCARIOT, A. Effects of stochastic herbivory events on population maintenance of an understory palm species (*Geonoma schottiana*) in riparian tropical forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.26, n. 2, p. 151-161, 2010.

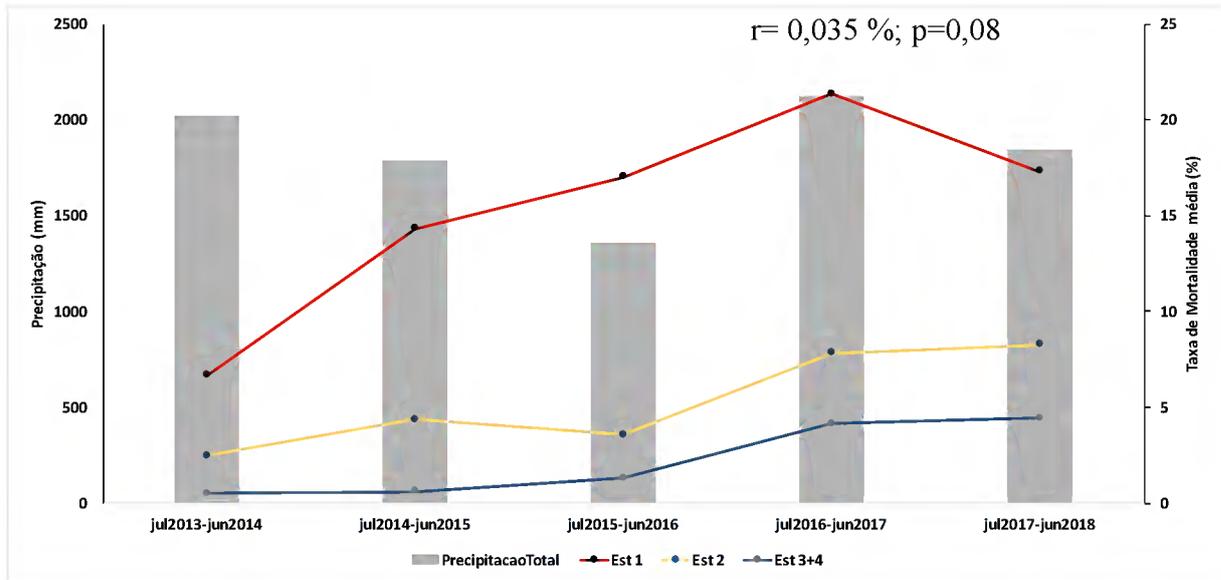
- SANTOS, A.M.; MITJA, D. Pastagens arborizadas no projeto de assentamento Benfica, município de Itupiranga, Pará, Brasil. *Revista Árvore*, v.35, n.4, p.919-930, 2011.
- SANTOS, C.A.N.; JARDIM, F.C.S. Dinâmica da regeneração natural de *Vouacapoua americana* com diâmetro <5 cm, influenciada por clareiras, em Moju, Pará. *Floresta*, v.42, n.3, p.495-508, 2012.
- SANTOS, A.M.; MITJA, D.; DELAÎTRE, E.; DEMAGISTRI, L.; MIRANDA, I.S.; LIBOUREL, T.; PETIT, M. Estimating babaçu palm density using automatic palm detection with very high spatial resolution satellite images. *Journal of Environmental Management*, v.193, p.40-51, 2017.
- SANTO-SILVA, E.E.; ALMEIDA, W.R.; MELO, F.P.L.; ZICKEL, C.S.; TABARELLI, M. The nature of seedling assemblages in a fragmented tropical landscape: implications for forest regeneration. *Biotropica*, v.45, n.3, p. 386-394, 2013.
- SCHALDACH, R.; MEURER, K.H.E.; JUNGKUNST, H.F.; NENDEL, C.; LAKES, T. et al. A model-based assessment of the environmental impact of land-use change across scales in southern Amazonia. *Regional Environmental Change*, v 18, p. 161-173, 2018.
- SCHORN, L.A.; GALVÃO, F. Dinâmica da regeneração natural em três estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, SC. *Floresta*, v.36, n.1, 2006.
- SCHWARTZ, G.; LOPES, J.C.; KANASHIRO, M.; MOHREN, G.M.; PEÑA-CLAROS, M. Disturbance level determines the regeneration of commercial tree species in the eastern Amazon. *Biotropica*, v.46, n.2, p. 148-156, 2014.
- SHEIL, D.; BURSLEM, D.F.R.P.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology*, v.83, n.2, 1995.
- SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, v.16, n.6, p. 865-882, 2000.
- SHEIL, D.; MAY, R.M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. *Journal of Ecology*, v.84, n.1, 1996.
- SHIRAIISHI NETO, J. Quebradeiras de coco: “babaçu livre” e reservas extrativistas. *Veredas do Direito*, v.14, n.28, p. 147-166, 2017.
- SCHUMANN, K.; WITTIG, K.; THIOMBIANO, A.; BECKER, U.; HAHN, K. Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa. *Forest Ecology and Management*. v. 260, p.2035-204, 2010.
- SILVA, F.L.; OLIVEIRA, F.A.; AMIN, M.M.; BELTRÃO, N.E.S.; ANDRADE, V.M.S. Dimensões do Uso e Cobertura da Terra nas Mesorregiões do Estado do Pará. *Revista ESPACIOS*, v.37, n. 05, 2016.
- SILVA, M.E.; BASTOS, E.M.; ALMEIDA NETO, J.R.; SANTOS, K.P.P.; VIEIRA, F.J.; BARROS, R.F.M. Aspectos etnobotânicos da palmeira babaçu (*Attalea speciosa* Mart. ex Spreng) em comunidades extrativistas do Piauí, nordeste do Brasil. *Gaia Scientia*, v.11, n.3, p. 196-211, 2017.

- SILVA, M.G.C.P.C.; MARTINI, A.M.Z. & ARAÚJO, Q.R. Estrutura populacional de *Euterpe edulis* Mart. no Sul da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v.32, p. 393-403, 2009
- SILVA, M.R.; ARAÚJO, G.M. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, v.23, n.1, p.49-56, 2009.
- SILVA, M.R.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; MARTINS, E.S.; MITJA, D.; CHAIB FILHO, H.; Análise Fatorial Multivariada Aplicada a Caracterização de Áreas de Ocorrência de Babaçu (*Attalea speciosa* MART. ex SPRENG) na Bacia do Rio Cocal. *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, v.24, n.2, p.267-282, 2012.
- SIRAKOV, N. Modélisation de la dynamique de population d'une plante native (palmier babaçu) dans le cadre d'un projet de gestion durable au Brésil. Tese de doutorado, Université de Montpellier, Montpellier-France, 2016.
- SIRAKOV, N.; LOISEL, P.; FONTEZ, B.; MITJA, D.; LIBOUREL, T.; SANTOS, A.M.; MIRANDA, I.S. Bayesian hierarchical modeling: application to the babassu palm tree population dynamics in Brazil. In: International Statistical Ecology Conference, Seattle, Washington - USA. ISEC 2016 Abstract Booklet, 2016.
- SIRAKOV, N.; LOISEL, P.; MITJA, D.; LIBOUREL, T.; SANTOS, A.M.; MIRANDA, I.S. Modelling the population dynamics of a native plant: application to sustainable management of the babassu palm tree in Brazil. In: 4th International Statistical Ecology Conference, Montpellier. Book of abstracts, 2014.
- SMITH, N. Agouti and babassu. *Oryx*, v. 12, n. 5, p. 581-582, 1974.
- SMITH, N. *Attalea speciosa*. In: *Palms and People in the Amazon*. Springer, p. 131-145, 2015.
- SÔFFA DA CRUZ, R.; ALEXANDRINO, E.; MISSIO, R.L.; RESTLE, J.; MELO, J.C. et al Desempenho bioeconômico de tourinhos alimentados com níveis de concentrado e farelo do mesocarpo de babaçu. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, n.4, 2014.
- SOUZA, C.R.; AZEVEDO, C.P.; ROSSI, L.M.B.; SILVA, K.E.; SANTOS, J.; HIGUCHI, N. Dinâmica e estoque de carbono em floresta primária na região de Manaus/AM. *Acta Amazonica*, v.42, n.4, p.501-506, 2012.
- SWAINE, M.D.; HALL, J.B. Early succession on cleared forest land in Ghana. *Journal of Ecology*, v.71, p.601-62, 1983.
- SWAINE, M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E. The dynamics of tree populations in tropical forest A Review. *Journal of Tropical Ecology*, v.3, n.4, p. 359-366, 1987.
- TER STEEGE, H.; PITMAN, N.C.; SABATIER, D.; BARALOTO, C.; SALOMÃO, R.P.; GUEVARA, J.E. et al. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. *Science*, v.342, n.6156, 2013
- TOLEDO, J.J.; MAGNUSSON, W.E.; CASTILHO, C.V.; NASCIMENTO, H.E.M. Tree mode of death in Central Amazonia: Effects of soil and topography on tree mortality associated with storm disturbances. *Forest Ecology and Management*. v.263, p.253-261, 2012.
- TONETTI, E. L.; NEGRELLE, R. R. B. Dinâmica do banco de plântulas de palmito em ambiente natural. *Scientia Agraria*, v. 2, n. 1, p. 79-85, 2001.

- VALE, I.; MIRANDA, I.S.; MITJA, D.; GRIMALDI, M.; NELSON, B.W.; DESJARDINS, T.; COSTA, L.G.S. Tree Regeneration Under Different Land-Use Mosaics in the Brazilian Amazon's "Arc of Deforestation". *Environmental Management*. v. 56, p. 342-254, 2015.
- VIANA, A.C.N.; JARDIM, F.C.S. Natural regeneration dynamics of *Couratari guianensis* in a tropical forest selectively logged in Moju, state of Para, Brazil. *Revista de Ciências Agrárias*, v.56, n.2, p.112-119, 2013.
- VLAM, M.; BAKER, P.J.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; MOHREM, G.M.J.; ZUIDEMA, P.A. Understanding recruitment failure in tropical tree species: Insights from a tree-ring study. *Forest Ecology and Management*. v. 312, p. 108-116, 2014.
- ZARIN, D.J.; DAVIDSON, E.A.; BRONDIZIO, E.; VIEIRA, I.C.; SÁ, T.; FELDPAUSCH, T. et al. Legacy of fire slows carbon accumulation in Amazonian forest regrowth. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v.3, n.7, p. 365-369, 2005.

APÊNDICE

APÊNDICE A



Apêndice A – Figura1. Correlação entre as taxas de mortalidade e pluviosidade nos anos de 2013 a 2018. As colunas representam a precipitação entre os meses de julho e junho de cada ano, as linhas são referentes à mortalidade dos estágios que sofreram variações durante o tempo.