



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

Elba dos Santos Lira

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA E FENOLOGIA DA ESPÉCIE
Byrsonima gardneriana A. Juss EM ÁREA DE CAATINGA NO SEMIÁRIDO
ALAGOANO**

Maceió, Alagoas

2016

ELBA DOS SANTOS LIRA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA E FENOLOGIA DA ESPÉCIE
Byrsonima gardneriana A. Juss EM ÁREA DE CAATINGA NO SEMIÁRIDO
ALAGOANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, da Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências para obtenção do grau de Mestre em Geografia: Dinâmica Socioambiental e Geoprocessamento.

Orientador (a):
Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão

Coorientador (a):
Profa. Dra. Kallianna Dantas Araujo

Maceió, Alagoas

2016

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico Bibliotecária
Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale

L768a Lira, Elba dos Santos.

Análise espaço-temporal da estrutura e fenologia da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em área de Caatinga no Semiárido Alagoano / Elba dos Santos Lira. – 2016.

93 f. : il.

Orientadora: Nivaneide Alves de Melo Falcão.

Coorientadora: Kallianna Dantas Araujo.

Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curso de Geografia. Maceió, 2016.

Bibliografia: f. 86-93.

1. Precipitação pluvial – Variabilidade. 2. Semiárido – Alagoas. 3. Plantas da Caatinga. 4. *Byrsonima gardneriana*. 5. Vegetação. I. Título.

CDU: 981.35: 551.577

ELBA DOS SANTOS LIRA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA E FENOLOGIA DA ESPÉCIE
Byrsonima gardneriana A. Juss EM ÁREA DE CAATINGA NO SEMIÁRIDO
ALAGOANO

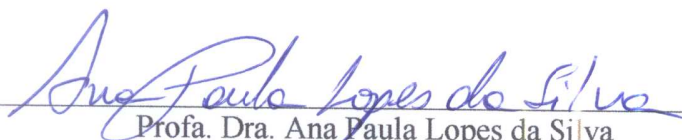
APROVADA EM: 18 de agosto de 2016

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão

PPGG/IGDEMA/UFAL



Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva

PPGG/IGDEMA/UFAL



Prof. Dr. João Gomes da Costa

PPGAA/UFAL/ Campus Arapiraca

DADOS CURRICULARES DA AUTORA



ELBA DOS SANTOS LIRA, nascida em 12 de abril de 1989, na cidade de São Luís do Quitunde-Alagoas, filha de Everaldo Lira e Aurina dos Santos Lira. Concluiu o ensino fundamental na Escola Estadual Saturnino de Souza e ensino médio na Escola Estadual Professora Maria Antônia de Oliveira Santos, em Matriz de Camaragibe-Alagoas. Graduiu-se em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Alagoas, *Campus* A. C. Simões, na qual foi bolsista de iniciação científica PIBIC por um ano (2013-2014). Em 2014 ingressou no Mestrado em Geografia, da Universidade Federal de Alagoas, *Campus* A. C. Simões, na área Organização do Espaço Geográfico, com conclusão no primeiro semestre de 2016.

*A Deus, pelo dom da vida e pelas
benções que tem me concedido, pois sem Ele
nada disso seria possível! És o meu viver!*

*Aos meus pais Aurina e Everaldo e aos
meus irmãos, Amaro (in memoriam),
Everaldo, Erisvan, Erisvaldo, Edvan,
Edvânia, Edvanildo, Edja, Erlânia, Eleide,
Evíson e Êvíson.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus pelo dom da vida, pois tudo o que tenho e tudo o que sou é Dele e para Ele!

Não poderia deixar de agradecer a minha amada mãe (Aurina dos Santos Lira) pelo seu amor e carinho incondicional e ao meu pai (Everaldo Lira) por todos os ensinamentos de vida, sempre me apoiaram nos momentos que precisei e me deram o auxílio necessário para chegar até aqui. Amor sem palavras e para toda vida!

Agradeço aos meus irmãos que tanto amo, Amaro dos Santos Lira (que descansa em paz), Everaldo dos Santos Lira, Erisvan dos Santos Lira, Erisvaldo dos Santos Lira, Edvan dos Santos Lira, Edvânia dos Santos Lira, Edvanildo dos Santos Lira, Edja dos Santos Lira, Erlânia dos Santos Lira, Eleide dos Santos Lira, Evison dos Santos Lira e Êvison dos Santos Lira pelos ensinamentos, cuidado e amor, que mesmo em meio às dificuldades e alguns estando distante sempre acreditaram que isso seria possível, sonharam junto comigo e hoje podem ver uma das etapas do meu sonho sendo concretizado e também aos demais familiares, tios e primos, que sempre acreditaram no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. João Gomes da Costa por ter aceito fazer parte da banca examinadora como avaliador externo e por suas valiosas contribuições durante a execução desta pesquisa, pelo incentivo e paciência em me ajudar nas análises dos dados estatísticos.

A Profa. Dra. Ana Paula Lopes da Silva por ter aceito fazer parte da banca examinadora como avaliador interno e por suas contribuições em campo e durante toda a execução do trabalho e que me acompanha desde a graduação, pelo incentivo e apoio.

A professora Dra. Nivaneide Alves de Melo Falcão, por ter feito parte da minha formação durante a graduação e por ter aceito me orientar durante esses dois anos na condução deste trabalho. Pela confiança, paciência, apoio, incentivo e disposição em sempre me ajudar e contribuir com sua experiência acadêmica para que meu trabalho e minha vivência acadêmica fosse cada dia melhor.

A professora Dra. Kallianna Dantas Araujo que é a grande responsável pela concretização deste trabalho e pela orientação que me foi dedicada desde o campo até o resultado final de cada etapa. Pela confiança, paciência, dedicação e carinho durante todos os momentos, pelo apoio, incentivo e acompanhamento durante o decorrer desses dois anos de curso e condução do trabalho. Pela oportunidade de trabalhar com pesquisas, pelos estágios oferecidos, pela produção e publicação de trabalhos científicos e pelo conhecimento passado por ela para que eu pudesse crescer profissionalmente e que foram essenciais para o meu aprendizado.

A Dra. Mayara Andrade Souza, por toda sua experiência passando o máximo de conhecimento com sua simplicidade, ajuda e acompanhamento durante a execução desta pesquisa e por ter contribuído durante a fase da dissertação, tirando minhas dúvidas em todo o trabalho, além de ter se tornado uma grande amiga. Também aos seus familiares que sempre nos acolheram em sua residência durante todo o tempo da coleta de dados de campo em Olho D'Água do Casado, sou muito grata a seus pais Dona Magna Márcia e ao Sr. José Bezerra.

Ao Adalberto Inácio de França por ter sido o meu braço direito em campo, onde nos momentos que precisei se dispôs a me ajudar, também por passar seu conhecimento adquirido ao longo da vida na região Semiárida, me proporcionando novas experiências em campo. Sou muito grata!

Ao Sr. Agaiton Gonçalves de Souza por sua experiência de campo na Caatinga e todos os momentos de ajuda nos trabalhos realizados em campo, onde sempre compartilhou do seu conhecimento popular.

A Coordenação do Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA), ao Programa Institucional de Pós-Graduação em Geografia (PPGG) e a Fundação

de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão da bolsa de estudo para a realização do Projeto de Pesquisa.

Aos pesquisadores do Grupo de Pesquisa Biogeografia e Sustentabilidade Ambiental/IGDEMA/UFAL pelos conhecimentos adquiridos, pelas ricas discussões a respeito do Bioma Caatinga. E ao Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA)/IGDEMA/UFAL pelo apoio concedido na concretização do trabalho. Em especial a todos os pesquisadores integrantes e colaboradores pelas contribuições científicas.

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, pela oportunidade na realização e concretização das análises laboratoriais e apoio concedido.

Ao Laboratório de Solo, Água e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas pelo espaço para realização das análises. E em especial ao professor Dr. Gilson Moura Filho que cedeu espaço para realização deste trabalho e por seu conhecimento para melhor condução das análises com as metodologias utilizadas. E aos integrantes do laboratório, Clécio Lima de Melo, Lucas da Silva Lopes e Deni Rafaela Silva Barros que se dispuseram a me ajudar durante as análises e passando seus conhecimentos para que o meu trabalho fosse aprimorado.

Aos professores que tive durante toda minha Graduação, que através da transmissão de seus conhecimentos, contribuíram para minha formação profissional.

Ao Lionaldo Santos e Daniel Nivaldo da Conceição, pelo auxílio na elaboração dos mapas das áreas estudadas.

Em especial as minhas amigas Danúbia Lins Gomes, Élide Monique da Costa Santos, Leila Caroline Salustiano e Geovânia Ricardo dos Santos que durante toda a Graduação e agora nessa nova etapa de nossas vidas sempre estivemos juntas e construímos uma grande amizade, somos irmãs de coração e amigas para toda vida e com certeza continuaremos construindo uma história que está apenas começando. Sempre me ajudaram em todos os momentos, pela troca mútua de conhecimentos, pela cumplicidade, companheirismo e pelo amparo em todos os momentos durante todas as fases de coleta e análise de dados. Formamos um grupo imbatível e aprendemos umas com as outras sempre!

Aos amigos que conquistei ao longo do Curso, Kássia Karina Silva de Araújo, Germana Daniela da Silva Oliveira, Junnyelli Ingyrd Dantas Moreira, Márcio Felipe da Silva Lins, dentre outros amigos que conquistei durante o Curso de Geografia. Amizade eterna!

E as minhas amigas irmãs, Dayane Lins Gomes, Gésyca Patrícia da Silva Santos, Josikelly da Silva Nascimento e Maria Julyanna Xavier Silva dos Santos. Sou feliz por tê-las comigo sempre!

Do acaso foi que surgiram as melhores pessoas em minha vida!

Obrigada!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Caracterização da Caatinga.....	16
2.2	Caracterização da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	19
2.3	Fenologia da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1	Caracterização das áreas de estudo.....	25
3.2	Seleção das áreas.....	27
3.3	Delineamento experimental.....	28
3.4	Descrição da Pesquisa.....	31
3.4.1	Estrutura vegetativa da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	31
3.4.2	Caracterização das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	32
3.4.2.1	Percentual de intensidade das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	35
3.4.2.3	Frequência Absoluta (%) das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	35
3.4.2.3	Índice de atividade (percentagem de indivíduos) da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	36
3.4.3	Determinação dos teores de carbono, matéria orgânica do solo e conteúdo de água do solo.....	36
3.4.3.1	Carbono e matéria orgânica.....	36
3.4.3.2	Análises físico-químicas.....	40
3.4.3.3	Conteúdo de água do solo.....	41
3.4.4	Mapeamento da distribuição espacial das matrizes de <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	42
3.4.5	Medições da temperatura do solo e precipitação pluvial.....	42
3.5	Análise estatística.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1	Análise da estrutura da vegetação relacionada com as condições edafoclimáticas.....	44
4.1.1	Classes de altura da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	44
4.1.2	Classes de diâmetro da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	46
4.1.3	Distribuição espacial da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	48
4.1.4	Análises físico-química do solo nas áreas de ocorrência da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	51
4.1.4.1	Atributos físicos do solo.....	51
4.1.4.2	Atributos químicos do solo.....	53
4.1.4.3	Carbono e matéria orgânica do solo.....	57
4.2	Análise da caracterização das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	59
4.2.1	Percentual de Intensidade de Fournier (%) influenciados pelas condições edafoclimáticas.....	59
4.2.2	Frequência Absoluta (%) das fenofases nas matrizes da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	70
4.2.3	Índice de Atividade (%) influenciada pelas condições edafoclimáticas.....	76
5	CONCLUSÕES.....	85
	REFERÊNCIAS.....	86

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Árvore <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss localizada no Sítio Alto, em Olho D'Água do Casado, Alagoas.....	20
FIGURA 2	Frutos da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss na árvore (A) e coletados (B).....	21
FIGURA 3	Localização das áreas experimentais, nos municípios de Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia, Alagoas.....	25
FIGURA 4	Caatinga nativa em Olho D'Água do Casado (A) e fragmento vegetacional em Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	28
FIGURA 5	Mapa de distribuição das parcelas nas áreas de Delmiro Gouveia e Olho D'Água do Casado, Alagoas.....	29
FIGURA 6	Croqui das áreas com ênfase para a distribuição da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss nas parcelas experimentais em Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	30
FIGURA 7	Medição da circunferência à altura da base (A) e altura mínima (B) da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas.....	31
FIGURA 8	Identificação das plantas da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss com placas de alumínio enumeradas (A) e fita de cetim na cor vermelha (B) nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas.....	33
FIGURA 9	Fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss - Botão floral (A), Flores em antese (B), Frutos (C), Brotamento (D), Senescência (E) e Abortamento (F).....	34
FIGURA 10	Esquema de leitura das fenofases em cinco categorias (0 a 4) com intervalo de 25%.....	35
FIGURA 11	Pesagem do dicromato de sódio (A), adição de água destilada para dissolução (B), transferência da solução para o balão (C), adição de 280 ml de ácido sulfúrico (D e E) e volume completado com água destilada (F).....	37
FIGURA 12	Coletas de amostras de solo e armazenamento em sacos plásticos etiquetados (A), amostras passadas em peneira de malha de 2 mm (B), maceração em almofariz (C), pesagem de 1,0 g de solo (D), acondicionamento da amostra de solo pesado em erlenmayer (E), adição de 10 ml da solução de dicromato de sódio (F), amostras de solo em erlenmayer sendo agitadas (G), adição de 50 ml de água destilada (H), decantação das amostras (I).....	38
FIGURA 13	Pipetagem das amostras (A), inserção das amostras em cubeta (B), amostras armazenadas no espectrofotômetro (C) e realização da leitura (D).....	39
FIGURA 14	Coleta de amostras de solo para determinação do conteúdo de água do solo (A), pesagem da amostra de solo (B), secagem do material em estufa (C).....	41
FIGURA 15	Termômetro digital modelo espeto (A) e pluviômetro Ville de Paris (B).....	42
FIGURA 16	Mapa de distribuição das plantas de <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss analisadas nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas.....	49

FIGURA 17	Matrizes da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B) Alagoas.....	50
FIGURA 18	Botões florais da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	76
FIGURA 19	Flores em antese da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss	77
FIGURA 20	Botões florais e flores em antese da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	77
FIGURA 21	Frutos da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss.....	79

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Distribuição em classes de altura (m) da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss nas áreas I - Olho D'Água do Casado (A) e II - Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	45
GRÁFICO 2	Distribuição em classes de diâmetro (cm) da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss, nas áreas I - Olho D'Água do Casado (A) e II - Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	47
GRÁFICO 3	Carbono orgânico do solo (g kg ⁻¹) (A) e Matéria orgânica do solo (g kg ⁻¹) (B) nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.....	57
GRÁFICO 4	Diagrama ombrotérmico de Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	60
GRÁFICO 5	Fenofases botão floral, flores em antese e frutos da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss pela Intensidade de Fournier, relacionado com a precipitação pluvial nas áreas I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	61
GRÁFICO 6	Fenofases brotamento e senescência da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss pela Intensidade de Fournier, relacionado com a precipitação pluvial na área I-Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	64
GRÁFICO 7	Intensidade de Fournier (%) para espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss na fenofase abortamento relacionada com a precipitação pluvial na área I-Olho D'Água do Casado e área II-Delmiro Gouveia, Alagoas.....	66
GRÁFICO 8	Precipitação pluvial (mm) e conteúdo de água do solo em Olho D'Água do Casado, Alagoas.....	71
GRÁFICO 9	Frequência Absoluta das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss de novembro a abril em Olho D'Água do Casado, Alagoas.....	72
GRÁFICO 10	Precipitação pluvial (mm) e conteúdo de água do solo em Delmiro Gouveia, Alagoas.....	73
GRÁFICO 11	Frequência Absoluta das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss de novembro a abril em Delmiro Gouveia, Alagoas.....	75
GRÁFICO 12	Índice de Atividade (%) das fenofases botão floral, flores em antese e frutos da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss relacionado com a precipitação pluvial (mm) na área I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	78
GRÁFICO 13	Índice de Atividade (%) das fenofases brotamento e senescência da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss (Murici) relacionado com a precipitação pluvial (mm) na área I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	81
GRÁFICO 14	Índice de Atividade (%) da fenofase abortamento da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss em relação a precipitação pluvial na área I-Olho D'Água do Casado e área II-Delmiro Gouveia, Alagoas.....	82

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Valores de areia grossa, areia fina, silte e argila (g/kg) nas parcelas com ocorrência das matrizes da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss em Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas.....	52
TABELA 2	Atributos químicos do solo nas parcelas das matrizes da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss em Olho D'Água do Casado, Alagoas.....	54
TABELA 3	Atributos químicos do solo nas parcelas das matrizes da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss em Delmiro Gouveia, Alagoas.....	55
TABELA 4	Médias mensais das fenofases da espécie <i>Byrsonima gardneriana</i> A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas.....	69

RESUMO

A região Semiárida é caracterizada pelas condições de clima e solo importantes para a variabilidade em área de Caatinga, aliada à topografia e vegetação que demandam conhecimentos específicos para o seu manejo, sendo importante entender a dinâmica de espécies nativas da Caatinga e os fatores que influenciam em seu desenvolvimento. Objetivou-se realizar uma análise espaço-temporal da estrutura e fenologia da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) em área de Caatinga no Semiárido Alagoano. A pesquisa foi realizada no período de maio de 2015 a abril de 2016. Cada área onde foi implantado o experimento perfaz um total de 1 ha de Caatinga nativa onde foram feitas avaliações do ciclo fenológico da espécie *B. gardneriana* qualitativamente com leituras realizadas quinzenalmente no período chuvoso e de estiagem, em 15 parcelas de 10 x 10 m ao acaso, em 12 épocas de avaliação, para o acompanhamento das fenofases: 1-botão floral, 2-flores em antese, 3-frutos, 4-senescência, 5-brotamento e 6-abortamento. Nos locais onde foram realizadas as leituras das fenofases, foram coletadas amostras de solo nas duas áreas de vegetação natural para relacionar com a distribuição espacial da espécie *B. gardneriana* com as condições edafoclimáticas. As coletas foram realizadas nas áreas na profundidade de 0-10 cm para realização das análises físico-químicas. Em cada área foram realizadas determinações mensais de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo, e coletas de precipitação pluvial e temperatura do solo para correlacionar com a ocorrência das fenofases, bem como mapeamento da distribuição espacial das matrizes de *B. gardneriana* utilizando o software QGIS em função destas variáveis, plotando-se os pontos de cada planta utilizando GPS. Foi utilizado geoestatística e estatística tradicional para a análise de dados das fenofases, carbono, matéria orgânica, temperatura do solo e conteúdo de água do solo, os quais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As fenofases botão floral, flores em antese, frutos, brotamento e senescência da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss ocorrem em sincronia com a distribuição dos pulsos de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo; A senescência das folhas da espécie *B. gardneriana* acontece quando os interpulsos da precipitação pluvial se intensificam; No período de estiagem, os botões florais, flores em antese e frutos da espécie *B. gardneriana* entram em fase de abortamento em virtude das elevadas temperaturas, reduzida precipitação pluvial e baixo conteúdo de água do solo, registrando-se também abortamento destas fenofases nos meses com ocorrência de interpulsos de precipitação; No período experimental em Olho D'Água do Casado, mesmo com baixa precipitação pluvial há registro das fenofases botão floral, flores em antese e frutos nos períodos (maio-agosto e janeiro-abril), brotamento (junho-agosto e outubro-abril), senescência (julho-janeiro e em abril). Em Delmiro Gouveia, as fenofases botão floral foram registradas nos períodos (maio-setembro e março-abril), flores em antese (maio-julho e março-abril), frutos (maio-setembro e janeiro-abril), brotamento (junho-agosto e outubro-abril) e senescência (julho-janeiro e em abril); A fenofase abortamento dos botões florais, flores em antese e frutos é registrada durante todos os meses de observação nas duas áreas experimentais; Os elevados teores de carbono e matéria orgânica nas áreas experimentais confirmam a condição de ambientes preservados, favorecendo o desenvolvimento da espécie *B. gardneriana*, sobretudo quando há boas condições edafoclimáticas; A espécie *B. gardneriana* apresenta tendência a agregação, havendo maior ocorrência nas parcelas com presença de lajedos e/ou afloramento rochoso, independente das áreas experimentais.

Palavras-chave: Precipitação pluvial – Variabilidade. Semiárido – Alagoas. Plantas da caatinga. *Byrsonima gardneriana*. Vegetação.

ABSTRACT

The semi-arid region is characterized by climatic conditions and important soil for variability in Caatinga area ally with the topography and vegetation that require specific knowledge for its management, being important to understand the dynamics of native species to Caatinga and the factors that influence development. This study aimed to perform a spatial and temporal analysis of the structure and phenology of species *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) in Caatinga area in the semiarid region of Alagoas. The survey was conducted from May 2015 to April 2016. Each area where was implemented the experiment gives a total of 1 ha of native Caatinga where evaluations were made of the phenological cycle of the species *B. gardneriana* qualitatively with readings conducted in every two weeks during the rainy season and dry season, in 15 plots of 10 x 10 m at random in 12 seasons of evaluation, for monitoring of phenological phases: floral 1-button, 2-flowers in anthesis, 3-fruit senescence-4, 5-and 6-budding abortion. In places where readings of phenophases were made, soil samples were collected in two areas of natural vegetation to relate to spatial distribution of the species *B. gardneriana* with soil and climatic conditions. Samples were collected in the area at a depth of 0-10 cm to perform the physical and chemical analysis. In each area were conducted monthly measurements of carbon, organic matter and soil water content, and collection of rainfall and soil temperature to correlate with the occurrence of phenological phases, as well as mapping the spatial distribution of the matrix *B. gardneriana* using QGIS software in function of these variables, by plotting the points of each plant using GPS. It was utilized traditional geostatistics and statistics for the data analysis of the phenological phases, carbon, organic matter, soil temperature and soil water content, which were submitted to analysis of variance and means were compared by the Scott-Knott test at 5% probability. Phenophases bud, flowers in anthesis, fruits, and senescence budding species *Byrsonima gardneriana* A. Juss occur in sync with the distribution of pulses of rainfall and soil water content; The senescence of leaves of *B. gardneriana* happens when interpulse of rainfall intensify; During the dry season, the flower buds, flowers blooming and fruit of *B. gardneriana* enter abortion phase because of high temperatures, low rainfall and low soil water content, also by registering abortion of these phenophases in months with occurrence of interpulse precipitation; During the experimental period in Olho D'Água do Casado, even with low rainfall has record of phenophases bud, flowers blooming and fruit in periods (from May to August and January to April), budding (June-August and October-April) , senescence (July-January and April). In Delmiro Gouveia, phenophases bud were recorded in the period (May to September and March-April), flowers in anthesis (May-July and March-April), fruits (May-September and January-April), budding (June-August and from October to April) and senescence (July-January and April); The phenophases abortion of flower buds, flowers blooming and fruit is recorded during all months of observation in the two experimental areas; The high carbon content and organic matter in the experimental areas confirm the condition of preserved environments, favouring the development of *B. gardneriana*, especially when there is good soil and climatic conditions; *B. gardneriana* presents a tendency to aggregation, with greater occurrence in the plots with presence of flagstones and / or rocky outcrop, regardless of the experimental areas.

Keywords: Rain precipitation-Variability. Semiarid-Alagoas. Plants of Caatinga. *Byrsonima gardneriana*. Vegetation.

1 INTRODUÇÃO

A flora da Caatinga apresenta um papel importante para o desenvolvimento sustentável da região Semiárida, já que as plantas com diferentes potenciais, são utilizadas pelos produtores como forrageiras, medicinal, frutíferas, dentre outras, podendo ser consideradas como uma alternativa para esta região quando manejadas adequadamente (EMBRAPA, 2015).

De acordo com Andrade et al. (2010) explorar as potencialidades do Semiárido de forma sustentável e economicamente viável exige a compreensão de que a natureza tem que ser respeitada e ela é quem deve determinar a forma e a época em que as atividades agrícolas podem ser executadas. Outra característica importante da região é a imprevisibilidade das estações chuvosas, de maneira que a época do ano em que são elevados os índices pluviométricos varia de ano a ano, tornando-se difíceis às tomadas de decisão sobre o uso dos recursos. Com a chegada das chuvas, mesmo com um período muito curto, variando de três a cinco meses, as espécies vegetais apresentam um poder de regeneração e rebrotamento muito vigoroso, com isso a paisagem muda muito rapidamente cobrindo-se de folhas e o solo fica forrado de pequenas plantas, além disso, a Caatinga apresenta uma grande eficiência no convívio em ambientes de clima rigoroso.

Estudos envolvendo levantamento do componente arbustivo-arbóreo da Caatinga, ainda são escassos, sobretudo em áreas potenciais para o desenvolvimento da espécie nativa *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici), adaptadas às condições dessa região, as quais apresentam um aspecto de alta relevância que é o de persistir nas condições Semiáridas do Nordeste, alimentando a fauna silvestre, a população e os animais domésticos locais. A geração dessa base de dados é essencial para a definição de técnicas de manejo apropriadas, podendo dar subsídios à proteção dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável dessa região.

Diante deste contexto levantou-se o questionamento: quais os fatores que influenciam o desenvolvimento dos eventos fenológicos da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) e os locais potenciais de ocorrência na região Semiárida de Delmiro Gouveia e Olho D'Água do Casado, Alagoas. Para responder este questionamento foi elaborada a seguinte hipótese: o desencadeamento dos eventos fenológicos da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) estão ligados a periodicidade das chuvas, disponibilidade hídrica de água do solo e as condições edafoclimáticas do ambiente.

Diante deste contexto, objetivou-se efetuar uma análise espaço-temporal das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) relacionada com as variáveis edafoclimáticas em Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia, Alagoas.

Tendo como objetivos específicos: estudar a fenologia da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici); Relacionar as variações das fenofases botão floral, flores em antese, fruto, brotamento, senescência e abortamento com a distribuição dos pulsos de precipitação pluvial; Determinar os teores de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo nas diferentes áreas; Efetuar um mapeamento da distribuição espacial da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici); Realizar medidas de temperatura do solo, precipitação pluvial e conteúdo de água do solo para correlacionar com o acompanhamento fenológico da espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da Caatinga

O Semiárido brasileiro é caracterizado por apresentar variações das condições naturais como topografia, clima, estrutura dos solos dentre outros fatores ambientais (CASTRO, 2012), sendo que estes fatores são responsáveis pela vegetação denominada Caatinga que tem como principal característica a adaptação à distribuição da precipitação pluvial (ARAUJO, 2010). Para a incorporação na região Semiárida os municípios precisam se enquadrar em pelo menos um dos três critérios utilizados: precipitação pluvial média anual inferior a 800 mm, índice de aridez de até 0,5 e risco de seca maior que 60%, aumentando cerca de 8,66% (MIN, 2013).

De acordo com a classificação de Koppen, predominam três tipos de clima na região o BShw-Semiárido, com curta estação chuvosa no verão e precipitações concentradas nos meses de dezembro e janeiro; BShw'-Semiárido, com curta estação chuvosa no verão-outono e maiores precipitações nos meses de março e abril e o BShs'-Semiárido, com curta estação chuvosa no outono-inverno e precipitações concentradas nos meses de maio e junho. Na região, a precipitação varia de 150 a 1.300 mm/ano e média de 700 mm. A temperatura média é de 28 °C, com mínima de 26 °C e máxima de 40 °C. A umidade relativa é de 60% e a insolação média corresponde a 2.800 horas/ano (MMA, 2010).

A disponibilidade hídrica na Caatinga é extremamente variável no tempo e no espaço e essa variabilidade origina-se de quatro causas principais: sistema muito complexo da formação das chuvas, com frentes que vêm de vários quadrantes e que vão perdendo sua força à medida que penetram no núcleo do Semiárido, resultando em chuvas erráticas e concentradas em poucos meses do ano e em anos chuvosos alternados irregularmente com anos de secas; disposição orográfica, com serras e chapadas mais altas interceptando as frentes mais úmidas, recebendo mais chuvas que o entorno e criando zonas pouco chuvosas a sotavento; escoamento das águas, deixando as encostas mais secas e concentrando-se nos vales, formando lagoas e rios, na maioria das vezes temporários, mas onde a disponibilidade hídrica estende-se por semanas e até meses depois que as chuvas cessam; e variabilidade dos solos, com maior ou menor capacidade de reter as águas das chuvas, decorrente de diferentes profundidades e texturas (MMA, 2010).

A Caatinga dispõe de uma flora muito diversificada, com pelo menos cinco mil espécies de fanerógamas e fisionomias que vão dos lajedões descobertos, passando pelos

campos de herbáceas até as matas densas (MMA, 2010). De acordo com Ab'Sáber (1974) as diversidades de ambientes encontrados no grande domínio das Caatingas, provêm de combinações dos componentes abióticos, entre os quais se destacam as condições termopluviais seguidas de propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas. A integração dessas ações condiciona os microambientes, segundo os quais se organizam as formas de adaptações da vegetação. A alta variabilidade ambiental na região Semiárida em termos de solo, clima, vegetação e relevo, forma um mosaico de ecossistemas únicos (ANDRADE et al., 2013) e foram determinantes para a adaptação da vegetação típica dessa região, formada por xerófitas caducifólias, que se relacionam à distribuição da precipitação pluvial e as condições edáficas (LIMA, 2014).

Na Caatinga, vegetação caducifólia espinhosa, durante a época seca as espécies vegetais apresentam-se desprovidas de folhas com aspecto esbranquiçado. Entretanto, nas primeiras chuvas as atividades vitais são recuperadas e as plantas enfolham-se rapidamente, modificando o cenário antes encontrado, isso decorre do fato das plantas e animais ao longo da evolução terem desenvolvido estruturas e condições que os permitiram a adaptação às condições proporcionadas pelo clima e solo deste bioma (SANTOS e JERONIMO, 2013).

A vegetação da Caatinga é constituída por arbustos e árvores de pequeno porte, rica em cactáceas, bromeliáceas, euforbiáceas e leguminosas, na sua maior parte apresenta espinhos, folhas pequenas e finas (microfilia), cutículas impermeáveis, perda das folhas na estação seca (caducifólia), sistemas de armazenamento de água em raízes, caules modificados e mecanismos fisiológicos adaptados às condições climáticas da região, a exemplo do fechamento dos estômatos nas horas mais quentes do dia (ANDRADE et al., 2010; EMBRAPA, 2015).

A vegetação da Caatinga pode ser definida como um tipo de floresta de porte baixo, que apresenta árvores com ramificação superabundante, com formato em pirâmide invertida. A suculência, é outra característica da vegetação e pode ser registrada principalmente nos cactos e bromélias. A composição da flora da Caatinga não é uniforme e pode variar de acordo com o volume das chuvas, tipos de solos, rede hidrográfica e ação antrópica, o que por vezes dificulta sua classificação (EMBRAPA, 2015).

A Caatinga também é caracterizada pelos fatores climáticos, como altas taxas de insolação e evapotranspiração, reduzida e variável precipitação interanual e intraanual (SANTANA e SOUTO, 2011). A vegetação decorre dos fatores climáticos marcantes que está associada aos tipos de solo, relevo e rede hidrográfica da região (ANDRADE et al., 2010).

A elevada evapotranspiração da região é um agente potencializador do ambiente Semiárido em decorrência da radiação solar que incide diretamente, ocorrendo em entradas contínuas e expressa um papel representativo na definição do clima e consequentemente na formação vegetacional desta região (PEREIRA JUNIOR, 2010). Ainda segundo o autor, com o aquecimento do ar, pela radiação solar incidente, gradientes de potencial hídrico influenciam para que as espécies vegetais percam água para a atmosfera, ao mesmo tempo, com o aquecimento do solo, quantidades de água, em forma de vapor, também é evaporada e o processo de evapotranspiração é consolidado, de modo que a aridez habitual da região é estabelecida pela má distribuição temporal e espacial da pluviosidade e também pelo elevado saldo de radiação solar incidente que reflete em elevadas taxa de evapotranspiração.

Os solos predominantes são Planossolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Litólicos, Luvisolos e algumas manchas de Argissolos e Cambissolos (EMBRAPA, 2012). Além das condições climáticas rigorosas esta região está submetida a ventos fortes e secos, que contribuem para a aridez da paisagem nos meses de estiagem (SAMPAIO e RODAL, 2014). De acordo com Barbosa (2011) a variação espacial e temporal das chuvas ao longo do ano é alta e a capacidade de retenção de água dos solos é baixa resultando em plantas altamente dinâmicas a essas variações.

Andrade et al. (2010) mencionam que quando se trata de regiões Semiáridas, frequentemente é encontrado na literatura a ideia enfocada num contexto centrado numa visão concebida muito mais no imaginário do que na realidade que ela apresenta. Ao longo dos anos foi construída uma cultura de que é necessário o desprendimento de muito sacrifício dos que pretendem viver no Semiárido. Daí, fala-se muito em sobrevivência em vez de viver condignamente nesta região. Para Pereira Junior (2010) essa região é centrada na má distribuição da precipitação pluvial no espaço e tempo, com períodos de seca e nas características intrínsecas da flora que na época de estiagem apresenta aparência sem vida.

Ferraz et al. (2013) e MMA (2010) destacam a importância da Caatinga como resultante da sua extensão territorial e por ser um importante centro de biodiversidade, apresentando inúmeras espécies endêmicas, sendo imprescindível o conhecimento das limitações e capacidade de resistência da vegetação para que se possam executar projetos de conservação da biodiversidade e planos de manejo sustentável na Caatinga.

As espécies da Caatinga são reconhecidas pela contribuição fornecida à economia do Nordeste, como fonte de energia para indústrias e domicílios e para a obtenção de produtos florestais não-madeireiros, a exemplo da forragem animal, mel, frutos, fibras e outros que se tornam alternativa de geração de renda para muitas famílias, já que a Caatinga vem sendo

explorada de forma não sustentável, promovendo um acelerado processo de degradação (MMA, 2010; FERRAZ et al., 2013) o que precisa ser melhor investigado.

2.2 Caracterização da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

O gênero *Byrsonima* encontra-se presente na América Latina, com cerca de 130 espécies identificadas. O nome é de origem tupi e significa “árvore pequena”. As espécies existentes no Brasil podem ser encontradas em uma larga faixa que contempla áreas da Floresta Amazônica, Estados do Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste (CERRATINGA, 2015).

Pertencente à família Malpighiaceae, o gênero *Byrsonima* está distribuído nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Sergipe e Rio Grande do Norte. Das espécies levantadas 57% são nativas e/ou endêmicas do Brasil, encontradas principalmente nos domínios fitogeográficos do Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica, estando amplamente distribuídas pelo Estado da Bahia (SEIXAS et al., 2011). Ainda segundo os autores as características florais de todas as espécies de *Byrsonima* se enquadram na síndrome de melitofilia, destacando-se as abelhas do grupo Centridini como visitantes principais em todas as espécies citadas sejam para a coleta de óleo ou pólen.

No Nordeste, as espécies encontradas são: *Byrsonima verbascifolia*, *Byrsonima sericea*, *Byrsonima crassifolia* e *Byrsonima gardneriana* sendo conhecidas popularmente por Murici-da-chapada, Murici-da-mata, Murici-de-flor-branca, Murici-de-flor-vermelha, Murici-amarelo, Murici-branco, Murici-vermelho, Murici serra, Murici-das-capoeiras, Murici-do-campo, Murici-do-brejo, Murici-da-praia, Muricizinho, Mirici, dentre outros (CERRATINGA, 2015).

A espécie *B. gardneriana* apresenta uma polinização cruzada, tendo uma viabilidade polínica média de 97,8%, que é o número médio de grãos de pólen por flor. Várias são as abelhas que visitam as flores para coleta de óleo e pólen, sendo uma importante fonte de alimento para as abelhas especializadas nativas, cuja necessidade dos óleos florais na composição da dieta de suas larvas (abelhas fêmeas Centridini) garante constantes visitas, assegurando a reprodução desta espécie nos ecossistemas (BEZERRA et al., 2009). Araújo et al. (2009) ressaltam que essa disponibilidade de óleo ocorre apenas no período chuvoso e este é rico em lipídeos, muito energético, sendo intensivamente coletados pelas abelhas para alimentação de suas larvas.

Na Caatinga, a espécie *B. gardneriana* (Figura 1) pode alcançar até cinco metros, com galhos que sustentam as folhas, flores e frutos. Estes são pequenos, alaranjados, arredondados,

muito apreciados na culinária pelo sabor marcante da sua polpa. A floração varia de acordo com o ciclo das chuvas e a abertura das flores geralmente acontece no início da manhã e cada fruto possui uma semente (CERRATINGA, 2015).

Figura 1-Árvore *Byrsonima gardneriana* A. Juss localizada no Sítio Alto, em Olho D'Água do Casado, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

O período de floração de *B. gardneriana* ocorre logo após o período de chuvas, que é um fator determinante para a fase vegetativa, onde o enfolhamento aumenta de forma gradativa, proporcionando flores durante 4-5 meses ao longo do período de estiagem, uma vez que, a água é um fator determinante para desencadear o processo de produção de flores após as chuvas (SOUZA, 2011; GONÇALVES et al., 2013).

As espécies de *Byrsonima* apresentam um padrão de floração variável, com floração anual. Embora, os mesmos indivíduos não floresçam todos os anos, suas flores são hermafroditas, zigomorfas e dispostas em racemos terminais (GONÇALVES et al., 2013).

As espécies do gênero *Byrsonima* têm sido predominantemente investigadas quanto a sua ação contra microrganismos e relacionados principalmente às doenças gastrointestinais, problemas de pele, além do uso como antiasmáticas e antitérmicas (GUILHON-SIMPLICIO e PEREIRA, 2011). De forma complementar, Souza (2011) e Gonçalves et al. (2013) mencionam que a espécie *B. gardneriana* apresenta inúmeras utilidades, com um grande potencial socioeconômico para a população de regiões Semiáridas, uma vez que os frutos frescos são muito apreciados (Figura 2A), sendo consumidos *in natura* (Figura 2B), como também, na fabricação de sucos, picolés, licores, geleias, doces, conservas e em forma de

farinha. Possui ainda propriedades medicinais, sendo usados na medicina popular como antitérmica, desinflamante, antibacteriana, antifúngica, dentre outras. A comercialização dos frutos ocorre em grande parte na forma “*in natura*”, nas feiras livres e mercados públicos das cidades. Quando industrializados ou manufaturados, são comercializados nos supermercados, lanchonetes e sorveterias das cidades e capitais Nordestinas.

Figura 2-Frutos da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss na árvore (A) e coletados (B)



Fonte: Elba dos Santos Lira

A produção de *B. gardneriana* é oriunda de plantas estabelecidas naturalmente em meio à vegetação da Caatinga, cuja colheita é feita de forma extrativista, não havendo ainda conhecimento técnico para o seu cultivo. Contudo, há uma grande demanda pelo fruto, oferecendo aos produtores uma oportunidade de comercialização e aumento de sua renda na época de safra (SOUZA, 2011).

Rolim (2009) afirma que o conhecimento da família Malpighiaceae, mediante pesquisas que integrem diversas áreas do conhecimento como botânica, química, farmacologia e ciências afins merecem destaque por fornecer suporte e longevidade ao uso de espécies vegetais desta família e em especial para o gênero *Byrsonima*.

2.3 Fenologia da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

A fenologia estuda a frequência, intensidade, além do sincronismo de eventos denominados de fenofases, como brotamento, senescência, floração e frutificação, fornecendo dados que permitem a análise da dependência destas fenofases com fatores bióticos e abióticos (NEVES et al., 2010).

Na literatura são encontradas pesquisas que demonstram que a precipitação pluvial controla a fenologia de muitas espécies da Caatinga, embora outras mais adaptadas podem iniciar suas fenofases independentemente da ocorrência de chuvas (LEITE e MACHADO, 2010). A abordagem correlativa entre o clima e a fenologia permite fazer inferências acerca da influência das variáveis climáticas na duração e intensidade das diferentes fenofases observadas em determinada população (SILVA et al., 2012).

O conhecimento da fenologia é um fator importante na compreensão da dinâmica complexa dos ecossistemas florestais. Desta forma, a fenologia da floração à frutificação pode auxiliar na determinação do ponto de colheita ideal e na estimativa de produção para o uso de áreas nativas manejadas (FARIA et al., 2015; GONÇALVES et al., 2013). Além disso os estudos fenológicos podem ser utilizados no auxílio da produção de culturas agroflorestais, no combate às pragas, na recuperação de áreas degradadas e manejo de unidades de conservação, na criação de abelhas, bem como trabalhos que visem algum produto da planta, como coleta de frutos e sementes, além da relação entre planta-planta, competindo por recursos ou por polinizadores (NEVES et al., 2010).

De acordo com Freire et al. (2013) estudos fenológicos podem servir de subsídio para ações de colheita de sementes, contribuindo para a conservação das espécies florestais, já que tem como base a observação de fenofases das espécies, que são os estádios de desenvolvimento, como a emergência das gemas, o desenvolvimento das folhas, floração, frutificação, descoloração das folhas e senescência.

Para Almeida et al. (2011) o estudo da fenologia de espécies vegetais é importante para entender a diversificação de espécies frutíferas cultivadas que é um procedimento importante para o fruticultor. E o Brasil por sua diversidade edafoclimática, possui grande potencial para cultivar frutíferas que ainda não são exploradas e nem conhecidas comercialmente. Ainda segundo os autores, informações como florescimento, frutificação e padrão de crescimento durante o desenvolvimento do fruto, são necessárias para definir manejos fitossanitários, hídricos e nutricionais, procedimentos de colheita, técnicas de manuseio e conservação pós-colheita, assim como para definir índices de maturação e qualidade do fruto.

Para Azevêdo (2010) o estudo das fases ou atividades do ciclo vital das plantas e sua ocorrência temporal ao longo do ano é importante para o conhecimento das espécies e seu comportamento durante as estações. Ferrera (2012) menciona que os dados fenológicos possibilitam um melhor entendimento da dinâmica de uma população e de uma comunidade natural ou cultivada em um determinado local ou região. Os dados fenológicos possibilitam

ainda ordenar os eventos biológicos para entender cronologicamente estes processos visando o conhecimento das interações com outras áreas das ciências.

A fenologia investiga a ocorrência de eventos biológicos repetitivos e sua relação com mudanças no meio biótico e o ambiente em que estas plantas habitam. Assim, a precipitação, temperatura, fotoperíodo, intensidade da radiação, qualidade do solo e presença ou ausência de animais dispersores e predadores de frutos e sementes encontram-se relacionados com a época de floração, frutificação, queda e brotamento de folhas. Desse modo, a caracterização das fenofases é importante na dinâmica da população e da comunidade de plantas de determinada área. A maioria dos trabalhos na área da fenologia arbórea encontra fortes relações entre as variáveis climáticas e a frequência das ocorrências das fenofases quando temperatura e precipitação são analisadas conjuntamente do que quando a análise é realizada separadamente. No Brasil, a maioria dos trabalhos fenológicos restringe-se a área agrícola, com pesquisas que denotam as fenofases de plantas de interesse agrônomo, florestal e ecológico (FERRERA, 2012).

Parente et al. (2012), mencionam que a precipitação interfere no comportamento fenológico das espécies, desencadeando o período de brotamento logo após os primeiros eventos de chuvas, bem como a floração e frutificação, que acontecem em meados do período chuvoso, demonstrando o papel fundamental da chuva (pulsos e interpulsos) em diferentes períodos.

Em estudo desenvolvido por Parente et al. (2012) ficou constatado que a brotação ocorre após as primeiras chuvas esporádicas, já a floração e frutificação ocorrem durante o período chuvoso e a queda acentuada de folhas acontece no início do período seco. De forma complementar, Sousa (2011) afirma que a emissão foliar ocorre quando se inicia o período chuvoso, os botões florais e floração se dão logo após a fase inicial de emissão foliar e os frutos imaturos ocorrem durante a fase de enfolhamento pleno e pode se dar mesmo quando parte da planta ainda se encontra na fase de floração.

A sincronia das fenofases reprodutivas consiste na constatação da presença ou ausência da fenofase no indivíduo, não sendo estimada intensidade ou quantidade. Este método permite determinar a porcentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico e também estima a sincronia entre os indivíduos de uma população (MENDES et al., 2011).

Lima e Rodal (2010) observaram que há uma estreita relação entre a fenologia da planta e a densidade da madeira (quantidade de água armazenada em troncos de árvores) já que plantas de folhas caducas e madeira de baixa densidade são capazes de armazenar mais

água nos seus troncos fazendo com que o brotamento e a reprodução ocorram frequentemente durante a estação seca. E as espécies com madeira de altas densidades tendem a iniciar suas fenofases de acordo com a disponibilidade de água no solo.

De forma complementar Lima (2010) em estudo de fenologia e densidade da madeira em área de Caatinga do Sertão Pernambucano, revelou que todas as espécies que apresentam baixa densidade de madeira e alta capacidade de armazenamento de água no caule iniciam o brotamento e/ou floração no final da estação seca, enquanto que as de alta densidade de madeira somente desenvolvem as fenofases quando há água disponível no solo, ou seja, quando há ocorrência de precipitação pluvial.

Na Caatinga há uma predominância de espécies decíduas, embora também ocorram espécies sempre-verdes e as que iniciam o brotamento no final da estação seca (LIMA, 2010). Ainda segundo o autor, o fato de espécies sempre verdes ocorrerem juntamente com espécies decíduas mostra que a condição de seca não é um fator limitante para todas as espécies havendo um mecanismo, com relação ao uso da água, que favorece a condição sempre-verde e/ou o desencadeamento das fenofases durante a estação seca. Esta situação reflete que as plantas apresentam diferentes características morfológicas e fisiológicas para suportar o período de seca.

Para Santos (2012) a alternância de períodos chuvosos e secos, influenciam fortemente os fenômenos periódicos que determinam o crescimento vegetativo e reprodutivo das espécies perenes e anuais. De acordo com Kiill (2012) o conhecimento da ecologia reprodutiva das plantas, a exemplo da fenologia, dos processos de polinização das flores e de dispersão das sementes, é essencial para se conhecer as interações entre flora e fauna de um ecossistema e como os impactos causados sobre um grupo determinado da fauna ou flora pode refletir direta ou indiretamente sobre o outro. Para que uma espécie possa ser utilizada de forma sustentável, sem comprometer essas associações, estudos de sua ecologia reprodutiva são fundamentais para que seja possível, a médio e longo prazo, usá-la sem comprometer seus processos ecológicos.

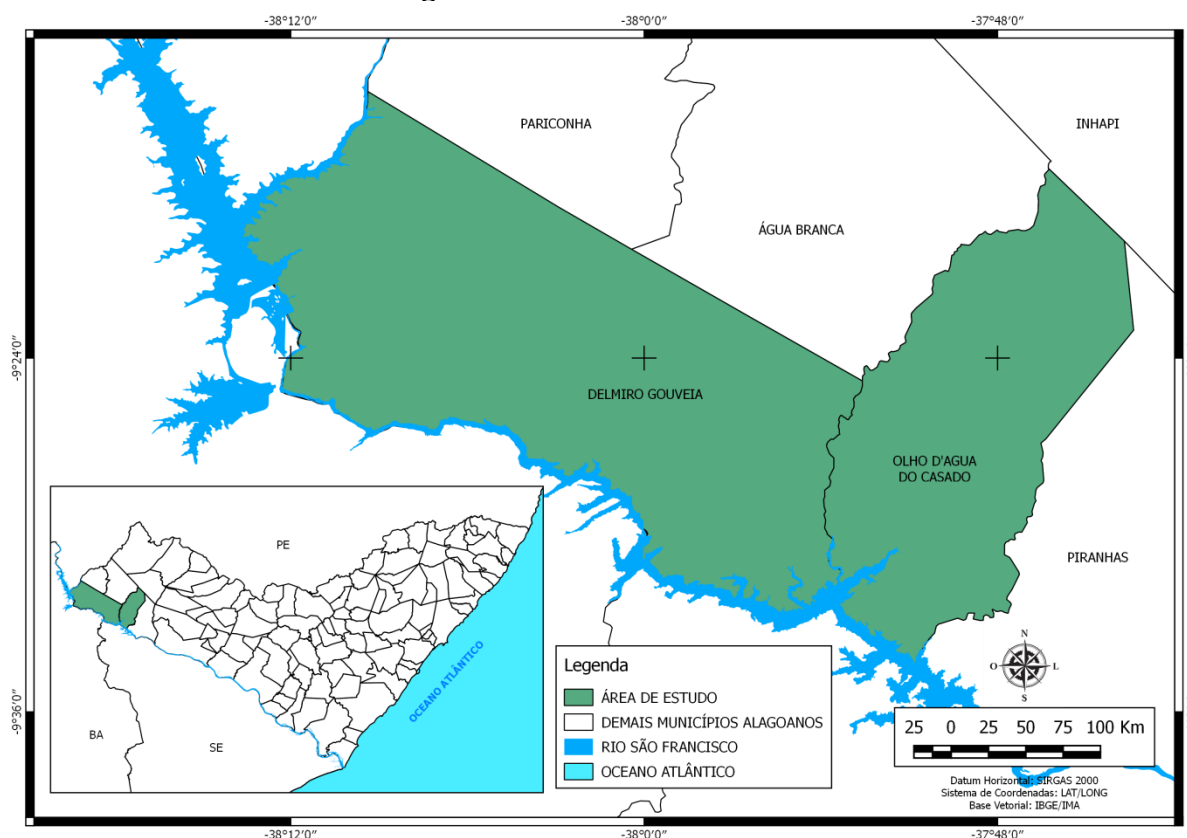
Para Silva et al. (2012) a duração e intensidade das diferentes fases de desenvolvimento representam um ajuste aos períodos favoráveis e desfavoráveis dos ciclos vegetativos e reprodutivos da planta. Pesquisas sobre a fenologia das espécies como *B. gardneriana* enfocando a dinâmica temporal e espacial das respectivas populações ainda são reduzidas, sendo importantes para ampliação da base de conhecimentos sobre as espécies nativas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização das áreas de estudo

A pesquisa foi conduzida em áreas experimentais localizadas nos municípios de Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia (Figura 3), inseridos na Mesorregião Geográfica do Sertão Alagoano e na Microrregião Geográfica Alagoana do Sertão do São Francisco. O município de Olho D'Água do Casado localiza-se nas coordenadas geográficas 10°03'30'' Sul e 36°49'00'' Oeste, na altitude de 230 m (GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS, 2015), ocupando uma área de 322,264 km² (IBGE, 2015). A Sede do município de Delmiro Gouveia está localizada nas coordenadas geográficas 9°23'19'' Sul e 37°59'57'' Oeste e encontra-se na altitude de 256 m (GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS, 2015), perfazendo uma área de 608,491 km² (IBGE, 2015).

Figura 3-Localização das áreas experimentais, nos municípios de Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Lionaldo Santos

O clima das duas áreas de estudo é do tipo Tropical Semiárido (BSh), segundo a classificação de Köppen (LIMA, 1977). Em Olho D'Água do Casado a precipitação é de

546,6 mm/ano, com temperatura do ar média anual de 25,6 °C e umidade relativa de 74,4% (UFCG, 2015). No município de Delmiro Gouveia a precipitação média corresponde a 512,1 mm/ano, a média anual da temperatura do ar é de 25,5 °C e umidade relativa de 74,4%. Nesta região ocorrem chuvas de verão e o período chuvoso vai de novembro a abril, caracterizando-se por temperaturas altas durante o dia e baixas durante a noite, propiciando amplitudes térmicas diárias superiores a 13 °C. As médias, nos meses mais frios corresponde a 23 °C e nos mais quentes é de 28 °C (MASCARENHAS et al., 2005ab).

A vegetação nos dois municípios é composta por Caatinga Hipoxerófila com trechos de Floresta Caducifólia (MASCARENHAS et al., 2005ab) caracterizada por perder suas folhas durante uma das estações. Algumas espécies apresentam folhas pequenas e em forma de espinhos, como as Cactáceas (CONTI e FURLAN, 2009). Dentre as espécies vegetais encontradas, destaca-se o *Pilosocereus pachycladus* (Facheiro), *Bromelia laciniosa* (Macambira), *Croton* sp. (Alecrim de vaqueiro), *Ziziphus cotinifolia* (Juazeiro), *Cereus jamacaru* (Mandacaru), *Mimosa arenosa* (Jurema preta) e *Mimosa Pthecolobroies* (Jurema branca) (SOUZA, 2011).

O município de Olho D'Água do Casado está localizado na Depressão Sertaneja, abrangendo uma superfície pediplanada do Baixo São Francisco, apresenta na parte sul relevo tabular suavemente inclinado em direção ao Rio São Francisco, dando origem a uma cuesta (relevo que se desenvolve sobre bacias sedimentares, com rochas de resistências diferentes e suavemente inclinadas) cortada pelo Riacho do Talhado e seus afluentes. A parte norte encontra-se sobre a superfície de aplainamento, onde dominam formas suavemente inclinadas em direção ao Rio São Francisco, com presença de relevos residuais, os inselbergs, testemunhos de um nível mais elevado pré-existente na região (MASCARENHAS et al., 2005b). No município predominam as rochas cristalinas, representadas pelos granitóides dos tipos Águas Belas e Mata Grande e as rochas do Complexo Migmatítico-Granítico. Além de rochas sedimentares da Bacia do Jatobá, representadas pela Formação Tacaratu, composta por arenitos que formam paredões ao longo do Rio São Francisco (MASCARENHAS et al., 2005b).

Ainda segundo Mascarenhas et al. (2005b), Olho D'Água do Casado, está inserido na bacia hidrográfica do rio São Francisco, que limita o município a sul, todos os seus afluentes e sub-afluentes são intermitentes. Seus principais tributários são os riachos: Seco, Pombas, Maniva, Barracas, Pia do Gato, Mangote, Talhado, Águas Mortas, Velho e Porcos. O padrão de drenagem predominante é do tipo pinado, uma variação do dendrítico e o sistema fluvial deságua no rio São Francisco.

Os solos do município de Olho D'Água do Casado são classificados como Planossolos, mal drenados, de fertilidade natural média, apresentando problemas de sais, ocorrendo principalmente nas áreas de patamares elevados e relevo suave ondulado. Nos topos e vertentes do relevo ondulado, ocorrem os Luvissolos (rasos e de fertilidade alta) e os Argissolos, drenados e de fertilidade natural média. Nos locais de maciços residuais, ocorrem os solos classificados como Neossolos, que se caracterizam por serem rasos, pedregosos e de fertilidade natural média (MASCARENHAS et al., 2005b; EMBRAPA, 2012)

O município de Delmiro Gouveia está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja que representa a paisagem típica do Semiárido Nordeste, caracterizada por uma superfície de pediplanação, com relevo predominantemente suave ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. As elevações residuais isoladas, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do Sertão Nordeste (MASCARENHAS et al., 2005a).

Delmiro Gouveia que também está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, sendo banhado apenas por tributários secundários da sub-bacia do Rio do Maxixe, que atravessa a sede do município. Os principais tributários são: os rios Salinas, Olaria, Curral Novo, Correia, Mortes, Cachoeira, Salgadinho e da Ripa, os Riachos Lajedinho, Pereira, Cordeiro, Grota Funda, Grande da Cruz, Barriguda, Salgado e Veneza, os riachos Xingó, Areia, Castanho, Juremas, Olho D'Água, Bom Jesus, Cachoeirinha, Talhado. O padrão de drenagem é do tipo Pinado, uma variação do dendrítico (MASCARENHAS et al., 2005a).

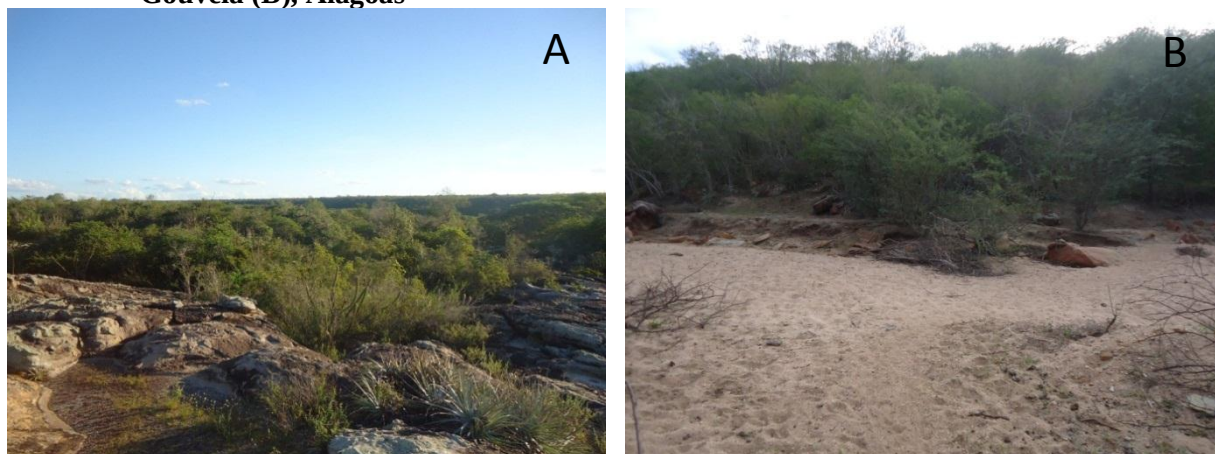
Os solos predominantes no município de Delmiro Gouveia são Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, constituídos por fragmentos pedregosos. Em termos físicos, são solos rasos com textura variando na faixa de média a arenosa, comumente associada com cascalhos e/ou fragmentos de rocha em alteração e/ou com pedregosidade. Em menor extensão, ocorrem os Neossolos Flúvicos, derivados de ambientes com sedimentação aluvial, onde o material corresponde aos sedimentos que se depositam nos ambientes de várzeas ou baixadas ao longo dos cursos dos rios e riachos (EMBRAPA, 2012).

3.2 Seleção das áreas

As áreas selecionadas para realização da fenologia da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) estão localizadas em ambientes de Caatinga nativa em Olho D'Água do Casado, Alagoas que caracteriza-se por estar circundado de paredões rochosos (Figura 4A), favorecendo a formação de uma ilha de vegetação e em Delmiro Gouveia, Alagoas a área

destaca-se por ser um fragmento vegetacional inserido sob uma área de Topo (Figura 4B) (SOUZA, 2011).

Figura 4-Caatinga nativa em Olho D'Água do Casado (A) e fragmento vegetacional em Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

3.3 Delineamento experimental

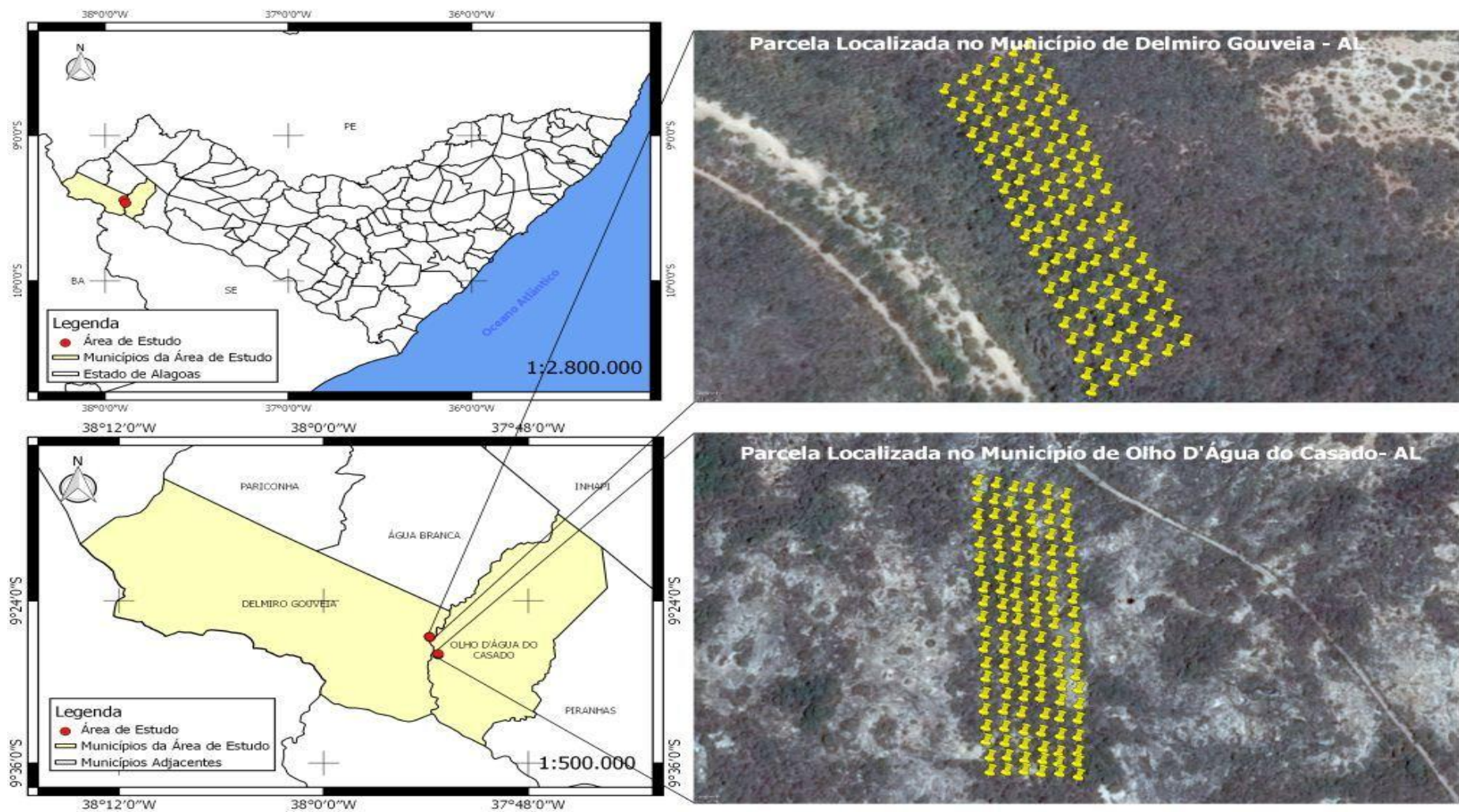
Cada área onde foi implantado o experimento perfaz um total de 1 ha de Caatinga com 100 parcelas de 10 x 10 m (Figura 5) onde foram selecionados quinze pontos amostrais para acompanhamento das fenofases e realização de coletas de solos para as análises físico-química, conteúdo de água do solo, carbono e matéria orgânica (Figuras 6A e 6B). Assim, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos (população de plantas de *B. gardneriana* de cada local) e 15 repetições.

Na análise da fenofase foram feitas observações quinzenais nos períodos chuvoso e de estiagem em 12 épocas de avaliação e 15 unidades experimentais. Nas determinações de carbono, matéria orgânica e conteúdo de água do solo foram considerados 12 períodos de avaliação e 15 unidades amostrais.

O levantamento florístico e fitossociológico da população arbustivo-arbóreo das duas áreas foi feito nas 30 unidades amostrais de 10 m x 10 m, sendo realizadas semestralmente nos meses de abril e outubro de 2015 e abril de 2016.

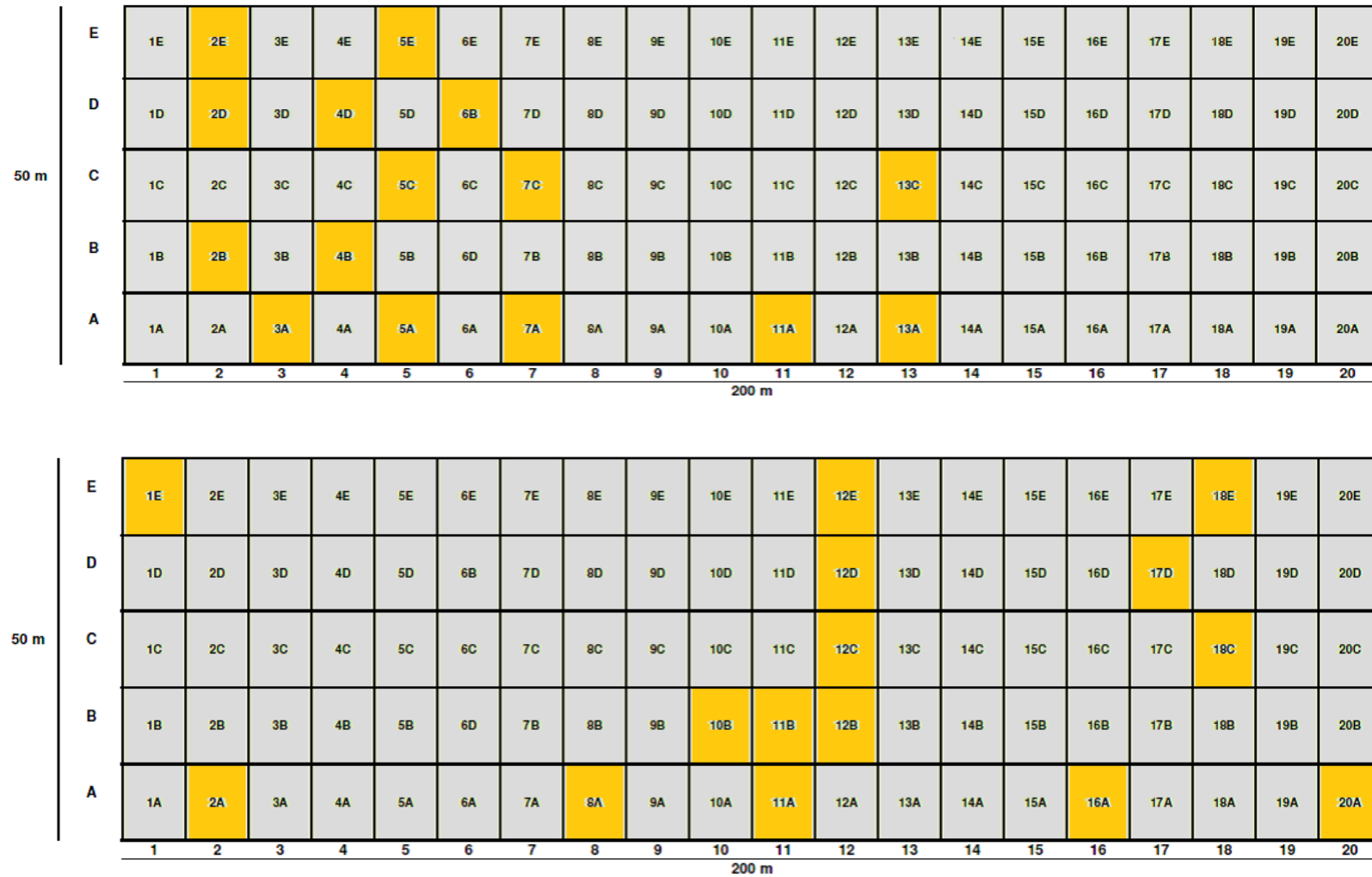
Para as determinações do carbono (C), matéria orgânica (MO) e conteúdo de água do solo (CAS), os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas (2x12), sendo 2 tratamentos (população de plantas de *B. gardneriana* nas duas parcelas), 12 períodos de avaliação e 30 unidades experimentais.

Figura 5-Mapa de distribuição das parcelas nas áreas de Delmiro Gouveia e Olho D'Água do Casado, Alagoas



Fonte: Lionaldo Santos

Figura 6-Croqui das áreas com ênfase para a distribuição da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss nas parcelas experimentais em Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

3.4 Descrição da Pesquisa

3.4.1 Estrutura vegetativa da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

Parte do material vegetal da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) como galho/ramo com folhas e flor, foram inseridos em uma prensa de madeira e encaminhados ao Herbário Jaime Coelho de Moraes (EAN) da Universidade Federal da Paraíba, onde foi feita a secagem em estufa das amostras e realizada a identificação botânica da espécie com número de identificação das exsicatas, utilizando-se bibliografia especializada e comparação com materiais previamente identificados no Herbário EAN, depositada sob o número 15722.

Para determinação dos parâmetros fitossociológicos, considerou-se todos os indivíduos arbóreo-arbustivos vivos com Circunferência à Altura da Base (CAB) $\geq$ a 3 cm e altura (h) mínima de 1 m (Figuras 7A e 7B) (AMORIM et al., 2005; ARAUJO, 2010). Em casos de indivíduos ramificados, a área basal individual resultou da soma de áreas basais de cada ramificação (RODRIGUES, 1989).

Figura 7-Medição da circunferência à altura da base (A) e altura mínima (B) da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

As medidas de altura foram feitas com auxílio de régua graduada. Para medir a circunferência dos indivíduos foi utilizada fita métrica (SANTANA, 2005). Em seguida, calculou-se o diâmetro pela equação:

$$D = \frac{CAB}{\pi} \quad (1)$$

em que:

D = Diâmetro da planta;

CAB = Circunferência a altura da base.

$\pi = 3,1416$

3.4.2 Caracterização das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

Para caracterização das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici), foram selecionadas ao acaso 15 plantas em cada área com uma distância ≥ 10 m entre si as quais foram georreferenciadas para acompanhamento das suas fenofases ao longo do período de observação (abril de 2015 a abril de 2016).

As observações sobre o ciclo fenológico da espécie *B. gardneriana* foram feitas quinzenalmente no período chuvoso e de estiagem, visando a análise de correlação com os pulsos de precipitação pluvial, nas doze épocas de avaliação.

As plantas foram identificadas e numeradas com placas de alumínio (Figura 8A) e fita de cetim vermelha para facilitar a visualização das mesmas (Figura 8B). O estudo foi analisado de forma qualitativa, considerando-se a fase de ocorrência dos eventos.

Figura 8-Identificação das plantas da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss com placas de alumínio enumeradas (A) e fita de cetim na cor vermelha (B) nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

Foram realizados registros fotográficos das fenofases: 1-Botão floral (Bf), 2-Flores em antese (A), 3-Frutos (Ft), 4-Senescência foliar (S), 5-Brotamento (Bt), 6-Abortamento (Ab) (Figura 9).

As leituras foram feitas de acordo com as categorias de 0 a 4, sendo 0-Ausência, 1-Presença de 1 a 25%, 2-Presença de 25,1 a 50%, 3-Presença de 50,1 a 75%, 4-Presença de 75,1 a 100%, seguindo a metodologia de Lima (2014).

A fenofase Botões florais é o período que se inicia quando na região apical dos ramos, aparecem gemas reprodutivas e termina quando as flores iniciam a abertura (Antese); Floração é o período em que a árvore apresenta floração plena; Frutificação se inicia quando é possível visualizar os frutículos após a fertilização das flores e termina com a dispersão das sementes; Senescência é o período em que as folhas mudam de cor, do verde escuro para uma coloração amarelada, seguida de marrom e inicia a abscisão foliar espontânea, ocasionando espaços vazios (falhas) na copa ou em ramos; Brotamento (Emissão de folhas) é caracterizada pela presença de primórdios foliares, geralmente de coloração verde clara ou avermelhada e concluída quando as folhas adquirem coloração verde escura (LEAL et al., 2007).

Figura 9-Fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss - Botão floral (A), Flores em antese (B), Frutos (C), Brotamento (D), Senescência (E) e Abortamento (F)

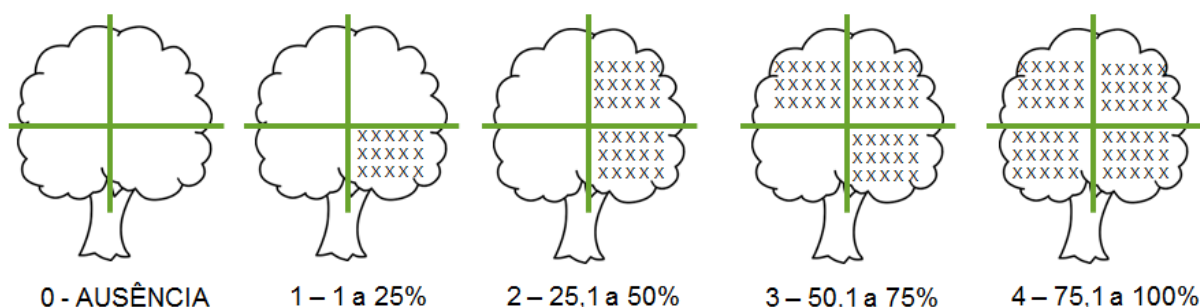


Fonte: Elba dos Santos Lira

3.4.2.1 Percentual de intensidade das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

O percentual de intensidade da fenofase de cada indivíduo da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) foi obtido pelo método de Fournier (1974) considerando os valores obtidos em campo por meio da escala intervalar semiquantitativa de cinco categorias (0 a 4) e intervalo de 25% entre cada categoria. Este método permite estimar a porcentagem de intensidade da fenofase em cada indivíduo (Figura 10). Mensalmente realizou-se a soma dos valores de intensidade obtidos para todos os indivíduos de cada espécie e dividiu-se pelo valor máximo (número de indivíduos multiplicado por quatro). O valor obtido, corresponde a uma proporção já multiplicado por 100, tendo sido transformada em valor percentual.

Figura 10-Esquema de leitura das fenofases em cinco categorias (0 a 4) com intervalo de 25%



Fonte: Elba dos Santos lira

3.4.2.2 Frequência Absoluta (%) das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

A Frequência Absoluta foi expressa em porcentagem através da relação entre as fenofases botão floral, flores em antese, frutos, brotamento, senescência e abortamento nas matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) nas áreas de Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia, Alagoas durante doze meses de avaliação (maio/2015 a abril/2016).

A Frequência Absoluta foi obtida mediante equação:

$$FA = (No/Nt) \times 100 \quad (2)$$

em que:

FA = Frequência Absoluta;

No = Número de ocorrência da fenofase;

Nt = Número total de plantas.

3.4.2.3 Índice de atividade (percentagem de indivíduos) da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

O método de análise do índice de atividade da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) tem caráter quantitativo em nível populacional, indicando a percentagem de indivíduos da população que está manifestando determinado evento fenológico. Sendo possível estimar a sincronia entre os indivíduos de uma população, considerando que quanto maior o número de indivíduos manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia desta população, constatando-se somente a presença ou ausência da fenofase no indivíduo, não estimando intensidade ou quantidade. Assim, o índice de atividade estima uma porcentagem do número de plantas da espécie *B. gardneriana*, dentre as quinze selecionadas que estão desenvolvendo alguma das fenofases no mesmo período (MORELLATO et al., 1990).

3.4.3 Determinação dos teores de carbono, matéria orgânica, análises físico-químicas do solo e conteúdo de água do solo

3.4.3.1 Carbono e matéria orgânica

Para determinação do carbono e matéria orgânica do solo foram coletadas mensalmente em cada área 15 amostras de solo, totalizando nas duas áreas (Olho D'Água do Casado e Delmiro Gouveia) trinta amostras ao mês, sendo a coleta realizada em cada parcela onde estão localizadas as matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) na profundidade de 0-10 cm, no período de maio de 2015 a abril de 2016, sendo coletadas e armazenadas em sacos plásticos etiquetados e enviados para análise no Laboratório de Solos, do Centro de Ciências Agrárias (CECA), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

A determinação do Carbono foi realizada de acordo com a metodologia da Embrapa (2009) seguindo o método colorimétrico que baseia-se na leitura colorimétrica da cor verde do íon Cr (III) reduzido pelo carbono orgânico. Esse método utiliza o dicromato de sódio decorrente da maior solubilidade, sendo a oxidação da matéria orgânica feita a frio, apenas agitando-se o solo em uma solução contendo dicromato de sódio e ácido sulfúrico.

A solução para determinação do carbono e matéria orgânica foi feita a partir da solução contendo $0,667 \text{ mol L}^{-1}$ de dicromato de sódio e 5 mol L^{-1} de ácido sulfúrico. Para cada 1 litro de solução foi pesado em balança analítica e inserido em um erlenmayer 200 g de

dicromato de sódio $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ comercial (Figura 11A) e adicionado 600 ml de água destilada para dissolver a amostra (Figura 11B). Após dissolvida, a solução foi transferida para um balão de litro (Figura 11C), adicionado 280 ml de ácido sulfúrico H_2SO_4 (Figuras 11D e 11E) e completado o volume com água destilada e homogeneizado (Figura 11F).

Figura 11-Pesagem do dicromato de sódio (A), adição de água destilada para dissolução (B), transferência da solução para o balão (C), adição de 280 ml de ácido sulfúrico (D e E) e volume completado com água destilada (F)



Fonte: Elba dos Santos Lira

Após a coleta em campo (Figura 12A) as amostras de solo foram passadas em peneira de malha de 2 mm (Figura 12B), maceradas em almofariz (Figura 12C), pesado 1,0 g de solo (Figura 12D) e inserido em erlenmeyer de 125 ml (Figura 12E). Em seguida, foram adicionados 10 ml da solução de dicromato de sódio $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ com dispensador (Figura 12F). Para cada 40 mostras foram feitas duas provas em branco com 10 ml da solução de dicromato de sódio e 50 ml de água destilada sem a amostra de solo. Os erlenmeyers

contendo as amostras passaram 10 minutos no agitador em movimento circular-horizontal, com velocidade mínima de 180 rpm (Figura 12G). Após repouso de uma hora foi adicionado em cada erlenmayer 50 ml de água destilada para promover a mistura das soluções (Figura 12H). Depois de realizados todos os procedimentos, os erlenmayers contendo as amostras com as soluções foram acondicionados em bandeja e permaneceram durante 12 horas em decantação (Figura 12I).

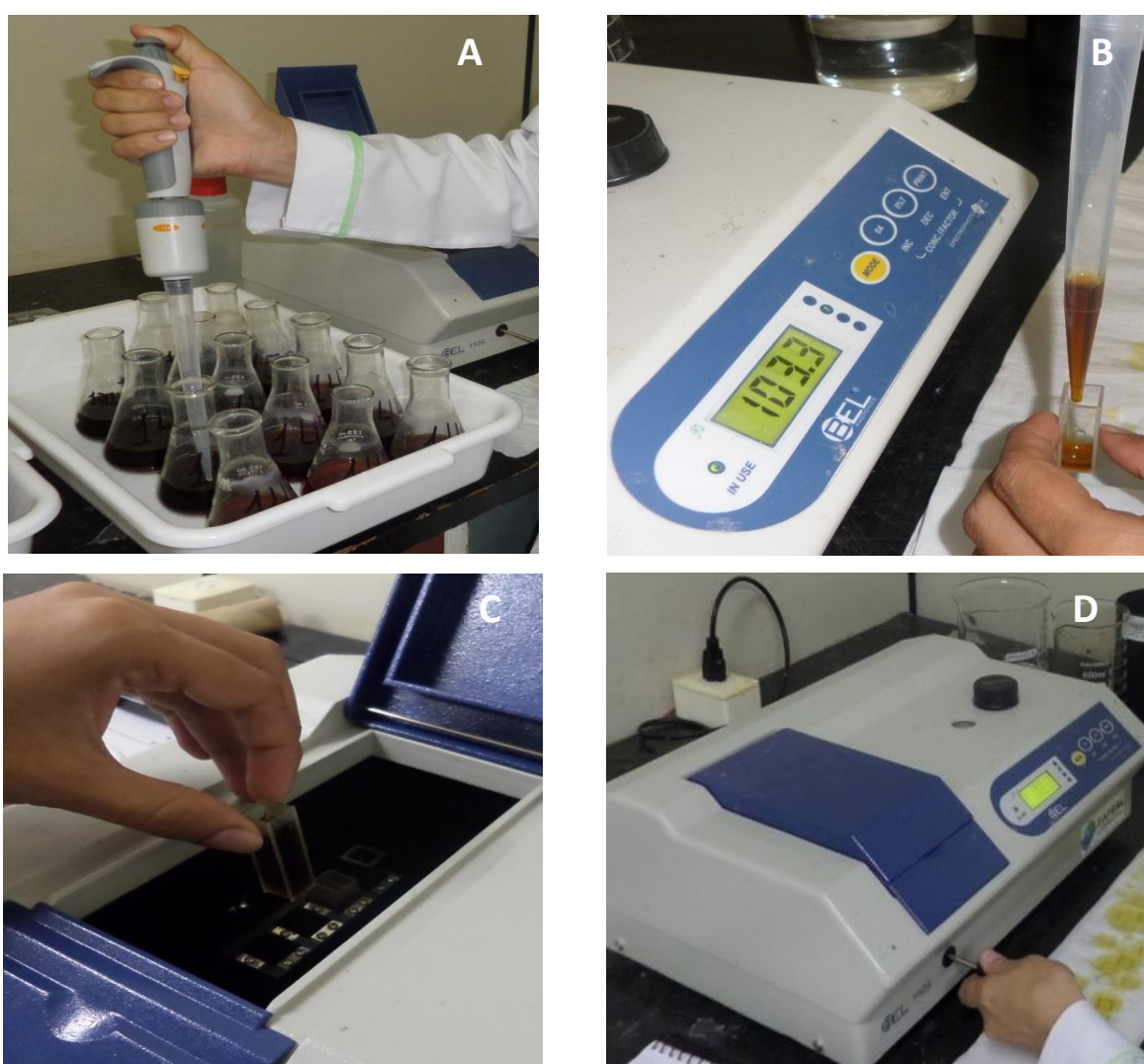
Figura 12-Coletas de amostras de solo e armazenamento em sacos plásticos etiquetados (A), amostras passadas em peneira de malha de 2 mm (B), maceração em almofariz (C), pesagem de 1,0 g de solo (D), acondicionamento da amostra de solo pesado em erlenmayer (E), adição de 10 ml da solução de dicromato de sódio (F), amostras de solo em erlenmayer sendo agitadas (G), adição de 50 ml de água destilada (H), decantação das amostras (I)



Fonte: Elba dos Santos Lira

Após o período de 12 horas de repouso, foram feitas as leituras de cada amostra no espectrofotômetro pelo método colorimétrico. O equipamento permaneceu em filtro de transmissão máxima de 660 nm. Em seguida foi pipetado em uma cubeta 3 ml da amostra em branco, cuja leitura ficou a 100%. Em seguida foi feita a leitura individualmente, sendo pipetado 3 ml de cada amostra (Figura 13A), inserida em uma cubeta (Figura 13B), armazenadas no espectrofotômetro (Figura 13C) e realizada a leitura (Figura 13D).

Figura 13-Pipetagem das amostras (A), inserção das amostras em cubeta (B), amostras armazenadas no espectrofotômetro (C) e realização da leitura (D)



Fonte: Elba dos Santos Lira

Para o cálculo da quantidade de carbono orgânico existente na amostra foi utilizada a equação:

$$\text{ABS} = 2 - \log (\%T) \quad (3)$$

$$\text{CO} = \text{ABS} + 1,5483 \times \text{ABS}$$

$$\text{CO} = \text{ABS} + 1,5483 \times \text{ABS} \times (60/1 \text{ g})$$

em que:

ABS = Leitura da amostra;

CO= Carbono orgânico (g kg⁻¹);

1,5483=Fator utilizado para cálculo de carbono.

Os valores da matéria orgânica contida na amostra foram calculados por meio da equação:

$$\text{MO} = \text{CO} \times 1,724 \quad (4)$$

em que:

MO= Matéria orgânica (g kg⁻¹);

CO= Carbono orgânico (g kg⁻¹);

1,724 = Fator utilizado por se admitir que na composição média do húmus, o carbono participa com 58%.

3.4.3.2 Análises físico-químicas

Foram coletadas amostras de solo nas parcelas onde estão localizadas as matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) totalizando 15 amostras em cada área visando a relação da distribuição espacial da espécie estudada com as condições edafoclimáticas locais. As coletas foram realizadas na profundidade de 0-10 cm, constituídas por amostras simples, em decorrência da pouca profundidade do solo nas áreas.

As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Solos, do Centro de Ciências Agrárias (CECA), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) para análises físico-químicas, sendo esta análise realizada uma vez ao longo do experimento, obedecendo a metodologia descrita pela EMBRAPA (2009). Para determinação dos atributos físicos: areia, silte e argila (g/kg), e químicos, pH do solo (em água, utilizando a relação 1: 2,5), os teores de cálcio, sódio, magnésio, alumínio trocáveis, potássio e fósforo (cmol_c dm⁻³), bem como o cálculo dos valores de soma de bases (SB), obtido pela soma dos teores de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺, da capacidade de troca de cátions (CTC), obtido pelo cálculo da SB+(H+Al) e da saturação de bases (V), através da relação SB/CTC x 100.

3.4.3.3 Conteúdo de água do solo

Em cada ponto onde estão localizadas as matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) foram realizadas coletas mensais de amostras de solo, a 10 cm de profundidade, as quais foram acondicionadas em latas de alumínio, previamente identificadas (Figura 14A). Posteriormente estas foram encaminhadas ao Laboratório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para pesagens do solo úmido (Figura 14B) e em seguida levadas para a estufa retilínea a uma temperatura de 105 °C a qual permaneceu por 24 horas (Figura 14C). Posteriormente, estas foram transferidas para um dessecador até atingirem temperatura ambiente e novamente foram pesadas e determinadas a percentagem de água existente.

O conteúdo de água do solo foi determinado pela metodologia de Tedesco et al. (1995) pela equação:

$$CAS = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 \quad (5)$$

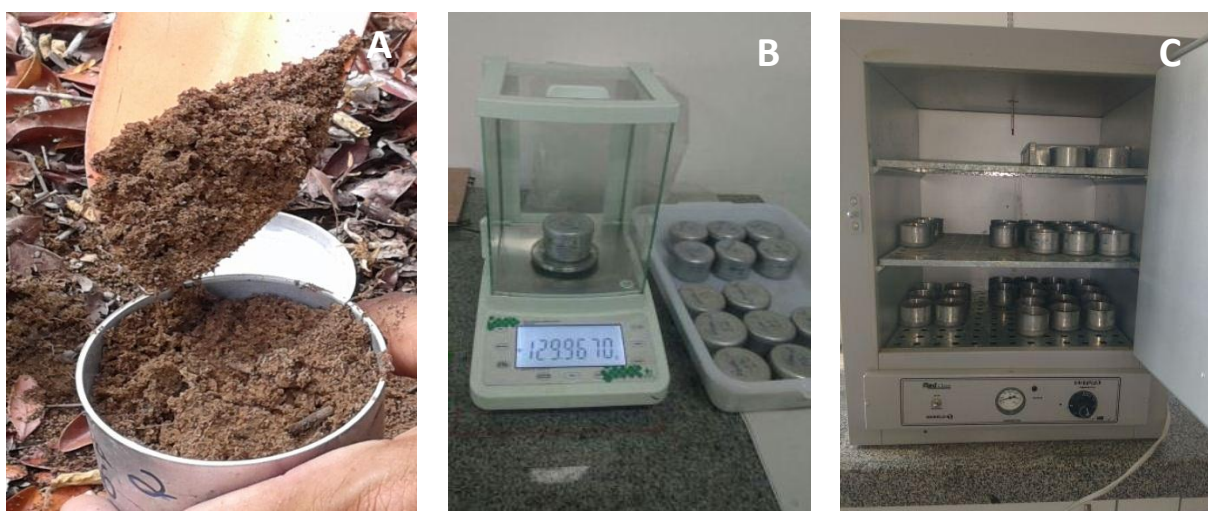
em que:

CAS = Conteúdo de água do solo (%);

P_u = Peso do solo úmido (g);

P_s = Peso do solo seco (g).

Figura 14-Coleta de amostras de solo para determinação do conteúdo de água do solo (A), pesagem da amostra de solo (B), secagem do material em estufa (C)



Fonte: Elba dos Santos Lira

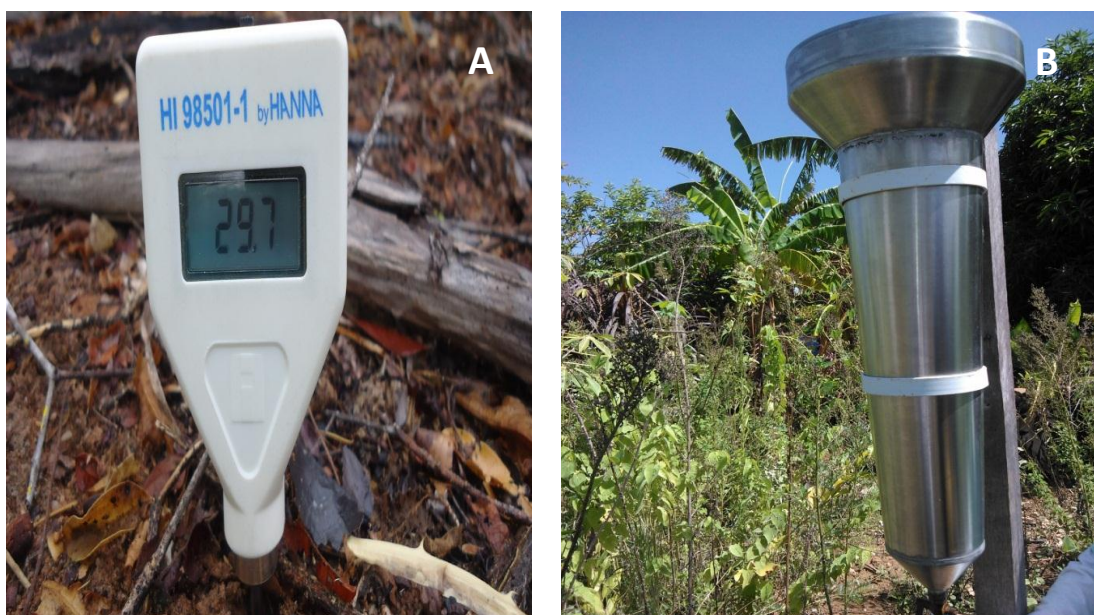
3.4.4 Mapeamento da distribuição espacial das matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss

Foi realizado nas duas áreas estudadas, o mapeamento da distribuição espacial das matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici). Para o mapeamento das espécies foi utilizado GPS MAP 76CSx Garmim para plotar os pontos de cada planta amostrada. Em seguida, foi feito o mapa da distribuição dessas plantas das respectivas áreas em função das variáveis consideradas, a partir do SIG (Sistema de Informação Geográfica). Foi utilizado o software QGis versão 2.2. A base de dados, utilizada compreendeu a Malha Municipal do Estado de Alagoas na escala de 1:1.000.000 e a Malha Estadual da Região Nordeste na escala de 1:1.000.000 (IBGE, 2010).

3.4.5 Medições da temperatura do solo e precipitação pluvial

Durante o período experimental foram realizadas medidas de temperatura do solo (°C) utilizando-se de termômetro digital modelo espeto e obtidos dados de precipitação pluvial (mm) por meio de pluviômetro modelo Ville de Paris instalado na área experimental, para correlacionar com a ocorrência das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) (Figuras 15A e 15B).

Figura 15-Termômetro digital modelo espeto (A) e pluviômetro Ville de Paris (B)



Fonte: Elba dos Santos Lira

3.5 Análise estatística

Para análise dos resultados foi utilizado geoestatística e estatística tradicional para a análise de dados das fenofases, carbono, matéria orgânica, temperatura e conteúdo de água do solo, os quais foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade através do programa ASSISTAT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da estrutura da vegetação relacionada com as condições edafoclimáticas

4.1.1 Classes de altura da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

O porte das 15 plantas amostradas da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) na área I (Olho D'Água do Casado, Alagoas) concentrou-se na classe de 2-3 m apresentando oito indivíduos. Os demais indivíduos foram encontrados na classe de 3-4 m (4 ind.) e 4-5 (2 ind.), apenas um indivíduo foi registrado na classe de 5-6 m. Assim, observou-se que são 12 indivíduos com até 4 m na área I com média de 3,33 m (Gráfico 1A). Na área II (Delmiro Gouveia, Alagoas), dentre as 15 matrizes avaliadas da espécie de *B. gardneriana*, o porte da maioria das plantas encontrou-se na classe de 3-4 m, totalizando 11 indivíduos e somente quatro indivíduos foram registrado na classe 2-3 m (Gráfico 1B). Na área II os 15 indivíduos se encontram com até 4 m com média de 3,31 m. Souza (2011) estudando áreas de vegetação natural de Olho D'Água do Casado, constatou que o porte da maioria das plantas encontrou-se na classe de 2-6 m incluindo a espécie *B. gardneriana*. Cabe lembrar que os resultados estão inferiores aos resultados de Souza (2011) porque o número de indivíduos avaliados pelo autor é maior ao avaliado nesta pesquisa, incorporando outras matrizes de porte mais elevado.

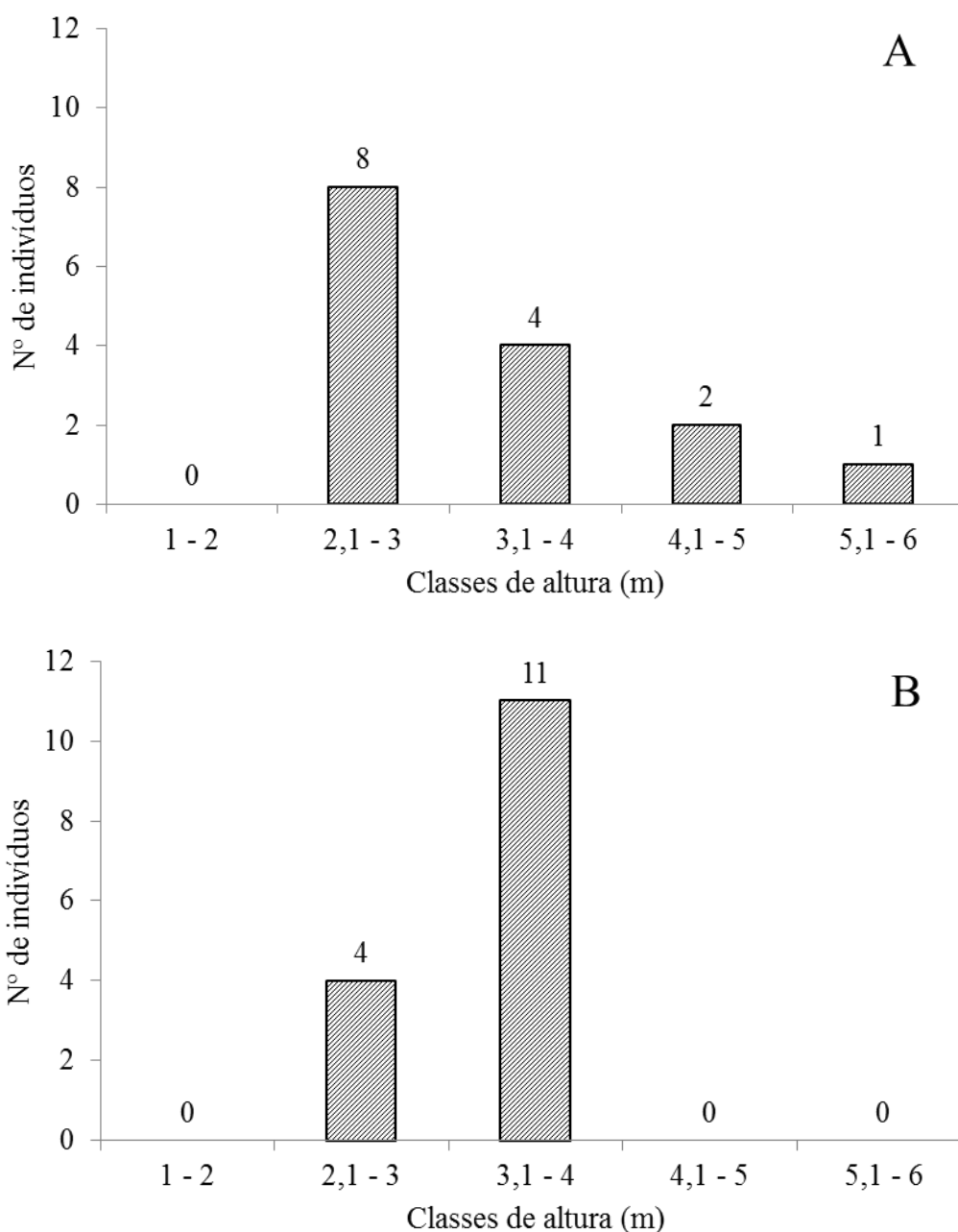
Queiroz et al. (2006) analisando a estrutura fitossociológica de espécies da Caatinga na Paraíba verificaram que a maioria das plantas estão caracterizadas por apresentar altura média inferior a 7 m e atribuíram este comportamento a renovação do componente arbustivo-arbóreo a cada ano e capacidade de expansão vegetativa, que é uma característica de espécies arbustivas durante o período de chuvas no Semiárido. Éder-Silva (2009) estudando a composição florística e estrutura fitossociológica do componente arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga do Semiárido Paraibano também constatou a ocorrência de indivíduos na classe de 3-4 e de 4-5 m.

De modo geral os indivíduos não apresentaram variação muito distinta entre as áreas, oscilando entre 4,0 e 5,20 m nas áreas avaliadas, respectivamente. Rodal et al. (2008) estudando a estrutura da vegetação no Sertão de Pernambuco observaram que a maioria das plantas apresentaram altura média de 2,37 m e máxima de 12 m, caracterizando a vegetação dessa região de pequeno porte. De acordo com Éder-Silva (2009) uma das causas para o lento crescimento das plantas da Caatinga decorre da elevada radiação solar direta no Semiárido,

prejudicando o desenvolvimento das plantas pelo fato do solo ficar exposto por longos períodos do ano, prejudicando o desenvolvimento das plantas.

Prado (2003) destaca que a vegetação da Caatinga é caracterizada por formações arbóreas-arbustivas, com predominância de árvores e arbustos baixos. Essa característica é uma das várias adaptações das plantas ao ambiente Semiárido, de modo que o porte da maioria das árvores apresentam altura média inferior a 5 m.

Gráfico 1-Distribuição em classes de altura (m) da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

4.1.2 Classes de diâmetro de *Byrsonima gardneriana* A. Juss

Registrou-se variação em relação às classes de diâmetro das matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici), amostrada nas duas áreas estudadas, sendo 15 em cada área (Gráfico 2). Na área I (Olho D'Água do Casado), a maioria dos indivíduos se concentraram nas classes 8-12 e de 12,1-16 cm apresentando-se com 4 e 5 indivíduos, respectivamente (Gráfico 2A). Na área II (Delmiro Gouveia), as plantas se concentraram nas classes de 12-16 e 16,1-20 cm, apresentando cinco indivíduos em cada classe (Gráfico 2B). Em Olho D'Água do Casado a maioria das plantas de *B. gardneriana* apresentaram diâmetro médio de 14,15 cm, e em Delmiro Gouveia o diâmetro médio correspondeu a 17,7 cm.

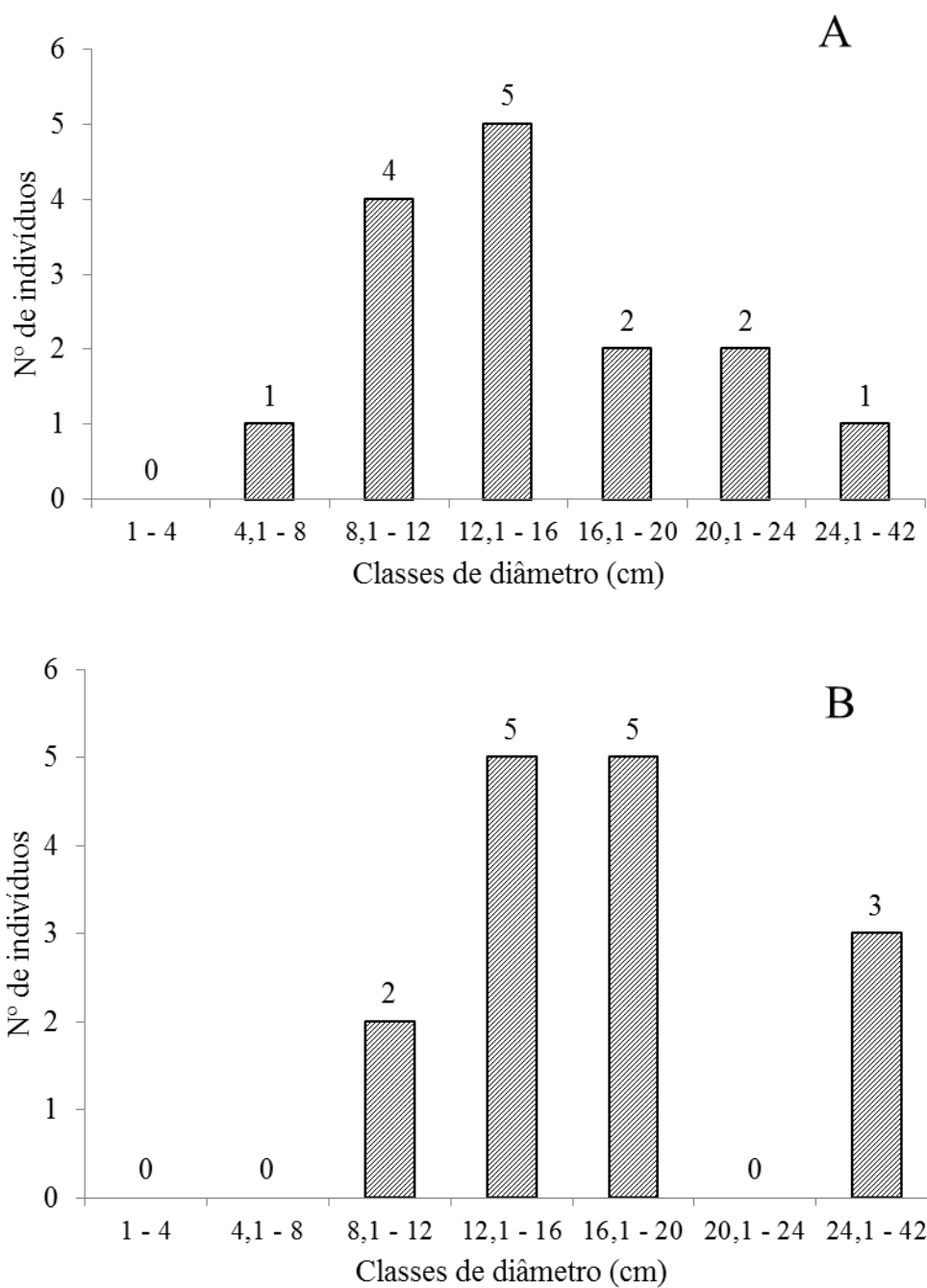
Souza (2011) comparou o diâmetro médio das espécies de *B. gardneriana* em Olho D'Água do Casado (9,90 cm) e Delmiro Gouveia (14,80 cm) com o valor médio encontrado para a comunidade de outras plantas da Caatinga também em Olho D'Água do Casado (9,02 cm) e Delmiro Gouveia (8,42 cm) atribuindo os maiores valores de diâmetro em ambas as áreas ao número de indivíduos ramificados. Na presente pesquisa o maior diâmetro da espécie *B. gardneriana* apresentou 29,28 cm em Olho D'Água do Casado e 38,51 cm em Delmiro Gouveia.

Alves et al. (2013) observaram em área de Caatinga do Piauí que a maioria das espécies estudadas se encontraram nas classes inferiores a 16 cm. Já Rodal et al. (2008) detectaram diâmetro das espécies variando entre 2,37 e 45,68 cm. No Semiárido Paraibano, Barbosa (2011) observou estrutura diamétrica da vegetação concentrada nas classes 3-6 cm, seguida da classe 6,1-9 cm e entre 9,1-20,0 cm.

Em pesquisa realizada na região do Cariri Paraibano, Éder-Silva (2009) verificou que o diâmetro máximo de 39,31 cm corresponde ao indivíduo *Poincianella bracteosa* (Catingueira). O autor destaca que indivíduos vivos quando enquadram-se nas três primeiras classes indicam que a população vegetal encontra-se em uma fase inicial de crescimento.

Cabe mencionar que em boas condições de solo a espécie *B. gardneriana* se desenvolve bem em relação a circunferência e altura, fornecendo grande produção de frutos, chegando a atingir a altura de 6 m.

Gráfico 2-Distribuição em classes de diâmetro (cm) da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

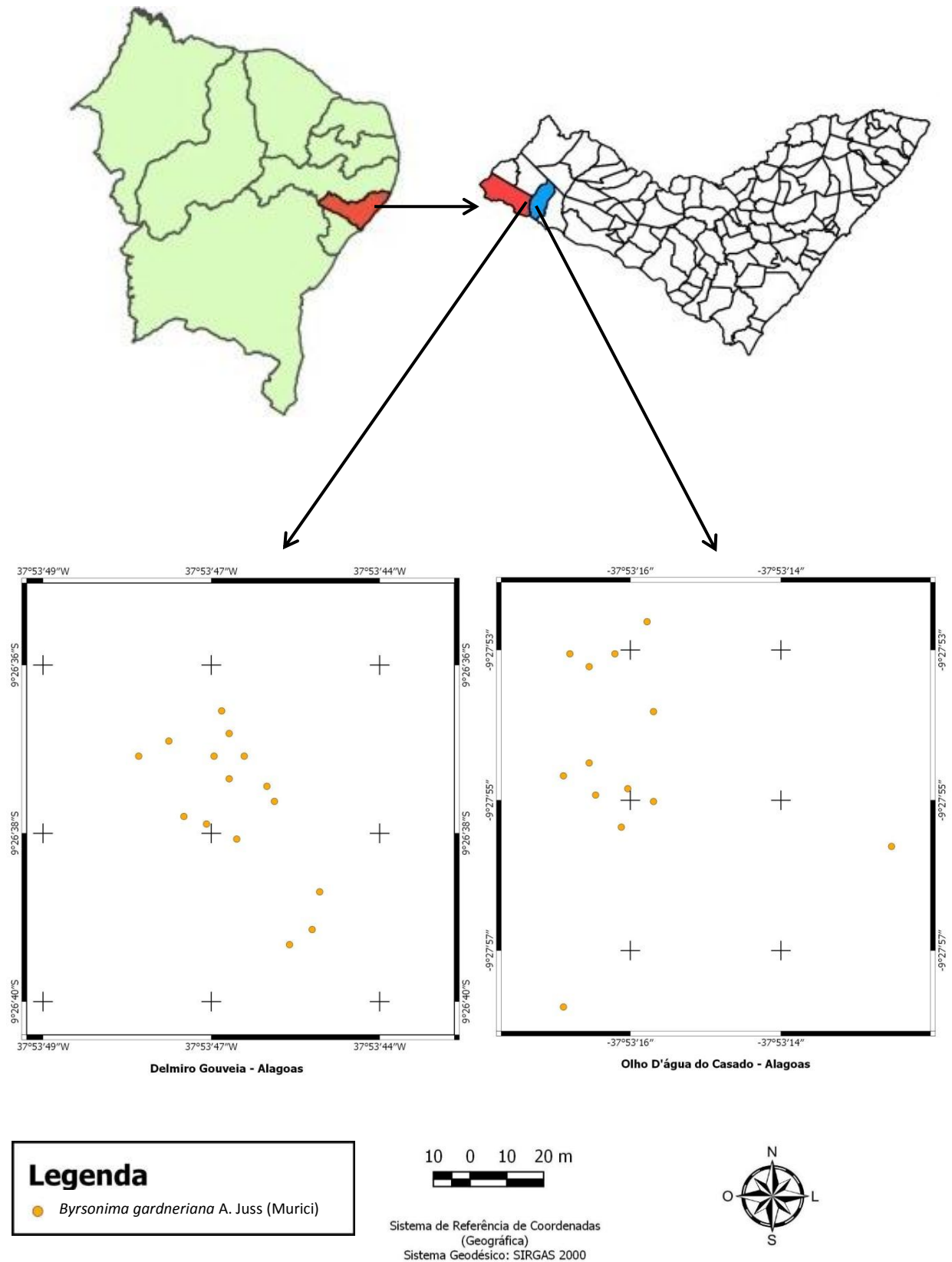
4.1.3 Distribuição espacial da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

A partir da leitura dos mapas de distribuição das plantas da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) nas duas áreas de estudo, observou-se que estas se concentram próximas entre si, denotando uma tendência de agregação (Figura 16). Souza (2011) a partir de uma análise de agregação constatou que a espécie *B. gardneriana* apresenta tendência a agrupamento verificado tanto na área de Olho D'Água do Casado como Delmiro Gouveia, Alagoas.

Para Silva (2015) a análise de agrupamento é uma ferramenta que contribui para diferenciar comunidades mais homogêneas em diferentes áreas, estabelecendo os grupos formados pelas espécies de cada ambiente.

A distribuição espacial das plantas de *B. gardneriana* nas áreas são influenciadas pelas condições edafoclimáticas, específicas de cada local, importante na formação dos grupos florísticos dentro de cada comunidade vegetal. Silva (2015) destaca que a heterogeneidade das condições ambientais influencia diretamente a distribuição das espécies, resultando em manchas de vegetação, concentrando-se em certas localidades e ausentes ou raras em outras, sendo importante o entendimento da distribuição, comportamento e o padrão de ocorrência em ambientes Semiáridos.

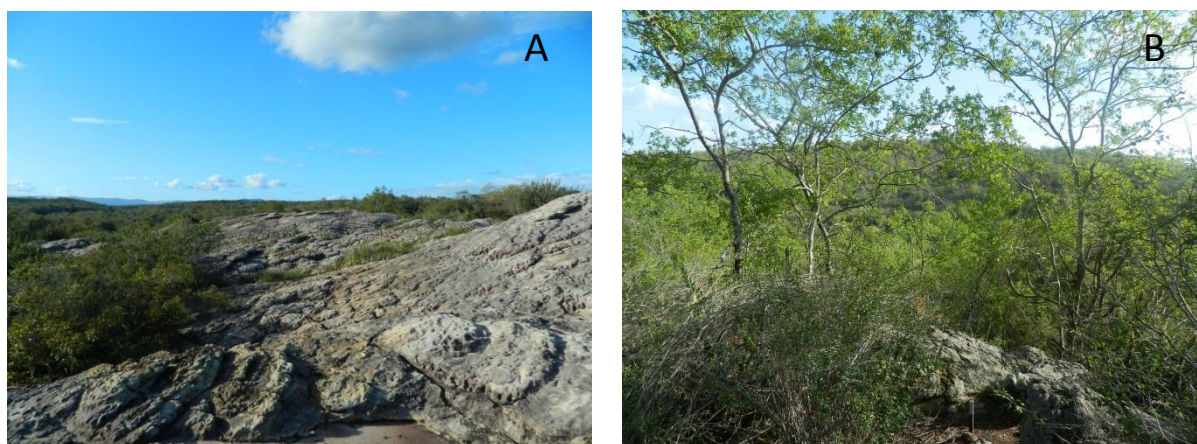
Figura 16- Mapa de distribuição das plantas de *Byrsonima gardneriana* A. Juss analisadas nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Daniel Nivaldo da Conceição

Na área I (Olho D'Água do Casado), a espécie *B. gardneriana* concentrou-se nas parcelas onde há maior presença de afloramento rochoso (Figura 17A). Tendo sido também constatado por Souza (2011) nas mesmas áreas de estudo, deixando notória a predominância da espécie nos contornos das rochas, como também nas parcelas onde são encontrados substrato rochoso. Desse modo as plantas que estão mais próximas a essas condições apresentam maior ocorrência das fenofases, pelo fato de toda a água das chuvas escoarem pelas rochas e penetrarem no solo, proporcionando maior disponibilidade hídrica. Por outro lado, a proximidade das rochas elevam as temperaturas do solo, fazendo com que essas altas temperaturas influenciem no crescimento dessas plantas e consequentemente na ocorrência das fenofases.

Figura 17-Matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B) Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

Na área II (Delmiro Gouveia), a maior distribuição das plantas de *B. gardneriana* foram registradas nas áreas de Topo do relevo (Figura 17B) e com maior presença de afloramento rochoso. Também confirmado por Souza (2011) que observou maior predominância desta espécie nas parcelas de maior altitude em relação aos locais com maior declividade.

Alguns autores como Rode et al. (2010), Callogaro e Longhi (2013) e Sawczuk et al. (2014) mencionam sobre a importância de pesquisas sobre a distribuição espacial de espécies vegetais, sua formação destacando a importância de grupos florísticos, semelhanças de comportamento das espécies, quanto sua formação, processos ecológicos importantes na compreensão dos sistemas florestais e indicação medidas de manejo que resultem na preservação dos ambientes naturais.

4.1.4 Análises físico-química do solo nas áreas de ocorrência da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

4.1.4.1 Atributos físicos do solo

Nas parcelas com ocorrência das matrizes da espécie *B. gardneriana* A. Juss (Murici) nos dois ambientes estudados constatou-se que a análise granulométrica resultante da separação das partículas do solo quanto a seu tamanho, indicaram maiores proporções da fração textural areia, seguida de silte e argila (Tabela 1), resultando na classificação textural do solo como areia franca, o que classifica os solos das duas áreas como arenoso. Resultado similar ao de Souza (2011) nas mesmas áreas pesquisadas quanto a granulometria do solo cuja fração textural indicou classe areia franca.

Os teores de argila variaram de 20 a 100 g/kg nas duas áreas. Em estudo realizado nos municípios de Paratama e São João, em Pernambuco, Almeida et al. (2015) registraram teores de argila variando na faixa de 20 a 60 g/kg. Mesmo as frações de areia sendo altas nas duas áreas, pode-se observar que quando comparados a outras pesquisas em ambiente de Caatinga os teores de argila ainda assim foram elevados. No entanto analisando silte e argila nas duas áreas, pode-se observar que os teores foram muito baixos quando comparados aos teores de areia, sendo os valores para silte maiores que os de argila (Tabela 1), podendo-se inferir que as duas áreas não apresentam solos intemperizados pelo fato das duas áreas terem apresentados valores consideravelmente altos de silte. De acordo com a Embrapa (2006) a relação silte/argila é um parâmetro básico que avalia o grau de intemperismo presente em solos de região tropical. Solos com baixos teores de silte são considerados muito intemperizados.

Tabela 1-Valores de areia grossa, areia fina, silte e argila (g/kg) nas parcelas com ocorrência das matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas

Parcelas	Olho D'Água do Casado, Alagoas					Delmiro Gouveia, Alagoas				
	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	R. Silte/Argila	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	R. Silte/Argila
1	620	200	120	60	2.00	530	290	120	60	2.00
2	670	230	60	40	1.50	540	330	70	60	1.17
3	680	180	80	60	1.33	480	280	140	100	1.40
4	610	240	90	60	1.50	550	220	150	80	1.88
5	660	200	80	60	1.33	620	240	80	60	1.33
6	590	280	90	40	2.25	510	310	120	60	2.00
7	610	210	100	80	1.25	550	230	160	60	2.67
8	550	240	110	100	1.10	670	210	60	60	1.00
9	560	260	120	60	2.00	540	250	110	100	1.10
10	720	60	200	20	10.00	680	180	80	60	1.33
11	710	200	60	30	2.00	650	200	90	60	1.50
12	640	220	90	50	1.80	580	270	80	70	1.14
13	550	260	110	80	1.38	650	240	50	60	0.83
14	510	240	170	80	2.13	670	220	60	50	1.20
15	550	260	130	60	2.17	680	120	130	70	1.86

Fonte: Elba dos Santos Lira

4.1.4.2 Atributos químicos do solo

Constatou-se que os valores de pH do solo nas mesmas parcelas com ocorrência das matrizes de *B. gardneriana* na área I (Olho D'Água do Casado) (Tabela 2), encontram-se entre a faixa de 4,2 e 5,8 e na área II (Delmiro Gouveia) (Tabela 3) na faixa de 4,4 e 5,3, o que resulta em solos com uma acidez do tipo fraca. De acordo com Malavolta (1997) o pH próximo a 6,5 é adequado para a maioria das espécies vegetais, sendo que solos com pHs ácidos podem ocasionar fortes limitações de disponibilidade de micronutrientes nas plantas.

Os teores de fósforo (P) do solo nas duas áreas variaram entre 10 e 40 mg dm⁻³ (Tabelas 2 e 3). Francelino et al. (2005) mencionam que a deficiência de fósforo é apontada como uma das principais limitações encontradas nos solos do Semiárido, o que afeta o crescimento vegetal na Caatinga. Em estudo realizado por Souza (2011) também em Olho D'Água do Casado também registrou variação entre 0,03 e 0,04 mg dm⁻³ e em Delmiro Gouveia apresentou 0,41 e 0,25 mg dm⁻³ em parcelas com ocorrência da espécie *B. gardneriana*. Quando compara-se os resultados de ambas as pesquisas percebe-se que os valores foram superiores, mostrando que não há deficiência deste nutriente no solo nestas parcelas em particular.

Em Olho D'Água do Casado os teores de potássio (K) foram reduzidos nas parcelas, encontrando-se entre 4 e 21 mg/dm⁻³ e em Delmiro Gouveia os valores oscilaram entre 73 e 148 mg/dm⁻³. Souza (2011) também obteve baixos resultados nos teores de potássio em parcelas com presença de *B. gardneriana*, o qual foi justificado pela característica arenosa do solo das áreas. Em outros ambientes de Caatinga no Semiárido Paraibano, Éder-Silva (2009) obteve valores de potássio na faixa de 70,1 a 120 cmolc/dm⁻³.

Em ambas as áreas os teores de alumínio (Al) foram baixos, oscilando entre 0,01 a 1,92 em Olho D'Água do Casado e de 0,0 a 0,69 em Delmiro Gouveia, demonstrando correlação do pH com o alumínio, já que quando há elevação ou manutenção do pH do solo, verifica-se redução nos níveis de alumínio deste.

Observou-se ainda, que os teores de sódio (Na) apresentaram variação de 10 a 40 mg/dm⁻³ nas duas áreas. Souza (2011) observou teores de sódio inferiores ao desta pesquisa em Olho D'Água do Casado (0,06 cmolc dm⁻³) e em Delmiro Gouveia verificou-se um valor mais aproximado (0,32 cmolc dm⁻³) nos locais de ocorrência da espécie *B. gardneriana*. Os teores de sódio nessa faixa são considerados como médio e alto, podendo vir comprometer o desenvolvimento das plantas.

Tabela 2-Atributos químicos do solo nas parcelas das matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em Olho D'Água do Casado, Alagoas

Olho D'Água do Casado, Alagoas																
Parcelas	(mg/dm ⁻³)				(cmolc/dm ⁻³)				CTC efetiva	CTC Total	V (%)	m (%)	Saturação (%)			
	pH	Na	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al					Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)
1	4,6	30	9	93	2,09	0,10	1,13	15,66	3,69	18,22	14	31	11,5	0,5	1,3	0,7
2	4,7	20	11	78	1,06	0,72	0,42	5,97	2,49	8,04	26	17	13,2	9,0	2,5	1,1
3	4,9	10	8	58	1,00	0,11	0,68	8,38	1,98	9,68	13	34	10,3	1,1	1,5	0,4
4	4,6	20	6	68	0,77	0,31	0,98	10,84	2,32	12,18	11	42	6,3	2,5	1,4	0,7
5	4,2	15	5	38	0,15	0,07	2,45	17,92	2,84	18,31	2	86	0,8	0,4	0,5	0,4
6	4,5	30	7	90	0,64	0,07	1,44	20,36	2,51	21,43	5	57	3,0	0,3	1,1	0,6
7	4,8	40	7	93	1,34	1,03	0,54	11,52	3,32	14,30	19	16	9,4	7,2	1,7	1,2
8	4,6	40	11	183	1,17	1,37	0,98	14,09	4,16	17,27	18	24	6,8	7,9	2,7	1,0
9	4,8	40	6	53	0,72	0,13	0,92	8,84	2,08	10,00	12	44	7,2	1,3	1,4	1,7
10	5,2	20	10	43	0,40	0,06	0,14	3,04	0,80	3,70	18	18	10,8	1,6	3,0	2,4
11	4,4	20	4	33	0,16	0,02	0,89	9,57	1,24	9,92	4	72	1,6	0,2	0,8	0,9
12	4,8	20	6	88	0,47	0,05	0,87	11,88	1,71	12,72	7	51	3,7	0,4	1,8	0,7
13	4,8	30	21	123	1,11	0,51	0,62	7,59	2,69	9,66	21	23	11,5	5,3	3,3	1,3
14	4,3	30	14	98	0,99	0,21	1,92	14,39	3,50	15,97	10	55	6,2	1,3	1,6	0,8
15	5,8	30	12	75	5,35	3,03	0,01	5,94	8,71	14,64	59	0	36,5	20,7	1,3	0,9

Fonte: Elba dos Santos Lira

Tabela 3-Atributos químicos do solo nas parcelas das matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em Delmiro Gouveia, Alagoas

Delmiro Gouveia, Alagoas																
Parcelas	pH	(mg/dm ⁻³)			(cmolc/dm ⁻³)						V (%)	m (%)	Saturação (%)			
		Na	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	CTC efetiva	CTC Total			Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)
1	5,3	10	29	128	3,91	1,23	0,00	5,91	5,51	11,42	48	0	34,2	10,8	2,9	0,4
2	4,4	20	24	103	2,67	2,80	0,27	9,62	6,09	15,44	38	4	17,3	18,1	1,7	0,6
3	5,2	30	29	138	2,49	0,55	0,45	9,50	3,97	13,02	27	11	19,1	4,2	2,7	1,0
4	4,6	25	40	143	3,09	0,87	0,55	15,76	4,99	20,20	22	11	15,3	4,3	1,8	0,5
5	5,0	20	23	88	2,35	0,88	0,10	5,16	3,65	8,71	41	3	27,0	10,1	2,6	1,0
6	5,0	20	19	108	2,98	0,61	0,08	5,76	4,04	9,72	41	2	30,7	6,3	2,9	0,9
7	5,3	30	21	148	3,45	1,23	0,05	5,28	5,24	10,47	50	1	33,0	11,7	3,6	1,2
8	5,0	10	28	93	2,26	0,42	0,10	4,24	3,06	7,20	41	3	31,4	5,8	3,3	0,6
9	4,7	40	280	145	4,62	1,79	0,14	11,76	7,09	18,71	37	2	24,7	9,6	2,0	0,9
10	4,9	20	223	128	2,42	0,48	0,22	6,45	3,54	9,77	34	6	24,8	4,9	3,4	0,9
11	4,8	25	20	108	2,85	0,61	0,06	6,20	3,91	10,05	38	2	28,4	6,1	2,8	1,1
12	4,4	30	236	73	1,16	0,14	0,69	6,63	2,31	8,25	20	30	14,1	1,7	2,3	1,6
13	4,6	10	16	78	1,64	0,16	0,34	5,41	2,38	7,45	27	14	22,0	2,1	2,7	0,5
14	4,9	25	12	73	2,48	0,36	0,05	3,55	3,19	6,69	47	2	37,1	5,4	2,8	1,6
15	4,7	25	19	108	2,57	0,48	0,66	13,71	4,10	17,15	20	16	15,0	2,8	1,6	0,6

Fonte: Elba dos Santos Lira

Observou-se deficiência em relação aos teores de magnésio (Mg) no solo na maioria das parcelas das áreas amostradas com variação entre 0,02 a 3,03 na área I e 0,14 a 2,80 cmolc dm^{-3} na área II. Os valores de cálcio (Ca) também foram considerados altos nas duas áreas apresentando 0,15 a 5,35 cmolc dm^{-3} em Olho D'Água do Casado e de 1,16 a 4,62 cmolc dm^{-3} em Delmiro Gouveia. Souza (2011) pesquisando nestas mesmas áreas, embora em parcelas diferentes, encontrou resultados similares quanto aos teores de cálcio (1,73 e 3,63 cmolc dm^{-3}) em Delmiro Gouveia e em Olho D'Água do Casado (0,79 e 0,50 cmolc dm^{-3}), cujos valores foram inferiores.

Para Mello et al. (1983), há uma tendência de empobrecimento em cálcio a medida que a água percola através do solo. Barbosa (2011) destaca que em áreas preservadas os valores elevados de cálcio na camada do solo de 0-10 cm de profundidade deve-se ao maior aporte de nutrientes e bases trocáveis oriunda da vegetação. Cabendo mencionar que as duas áreas de Caatinga estudada são preservadas e apresentam grande quantidade matéria orgânica em sua estrutura sendo uma das principais fontes de cálcio no solo.

De acordo com Raij (1981) os teores de Ca (2 a 3 cmolc kg^{-1}) e Mg variando na faixa de 4 cmolc kg^{-1} , são adequados para o desenvolvimento das espécies vegetais. Desse modo é possível afirmar que nas parcelas experimentais com presença de *B. gardneriana* não há deficiência desses nutrientes no solo.

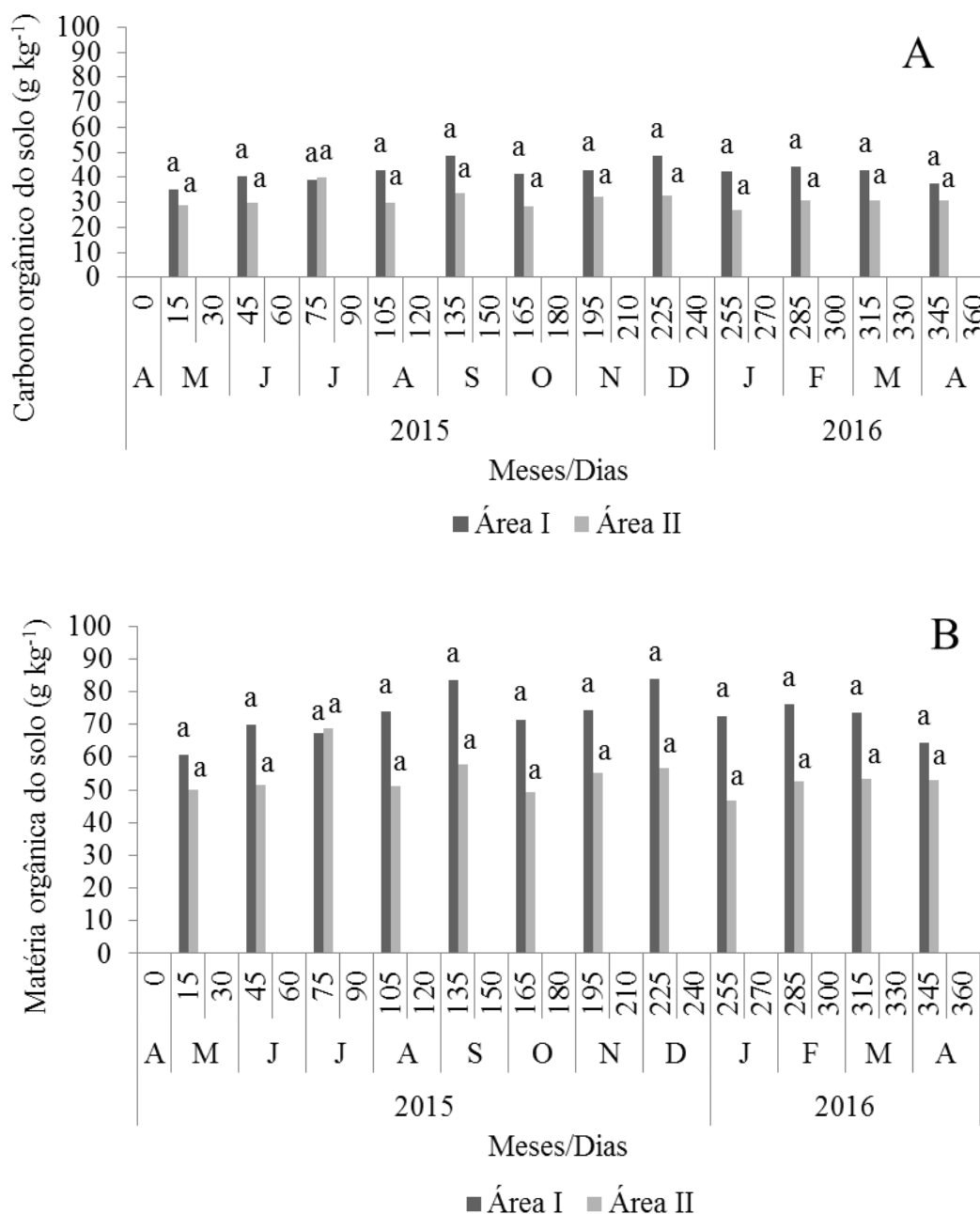
A capacidade de troca de cátions (CTC) nas áreas I e II na profundidade de 0-10 cm foi elevada, apenas cinco das quinze parcelas apresentaram CTC total abaixo de 10 cmolc/dcm^{-3} na área I (Tabela 2) e sete dos quinze pontos amostrados apresentaram CTC abaixo de 10 cmolc/dcm^{-3} na área II (Tabela 3). Souza (2011) também observou CTC mais alta na área de Delmiro Gouveia. Esse comportamento está relacionado com maior presença de matéria orgânica na camada onde foi coletado o solo, já que de acordo com Mota (2004), existe uma estreita relação da CTC com o estágio de intemperismo dos solos, ou seja, valores mais elevados de CTC se relacionam com solos relativamente mais jovens, enquanto valores mais baixos refletem uma evolução mais acentuada o que pode levar a solos com uma maior predisposição ao intemperismo.

Os percentuais de saturação por bases apresentaram variação entre as parcelas na área I. De modo que Ca apresentaram os teores variando de 0,8 a 36,5%, Mg de 0,2 a 20,7%, K 0,5 a 3,3% e Na variando entre 0,4 a 2,4% (Tabela 2). Na área II os teores de Ca oscilaram de 14,1 a 37,1%, Mg foi de 1,7 a 18,1%, K de 1,6 a 3,6% e Na variando entre 0,4 e 1,6% (Tabela 3). A saturação por bases é um indicativo das condições gerais de fertilidade do solo (FIALHO et al., 2006).

4.1.4.3 Carbono e matéria orgânica do solo

Nas parcelas com presença de matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici), constatou-se elevados teores de Carbono e Matéria orgânica do solo (Gráfico 3), não havendo diferença estatística entre as variáveis meses e áreas.

Gráfico 3-Carbono orgânico do solo (g kg^{-1}) (A) e Matéria orgânica do solo (g kg^{-1}) (B) nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade



Na área I (Olho D'Água do Casado), as médias dos valores foram mais elevados em maio de 2015, totalizando $C=35,19 \text{ g kg}^{-1}$ e $MO=60,67 \text{ g kg}^{-1}$ (Gráficos 3A e 3B) e em dezembro de 2015 chegaram a atingir ($C=48,57 \text{ g kg}^{-1}$ e $MO=83,73 \text{ g kg}^{-1}$) (Gráficos 3A e 3B). Na área II (Delmiro Gouveia), os teores mais baixos apresentaram média em janeiro de 2016 ($C=27,04 \text{ g kg}^{-1}$ e $MO=46,61 \text{ g kg}^{-1}$) (Gráficos 3A e 3B). Os valores mais altos corresponderam a ($C=39,96 \text{ g kg}^{-1}$ e $MO=68,88 \text{ g kg}^{-1}$) em julho de 2015 (Gráficos 3A e 3B).

Souza (2011) ao avaliar os teores de matéria orgânica e carbono do solo em áreas com e sem a presença da espécie *B. gardneriana* observou valores mais elevados nos locais onde não havia presença desta espécie em Olho D'Água do Casado e em Delmiro Gouveia. Já nesta pesquisa foram observados maiores teores em Olho D'Água do Casado, nos locais de ocorrência de matrizes de *B. gardneriana*.

Quando comparado a outras áreas de Caatinga do Semiárido Nordestino estes teores são elevados. Silva et al. (2013) detectaram teores de Carbono orgânico oscilando entre 9,46 e $13,04 \text{ g kg}^{-1}$ na Caatinga do Sertão do Piauí. Lira (2014) em trabalho realizado na Caatinga de Delmiro Gouveia também observou elevados teores de carbono e matéria orgânica do solo e relacionou esses valores ao fato da área se encontrar em um ambiente preservado, resultando em maior disponibilidade de material vegetal e de nutrientes no solo.

O resultado encontrado nesta pesquisa é justificado por estas áreas se encontrarem inseridas em ambientes de mata nativa, sem intervenção antrópica o que proporciona condições favoráveis para os altos teores destes nutrientes no solo. De acordo com Streck (2008), a qualidade física do solo influencia diretamente os processos químicos e biológicos da vegetação e consequentemente desempenha um papel importante para o seu desenvolvimento.

Borchardt (2013) menciona que em ecossistemas naturais preservados, a quantidade do material foliar depositado no solo, seguido da sua decomposição contribui para a elevação dos teores de matéria orgânica do solo, influenciando nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, de modo a considerar que a matéria orgânica é um importante indicador de qualidade do solo, por ser uma das principais fontes de energia e nutrientes para os ecossistemas. Assim, carbono e matéria orgânica são variáveis importantes para o desenvolvimento das fenofases.

As condições edafoclimáticas com baixa precipitação, altas temperaturas e baixo conteúdo de água do solo em determinados momentos também limitam o desenvolvimento das fenofases das espécies da Caatinga, notadamente *B. gardneriana*. De acordo com Muller (2011) e Schumacher et al. (2004) os nutrientes presentes na camada superior do solo são

gradualmente transformados em matéria orgânica ou húmus e reaproveitados no ciclo de nutrientes do ecossistema, promovendo a liberação de nutrientes para o solo que posteriormente são reabsorvidos pelas plantas, facilitando seu desenvolvimento.

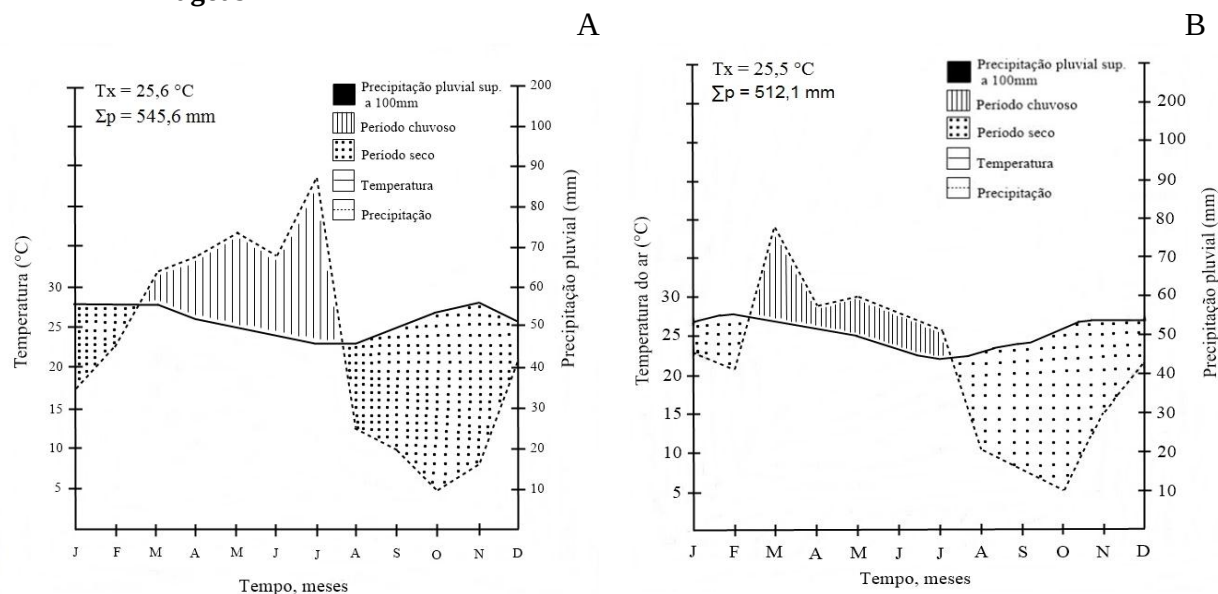
4.2 Análise da caracterização das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss

4.2.1 Percentual de Intensidade de Fournier (%) influenciados pelas condições edafoclimáticas

O acompanhamento fenológico da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) utiliza o percentual de intensidade de Fournier para expressar os picos de intensidade e indica quando uma determinada fenofase ocorre de modo mais intenso em uma população e a quantidade estimada de botões florais, flores em antese, frutificação, senescência e brotamento produzidos.

Durante o período experimental de maio de 2015 a abril de 2016 a precipitação pluvial totalizou 407 mm mostrando-se abaixo da média histórica nos dois municípios que corresponde a 545,6 mm em Olho D'Água do Casado e 512,1 mm em Delmiro Gouveia, mediante análise do diagrama ombrotérmico realizado por Gomes et al. (2013) (Gráficos 4A e 4B). Cabendo mencionar que esta região vem passando por um longo período de estiagem desde o ano de 2013, de modo que as fenofases da espécie *B. gardneriana* nas áreas I (Olho D'Água do Casado) e II (Delmiro Gouveia) apresentaram pouca intensidade atribuída a reduzida precipitação pluvial, embora tenha sido registrado em 2015 durante os meses de maio (50,01 mm), junho (30,06 mm), julho (30,04 mm), agosto (80,05 mm) e em 2016 nos meses correspondentes a fevereiro (145,0 mm) e março (50,5 mm) (Gráfico 5Ae 5B).

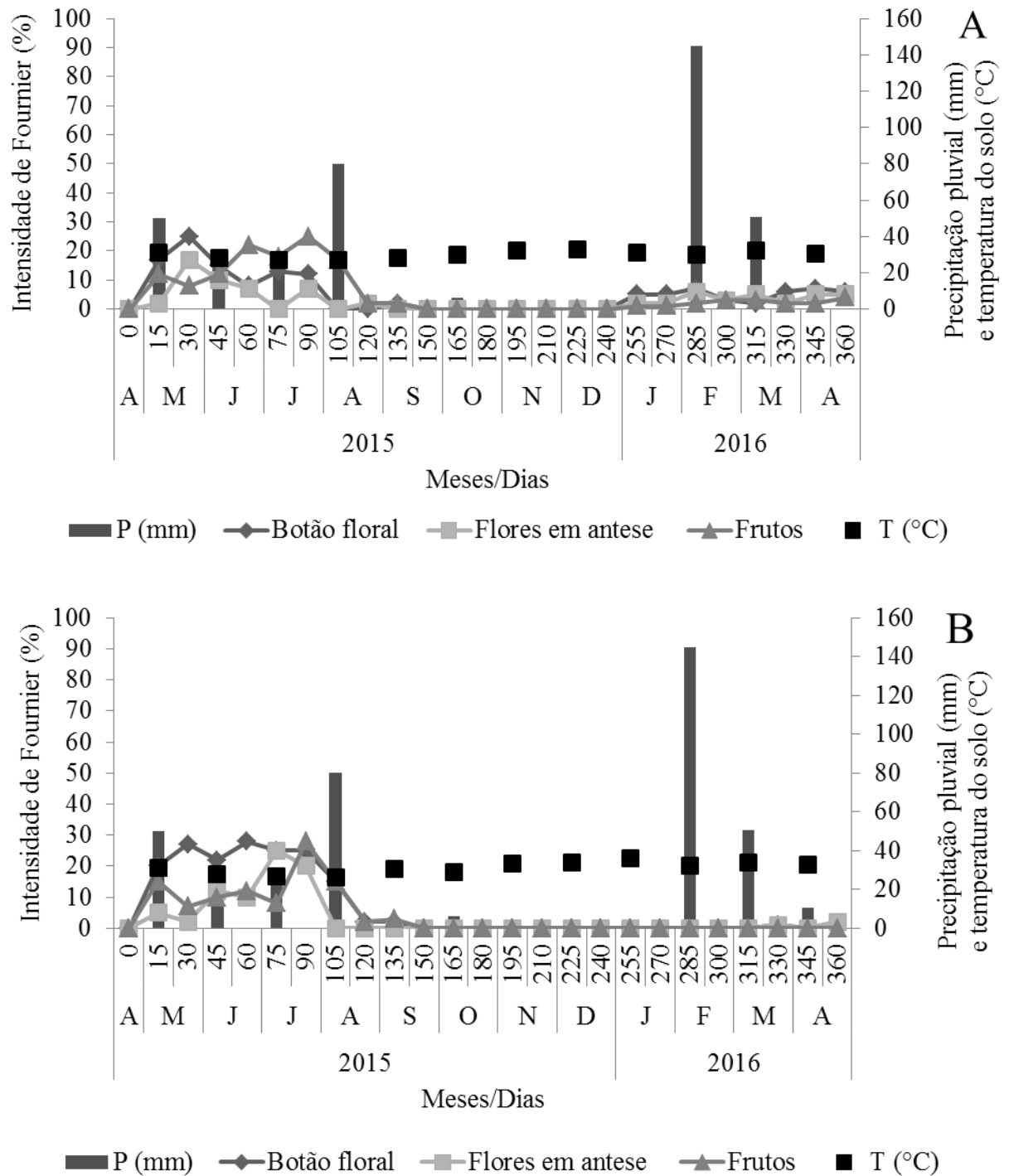
Gráfico 4-Diagrama ombrotérmico de Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Danúbia Lins Gomes

A fenofase botão floral na área I (Olho D'Água do Casado) foi registrada de maio a julho de 2015, sendo verificada também em setembro de 2015 e de janeiro a abril de 2016 coincidindo com o período chuvoso. Em agosto, setembro e em dezembro de 2015 as plantas de *B. gardneriana* não emitiram botão floral (Gráfico 5A). Em pesquisa realizada no Semiárido Paraibano durante quatro anos, Lima (2014) observou que a intensidade de frutificação ocorreu em períodos diferentes, sendo dependente da distribuição das chuvas, já que a formação dos frutos depende da quantidade de botões e flores produzidos no período chuvoso.

Gráfico 5-Fenofases botão floral, flores em antese e frutos da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss pela Intensidade de Fournier, relacionado com a precipitação pluvial nas áreas I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

Na área II (Delmiro Gouveia), a fenofase botão floral foi registrada de abril a setembro de 2015 e nos meses de março e abril de 2016 (Gráfico 5B). No intervalo de outubro a março de 2016 as plantas não emitiram botão floral. O registro de chuvas em fevereiro e março de 2015 de 145,0 e 50,5 mm, respectivamente, não foi suficiente para que a fenofase botão floral se apresentasse com mais intensidade. Lima (2010) destaca entre os eventos reprodutivos que a floração e frutificação apresentam padrões complexos e além dos fatores abióticos (precipitação, temperatura, umidade do solo, fotoperíodo) atributos das plantas, como estrutura e longevidade foliar, potencial hídrico e densidade de madeira, devem ser avaliados no que se refere ao uso da água e sua consequente influência no comportamento fenológico.

As flores em antese na área I (Olho D'Água do Casado) foram registradas de maio a agosto de 2015 e de janeiro a abril de 2016 (Gráfico 5A). Na área II (Delmiro Gouveia) as flores em antese ocorreram apenas de maio a julho de 2015, voltando a ocorrer em março e abril de 2016. Nos demais meses que correspondem ao período seco as flores em antese não foram observadas nas plantas analisadas (Gráfico 5B). Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira e Consolaro (2013), cuja fenofase floração teve menor índice mensal durante o mês de setembro devido a reduzida quantidade de chuva no período de observação em um remanescente florestal. De acordo com Rubim et al. (2010), a fase de floração que ocorre no período de transição do período seco para o início do período chuvoso em ambientes de Caatinga, tem sido atribuída principalmente à redução do estresse hídrico causado pelas primeiras chuvas logo após o período de seca e à elevação da temperatura nessas áreas.

A fenofase fruto nas duas áreas ocorreu de maio a setembro de 2015 e de janeiro a abril de 2016, nos demais meses não houve registro de frutos entre as plantas, independente das áreas (Gráficos 5A e 5B). Conforme Rebellato et al. (2013), o período de frutificação de algumas espécies vegetais da Caatinga está diretamente relacionado às condições que influenciam o sucesso da dispersão e estabelecimento, sendo que a época de frutificação em florestas sazonais está relacionada ao tipo de fruto e a síndrome de dispersão da espécie, conforme ocorreu com a espécie *Poincianella pyramidalis* (Catingueira), que dispõe de frutos secos que geralmente frutificam no meio ou final do período chuvoso (LIMA, 2014).

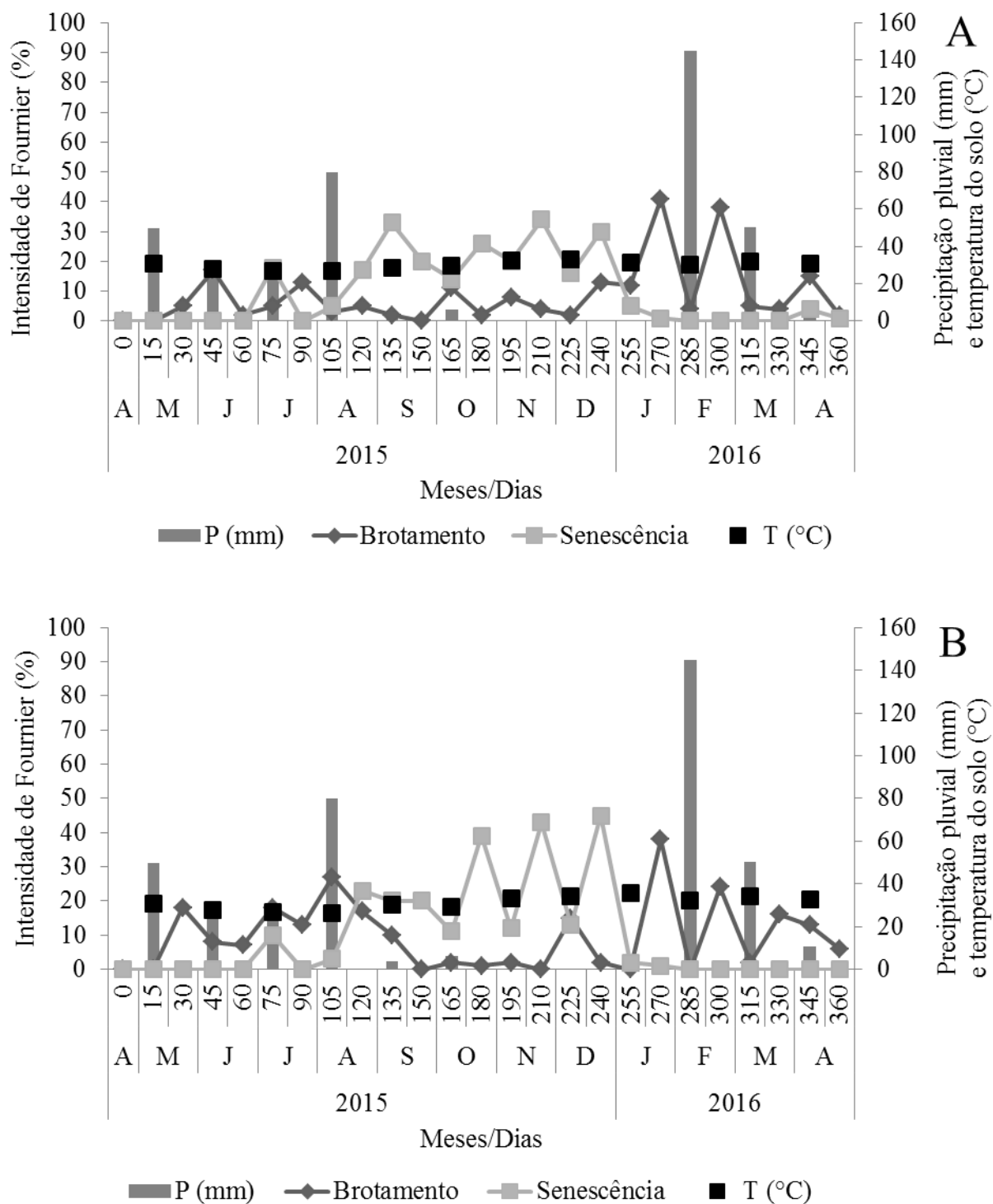
O brotamento (emissão de folhas) nas duas áreas foi registrado durante a maioria dos dias de acompanhamento da fenofase, não havendo registro somente em março e setembro de 2015 na área I e na área II em janeiro de 2015, além de janeiro e fevereiro de 2016 (Gráficos 6A e 6B).

Amorim et al. (2009) no Seridó no Rio Grande do Norte, observaram que a retomada da emissão foliar é complexa e envolve a disponibilidade hídrica que é um dos fatores que ajudam a desencadear as fenofases de espécies vegetais, sendo necessário estudar ainda como se dá o comportamento da disponibilidade hídrica sobre os padrões fenológicos de espécies da Caatinga. Ainda de acordo com os autores o padrão de brotamento entre as espécies varia em virtude de chuvas esporádicas que ocorrem em período de estiagem, de modo que algumas espécies como *Croton sonderianus* (Marmeleiro), *Combretum leprosum* (Mofumbo), *Mimosa acutistipula* (Jurema preta) e *Jatropha mollissima* (Pinhão) brotam logo após os eventos de chuva e outras espécies como *Amburana cearenses* (Cumarú), *Anadenanthera colubrina* (Angico) e *Tabebuia impetiginosa* (Pau d'arco) não apresentam o mesmo comportamento.

Constatou-se que a precipitação pluvial é um dos principais fatores que auxilia a manifestação das fenofases da espécie *B. gardneriana* apresentando um comportamento gradual a resposta das chuvas. Comparada a outras espécies pesquisadas em ambiente de Caatinga no Semiárido Paraibano, como a *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) em que Lima (2014) observou uma rápida resposta da emissão foliar aos pulsos de precipitação para esta espécie, alcançando o pico máximo em poucos dias e duração da fenofase brotamento mostrando a rapidez e a alta intensidade, resultando em um revestimento de folhas em poucos dias de toda a copa da planta.

A senescência é a mudança na tonalidade das folhas seguida da queda e esta iniciou seu desenvolvimento nas áreas estudadas em julho de 2015 tendo sido registrado ainda em janeiro e abril de 2016 (Gráficos 6A e 6B). Lima e Rodal (2010) afirmam que a fenologia das espécies da Caatinga tem estreito sincronismo com a distribuição da precipitação pluvial, notadamente *P. pyramidalis* (Catingueira). Parente et al. (2012) observaram resultados semelhantes estudando a mesma espécie no Cariri Paraibano, onde observaram maior intensidade de queda foliar a partir do início do período de estiagem, confirmando o hábito caducifólio da espécie, cujos maiores picos de queda foram registrados em meados de setembro.

Gráfico 6-Fenofases brotamento e senescência da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss pela Intensidade de Fournier, relacionado com a precipitação pluvial na área I-Olho D'Água do Casado (A) e Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

Nogueira et al. (2013) destacam que o comportamento fenológico não é padrão para toda a vegetação, já que algumas espécies apresentam adaptações como armazenamento de água no caule durante o período de estiagem, podendo apresentar padrões fenológicos independentes da precipitação. Desse modo quando se registrou ocorrência de precipitação pluvial, a espécie *B. gardneriana* rapidamente cessou a liberação de folhas, ocorrendo o contrário no primeiro registro de chuvas em que a espécie parou de liberar as folhas e emitiu botão floral, flores em antese e frutos.

A sincronia na atividade de senescência de algumas espécies da Caatinga coincidem com o início do período de estiagem, à medida em que variam temporalmente e espacialmente com o aumento nos intervalos dos interpulsos de precipitação. Por ser uma adaptação das espécies de ambientes secos para evitar a perda de água pela transpiração, as plantas asseguram sua sobrevivência em condições de extrema redução da disponibilidade de água no solo, em qualquer sistema de exploração da Caatinga. Andrade et al. (2006) consideram que quem regula a dinâmica da vegetação na Caatinga são as reservas de água do solo, que estão associados aos pulsos e interpulsos das chuvas. Lima (2014) e Amorim et al. (2009) apontam a precipitação como o fator desencadeador das fenofases, embora também mencionem que algumas espécies iniciam determinadas fenofases durante o período seco, pois trata-se de um comportamento típico da vegetação do Semiárido como uma forma de sobrevivência e adaptação.

Lima (2010) destaca que as plantas florescerem após perderem suas folhas durante o período seco, já que à medida que as folhas vão se tornando mais velhas, diminuem seu controle estomático e perdem mais água para a atmosfera do que a absorção pelas raízes. Desse modo, quando a planta perde totalmente suas folhas reduz a perda de água para a atmosfera e a absorção de água pelas raízes torna-se positiva, de maneira que mesmo no período seco a planta se reidrata e floresce.

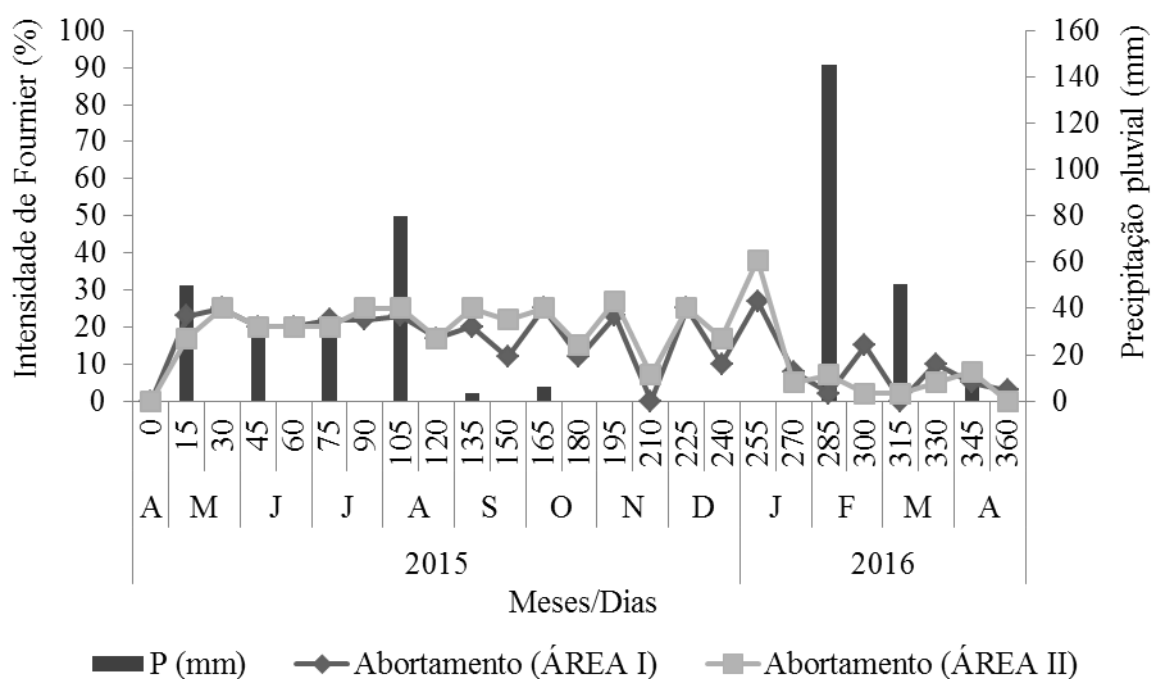
Constatou-se nas duas áreas estudadas o registro de abortamento de frutos e botões florais de maio de 2015 a abril de 2016 (Gráfico 7). Este comportamento deve-se ao baixo volume de precipitação pluvial em 2015 nos meses de maio (P=50,01 mm), junho (P=30,06 mm), julho (P=30,04 mm), agosto (P=80,05 mm), setembro (P=3,5 mm), outubro (P=6,2 mm), novembro (P=145,0 mm), dezembro (P=50,5 mm) e janeiro de 2016 (P=10,6 mm) (Gráfico 7).

O baixo volume da precipitação pluvial favoreceu o aumento da temperatura, permitindo o abortamento daquelas fenofases que estavam em desenvolvimento (Gráfico 7). Nogueira et al. (2013) pesquisando a fenologia da espécie *Dalbergia cearenses* (Pau violeta),

endêmica da floresta xerófila espinhosa do Nordeste do Brasil, constataram que as fenofases não apresentaram maior intensidade de desenvolvimento devido as condições de precipitação pluvial e temperatura.

Analisando as fenofases que estavam em desenvolvimento nas duas áreas (Tabela 4), constatou-se que o baixo conteúdo de água do solo registrado em decorrência da reduzida precipitação pluvial e das altas temperaturas durante o período de observação elevou o abortamento dessas fenofases quando registrou-se elevação da temperatura e diminuição do conteúdo de água do solo.

Gráfico 7-Intensidade de Fournier (%) para espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss na fenofase abortamento relacionada com a precipitação pluvial na área I-Olho D'Água do Casado e área II-Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

Na área I mesmo com pouca intensidade, as plantas emitem as fenofases botão floral, flores em antese, frutos, brotamento e senescência em temperatura acima de 30 °C. A temperatura do solo mais amena foi registrada no mês de julho de 2015 correspondendo a média de 26,84 °C (Tabela 4). Na área II também foi registrada temperatura do solo acima de 30 °C em oito dos doze meses de observação, apresentando mínima de 30,5 °C e máxima de 35,9 °C. A temperatura mais baixa foi registrada em agosto de 2015, atingindo 26,1 °C (Tabela 4). Observou-se que no período onde se registrou maiores valores de temperatura

coincidiu com a época de reduzida precipitação pluvial, intensificando a escassez hídrica do solo, diminuindo o brotamento das folhas da espécie *B. gardneriana*.

Assim, as fenofases botão floral, flores em antese e fruto se apresentaram com maior intensidade no período chuvoso de maio a julho e no início do período de estiagem que corresponde ao mês de agosto (Tabela 4). Cabe mencionar que as fenofases brotamento e senescência, foram registradas durante todas as observações, independente do período chuvoso e de estiagem, sendo que a senescência apresentou maior intensidade durante o período de estiagem, de agosto de 2015 a janeiro de 2016, quando as temperaturas foram elevadas (Tabela 4). Lima (2007) afirma que nas espécies da Caatinga, a senescência começa no fim do período chuvoso e se intensifica durante todo o período seco, notadamente no Semiárido Pernambucano. A espécie *B. gardneriana* desenvolve melhor suas fenofases no período chuvoso, de fevereiro a julho. No período de estiagem, de agosto a janeiro, apenas a fenofase senescência se desenvolve.

Analisando o conteúdo de água do solo na área I (Olho D'Água do Casado), os maiores valores foram registrados nos meses de junho e julho de 2015 e de fevereiro a março de 2016 correspondentes ao período de chuvas na região, apresentando um percentual de 6,15, 9,64 e 8,46 e 6,05%, respectivamente. Os demais meses de observação apresentaram conteúdo de água inferior a 2% (Tabela 4). O período de maior senescência coincidiu com o período de menor conteúdo de água do solo em outubro de 2015. Na área II (Delmiro Gouveia) o maior percentual do conteúdo de água do solo foi registrado de maio a julho de 2015, com 3,81, 3,27 e 7,20%, respectivamente, em abril de 2016 (3,66%) e em outubro de 2015 (5,04%). Os demais meses apresentaram conteúdo de água do solo abaixo de 2% (Tabela 4).

As fenofases botão floral, flores em antese e frutos se apresentaram mais frequentes no período chuvoso, decorrente dos picos de conteúdo de água do solo, comprovando que a emissão das folhas se manifesta quando ocorre disponibilidade de água no solo. Mesmo nos meses com menor conteúdo de água do solo foi imprescindível para as fenofases botão floral, flores em antese, fruto e brotamento. O mesmo comportamento foi observado por Éder-Silva (2009), que constatou nos períodos com baixo volume pluvial e reduzida reposição da reserva de água do solo, dificultando o surgimento das fenofases de determinadas plantas, sendo que o pouco de água que o solo consegue absorver é suficiente para que as plantas possam emitir novas folhas embora as fenofases ainda se apresentem com baixa intensidade.

A fenofase senescência na área II, apresentou maior intensidade no período de estiagem que vai de agosto a janeiro, onde também foram registrados altas temperaturas e menor precipitação pluvial (Tabela 4). Lima (2014) estudando espécies da Caatinga observou

que quando passam a predominar os interpulsos de precipitação há redução na disponibilidade de água no solo para as plantas, não sendo suficiente para suprir as necessidades de desenvolvimento e como consequência começa sua fase de senescência foliar. O mesmo observou que a perda total das folhas durante o período mais seco do ano esta relacionada com o déficit hídrico, ocasionando a diminuição das trocas gasosas incluindo a de água entre as folhas e o ambiente. Éder-Silva (2009) afirma que quando a fase de emissão foliar alcança o pico máximo, a fase de permanência das folhas na planta passa a depender dos interpulsos de precipitação, pois estes vão aumentando o intervalo entre um pulso e outro, favorecendo o aparecimento das fenofases.

Assim, o baixo conteúdo de água do solo também influencia o desenvolvimento da planta e quando ocorrem altas temperaturas durante um longo período, favorece a ocorrência de abortamento das fenofases botão floral, flores em antese e frutos que estavam em desenvolvimento decorrente das rígidas condições microclimáticas, afetando o ciclo natural. A partir do momento que cessou a emissão foliar, a disponibilidade de água do solo passou a ser um fator essencial para a permanência de folhas na planta e consequentemente das flores e frutos que estavam em desenvolvimento (Tabela 4). Cabendo mencionar que houve diferença estatística entre as fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss entre os meses nas duas áreas analisadas (Tabela 4).

Tabela 4-Médias mensais das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss nas áreas I-Olho D'Água do Casado e II-Delmiro Gouveia, Alagoas

Meses	Fenofases															
	Área I (Olho D'Água do Casado)								Área II (Delmiro Gouveia)							
	Bf	A	Ft	Bt	S	Ab	T (°C)	CAS (%)	Bf	A	Ft	Bt	S	Ab	T (°C)	CAS (%)
1	1,44aA	1,05aB	1,08aA	0,81aC	0,71aD	1,51aB	30,93aC	2,81aC	1,55aA	0,85aA	1,13aA	1,08Ae	0,71aB	1,46aC	30,86aE	3,81aB
2	1,16aB	1,03aB	1,28aA	1,07aC	0,71aD	1,42aB	28,13aD	6,15aB	1,58aA	1,15aA	1,12aA	0,97aE	0,71aB	1,43aC	27,82aG	3,27bB
3	1,171aB	0,85bB	1,40aA	1,09aC	1,08aD	1,49aB	26,84aE	9,64aA	1,58aA	1,51aA	1,38aA	1,28aE	0,90aB	1,51aC	26,58aH	7,20bA
4	0,71aB	0,74aB	1,03aB	0,87aC	1,12aD	1,41aB	26,98aE	2,21aC	1,05aB	0,71aA	1,04aA	1,48aE	1,24aB	1,46aC	26,09aH	1,62aC
5	0,74aB	0,71aB	0,74aB	0,74aC	1,58aD	1,28aB	28,4bD	1,26aC	0,74aB	0,71aA	0,78aB	0,91aE	1,78aB	1,53aC	30,45aE	1,06aC
6	0,71aB	0,71aB	0,71aB	2,23aB	5,62bC	2,12bA	29,68aC	1,32bC	0,71aB	0,71aA	0,71aB	0,94bE	8,69bC	3,24aB	29,01aF	5,04aB
7	0,71aB	0,71aB	0,71aB	1,92aB	7,77bA	2,29bA	32,24aA	1,04aC	0,71aB	0,71aA	0,71aB	0,81aE	9,27aA	3,48aB	33,08aC	1,16aC
8	0,71aB	0,71aB	0,71aB	3,09aB	6,67bB	2,72aA	32,99bA	1,56aC	0,71aB	0,71aA	0,71aB	4,2aC	9,42aA	2,80aB	34,05aB	1,13aC
9	2,19aA	1,18aB	0,89aB	8,67aA	1,34aD	3,09bA	31,17bD	1,58aC	0,71bB	0,71aA	0,71aB	8,54aA	0,85aB	4,31aA	35,89aA	0,81aC
10	2,23aA	2,14aA	1,52aA	8,08aA	0,71aD	2,33aA	30,12bC	8,46aA	0,71bB	0,71bA	0,71bB	6,26bB	0,71aB	0,95bC	32,23aD	1,44bC
11	1,57aA	1,15aB	1,25aA	2,26bB	0,71aD	1,17aB	32,18bA	6,05aB	0,74bB	0,77aA	0,71bB	4,63aC	0,71aB	0,91aC	34,10aB	1,42bC
12	1,87aA	1,58aA	1,30aA	3,24aB	1,05aD	1,04aB	30,56bB	2,51aC	0,80bB	0,85bA	0,71bB	3,12aD	0,71aB	0,95aC	32,81aC	3,66aB

Bf=botão floral; A=flores em antese; Ft=fruto; Bt=brotamento; S=senescência; Ab=abortamento. Letras maiúsculas iguais dentro de cada mês e letras minúsculas iguais entre os meses, não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elba dos Santos Lira

4.2.2 Frequência Absoluta (%) das fenofases nas matrizes da espécie *Byrsonima gardneriana*

A. Juss

Ao avaliar a Frequência Absoluta das 15 matrizes de *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici) em relação a fenofase fruto, verificou-se que 100% das matrizes apresentaram frutos simultaneamente em maio e 73,3% das plantas estavam com frutos em junho e 66,6% das matrizes continham frutos em julho, voltando a ocorrer novamente em setembro com pouca frequência, pois somente 6,6% das plantas mantiveram fruto nesta época do ano. Em janeiro, que antecede o período de chuvas 26,6% das matrizes de *B. gardneriana* apresentaram a fenofase fruto e quando do retorno do período chuvoso, de fevereiro a abril, o percentual de plantas com fruto correspondeu a 33,3, 60 e 53,3%, respectivamente (Gráfico 9).

As matrizes de *B. gardneriana* apresentaram frequência de maio a agosto de 2015 e voltando a ocorrer também no período de janeiro a abril de 2016. A fenofase fruto apresentou maior frequência que botão floral e flores em antese, ocorrendo de maio a setembro de 2015 e de janeiro a abril de 2016 (Gráfico 9).

Cabendo mencionar que as fenofases botão floral, flores em antese e frutos dependem de água para se desenvolver, por essa razão no período seco, o percentual de matrizes com estas fenofases foi baixo, havendo meses sem o registro desta fenofase. Fabricante et al. (2009) observaram que a espécie *Capparis flexuosa* (Feijão bravo) apresentam flores em antese no Cariri Paraibano no período de chuvas na região, havendo sincronia entre estas fenofases.

Observou-se que em agosto somente 6,6% das plantas de *B. gardneriana* estavam com flores em antese e 55,3% com fruto. Em setembro apenas 6,6% apresentavam botões florais e frutos. Nos meses de outubro, novembro e dezembro não apresentaram nenhuma dessas fenofases nas plantas amostradas. A partir de janeiro até abril de 2016 foi possível observar a frequência de 6,6, 26,6, 20 e 40%, respectivamente (Gráfico 9). Fabricante et al. (2009) observaram comportamento semelhante de frutificação também no período de janeiro a abril e de maio para a espécie *Capparis flexuosa* (Feijão bravo) no Cariri Paraibano.

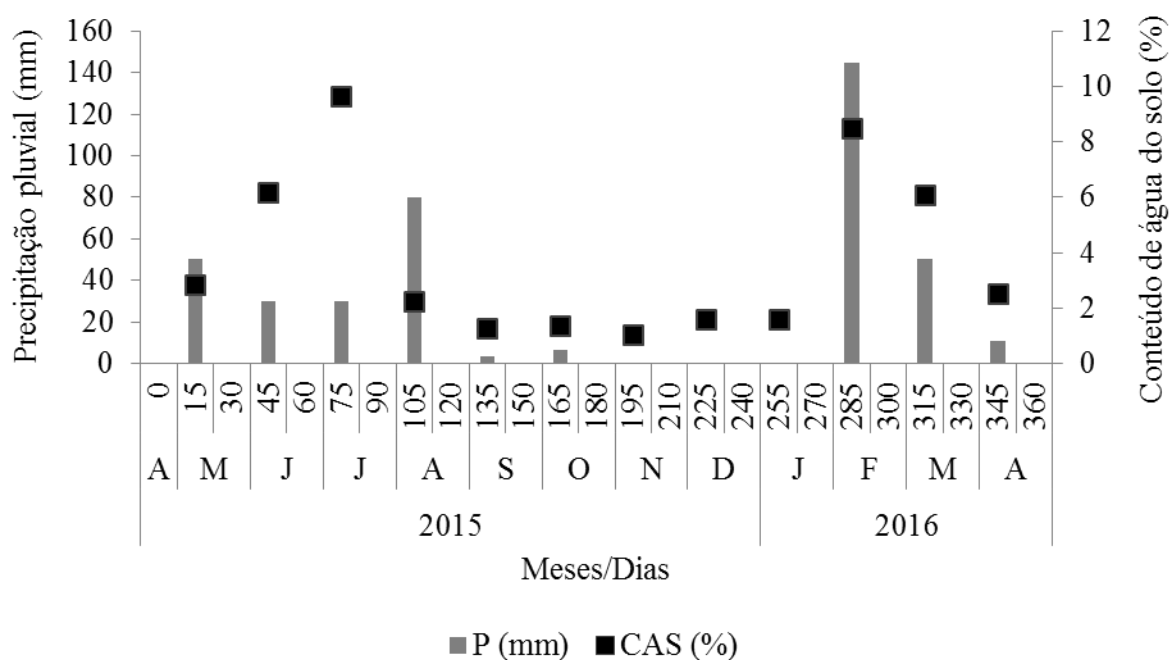
As matrizes de *B. gardneriana* mantiveram a fenofase brotamento durante todo o período, apresentando a menor frequência (6,6%) em setembro de 2015, com ocorrência apenas em uma das matrizes. O desenvolvimento do brotamento é importante para que a espécie consiga sobreviver durante o prolongado período de estiagem na região, pois esta espécie emite novas folhas durante o período seco como forma de sobrevivência. Paiva (2014) e Parente et al. (2012) observaram ocorrência para a fenofase brotamento de espécies vegetais

no Espírito Santo durante todo o período e com maior frequência no início do período chuvoso.

Em relação a senescência 100% dos indivíduos amostrados apresentaram esta fenofase nos meses de setembro a dezembro de 2015, coincidindo com o período de estiagem, em que botões florais, flores em antese e frutos não ocorreram em nenhuma das plantas. Nos meses de maio e julho de 2015 e fevereiro e março de 2016 não houve ocorrência das fenofases botão floral, flores em antese e fruto (Gráfico 9).

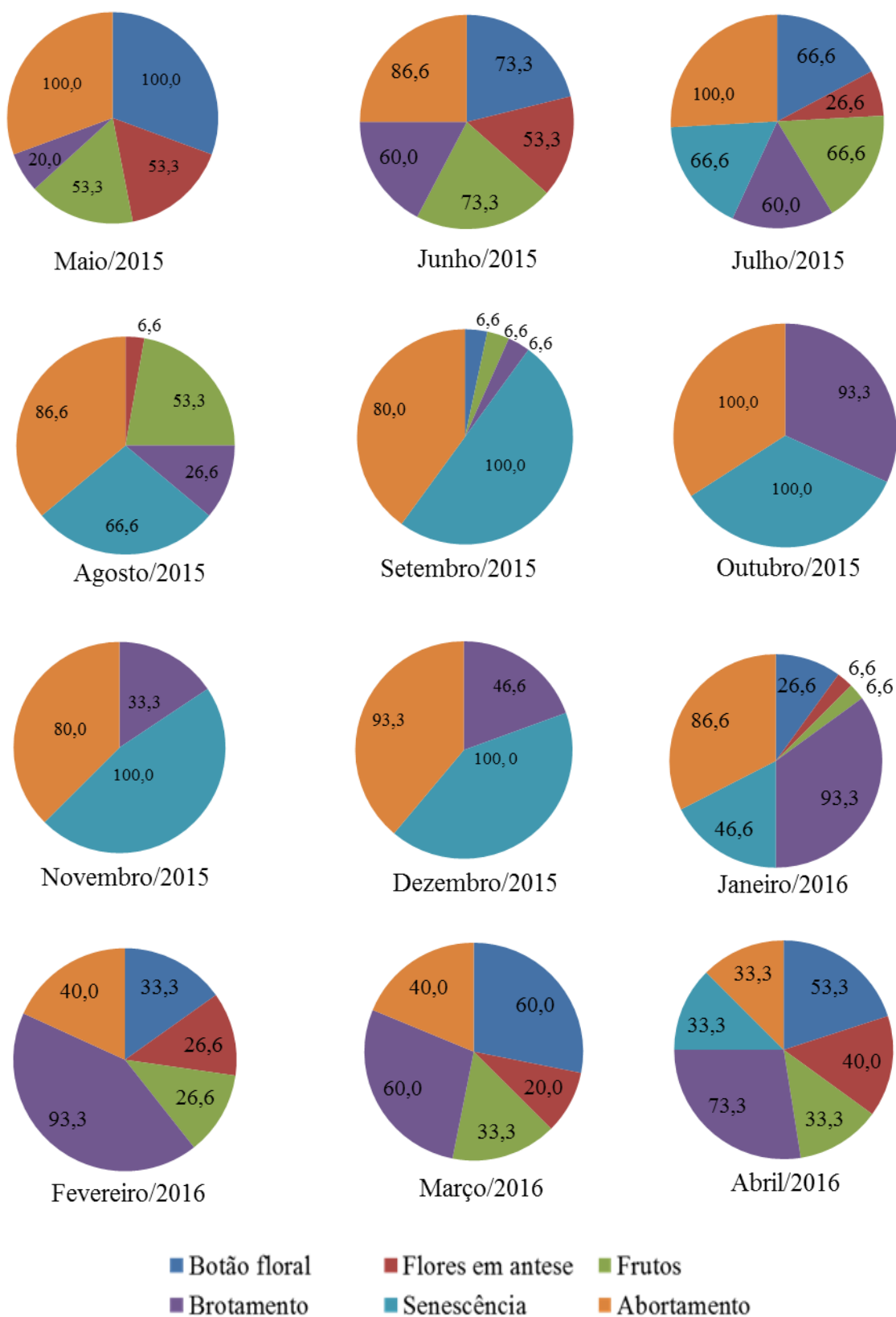
Em decorrência dos registros de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo (Gráfico 8), o abortamento entre as matrizes da espécie *B. gardneriana* ocorreu durante todo o período de observação, de maio de 2015 a abril de 2016), com 40% no mês de fevereiro, 33,3% em março e abril (Gráfico 9).

Gráfico 8-Precipitação pluvial (mm) e conteúdo de água do solo em Olho D'Água do Casado, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

Gráfico 9-Frequência Absoluta das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em Olho D'Água do Casado, Alagoa

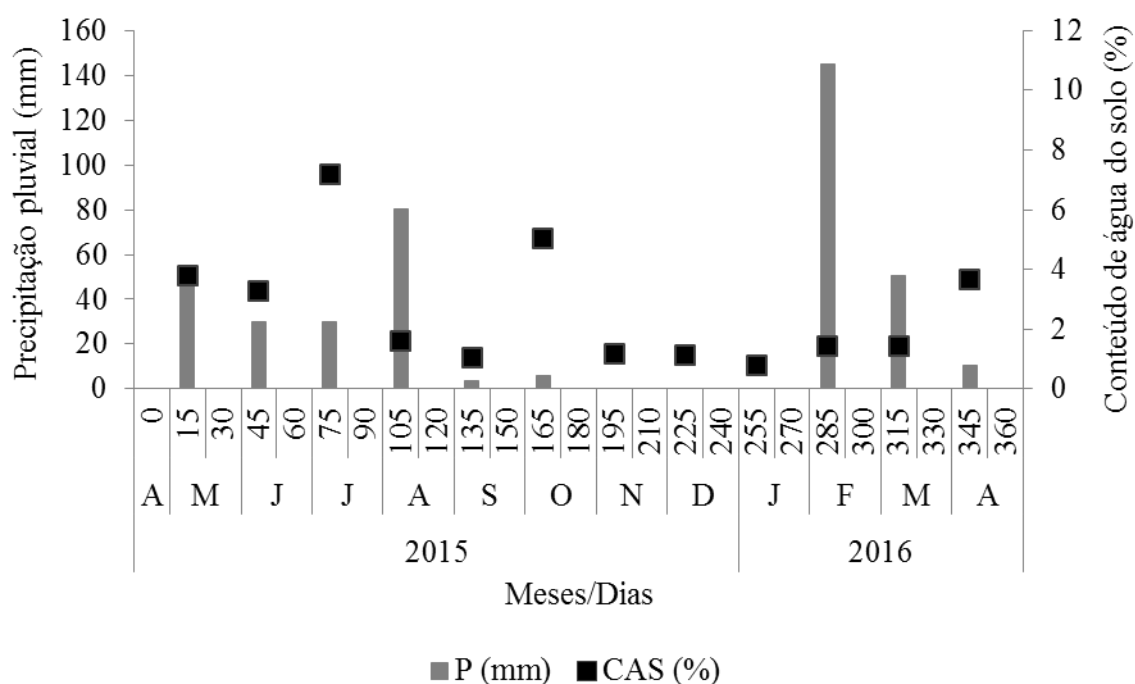


Fonte: Elba dos Santos Lira

A frequência absoluta da espécie *B. gardneriana* na área II (Delmiro Gouveia), apresentou variação das fenofases botões florais, flores em antese, frutos, brotamento, senescência e abortamento no período de maio de 2015 a abril de 2016 (Gráfico 11).

As plantas apresentaram 100% de botão floral nos meses de maio, junho e julho, correspondendo ao período de chuvas na região, com maior conteúdo de água do solo (Gráfico 10), em agosto 66,7% das plantas apresentaram botão floral e nos meses de setembro de 2015, março e abril de 2016 apenas 6,7% das plantas. De outubro de 2015 a fevereiro de 2016 não houve registro desta fenofase entre as plantas (Gráfico 11).

Gráfico 10-Precipitação pluvial (mm) e conteúdo de água do solo em Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

As flores em antese ocorreram de maio a julho de 2015 atingindo 26,7, 66,7 e 100%, das plantas, respectivamente. Em março e abril de 2016 somente uma matriz de *B. gardneriana* flores em antese, correspondeu a 6,7%, não havendo ocorrência desta fenofase no período de agosto de 2015 a fevereiro de 2016 (Gráfico 11). Cabe mencionar que o período em que não houve ocorrência de botões florais, flores em antese e frutos coincidiu com período de estiagem durante as observações (Gráfico 10). Pilon et al. (2015) também observaram que flores em antese e frutos se desenvolvem de forma mais intensa e frequente nas plantas no período de transição entre período chuvoso e de estiagem.

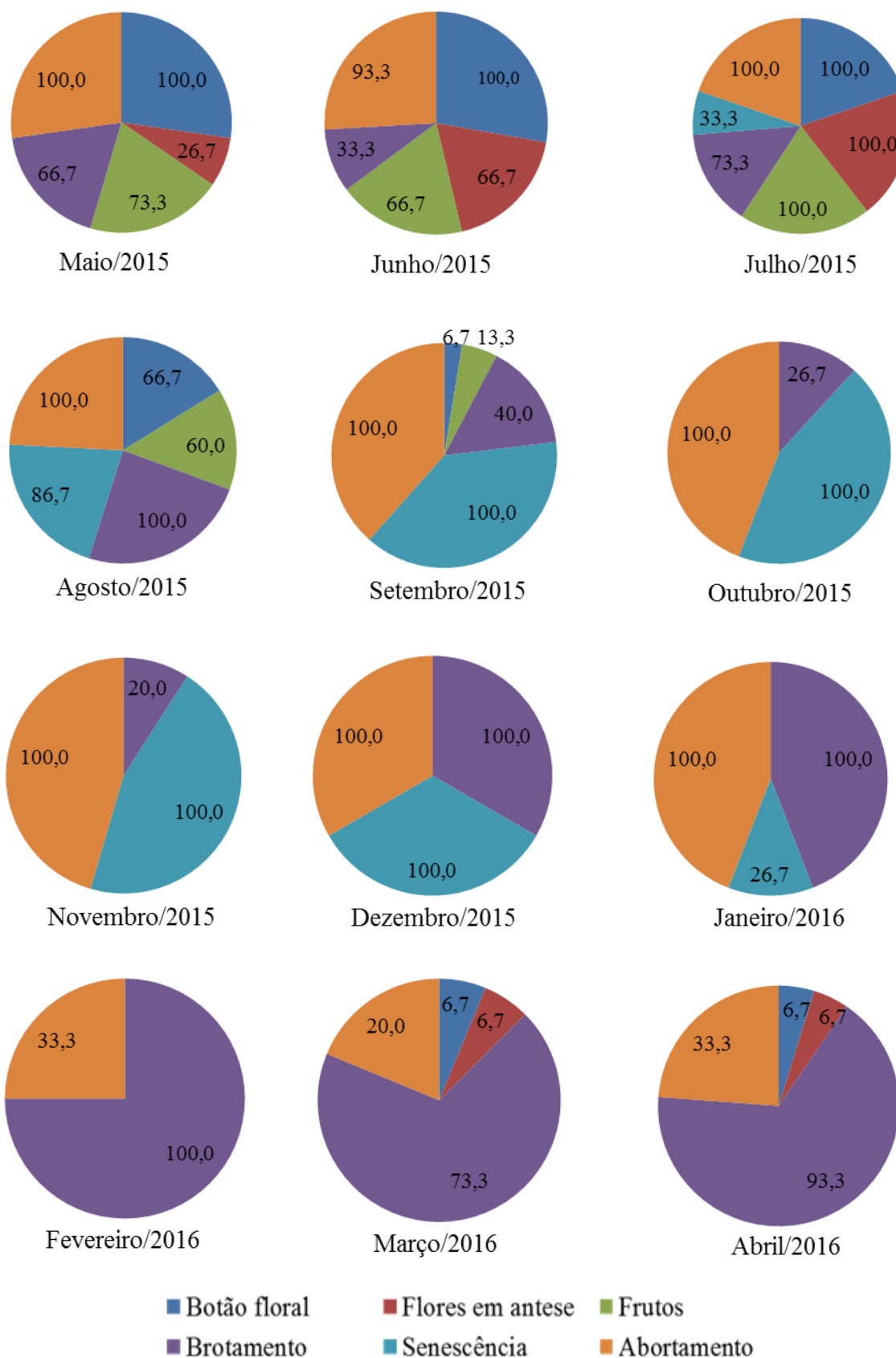
Das matrizes de *B. gardneriana*, 73,3% apresentaram frutos simultaneamente em maio, junho (66,7%) e julho (100%). De outubro de 2015 a abril de 2016 cessou a ocorrência de frutos entre as matrizes da espécie estudada (Gráfico 11).

A fenofase brotamento ocorreu em todo o período de observação, com intensidade máxima entre as matrizes de agosto a dezembro de 2015 e em janeiro e fevereiro de 2016 100% das matrizes estavam apresentando esta fenofase, atribuído a precipitação pluvial durante o período de observação (Gráficos 10 e 11). Parente et al. (2012) observaram picos de brotamento coincidindo com o período de maior ocorrência de chuvas.

Observou-se que 100% das matrizes de *B. gardneriana* apresentaram senescência simultaneamente no período de setembro a dezembro de 2015 e em maio e julho de 2015. De fevereiro a abril de 2016 não houve ocorrência desta fenofase (Gráfico 11). Parente et al. (2012) também observaram o mesmo comportamento, período de senescência coincidiu com o período seco para as espécies *Croton sonderianus* (Marmeleiro), *Poincianela pyramidalis* (Catingueira), *Malva sylvestris* (Malva) e *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro) em área de Caatinga, no Cariri paraibano.

O abortamento entre as matrizes da espécie *B. gardneriana* ocorreu durante todo o período de observação, sendo que em oito meses as matrizes apresentaram 100% de abortamento de botão floral, flores em antese e frutos, mantendo-se inferior a 100% somente em julho de 2015 (93,3%), fevereiro, março e abril de 2016 com 33,3, 20,0 e 33,3%, respectivamente (gráfico 11).

Gráfico 11-Frequência Absoluta das fenofases da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

4.2.3 Índice de Atividade (%) influenciada pelas condições edafoclimáticas

O índice de atividade ou porcentagem de indivíduos revela o período em que uma determinada fenofase ocorre de maneira mais generalizada em uma população de plantas de *Byrsonima gardneriana* A. Juss (Murici), mostrando o sincronismo e indicando a proporção de indivíduos desta população que está manifestando simultaneamente um determinado evento fenológico.

Na área I (Olho D'Água do Casado), as matrizes que estavam desenvolvendo a fenofase botão floral (Figura 18) apresentaram sincronia entre as plantas de *B. gardneriana*, com exceção dos meses de abril e setembro de 2015 apresentando um somatório de atividade para os botões florais de 49,04% entre as plantas (Gráfico 12A) e na área II (Delmiro Gouveia) a média foi de 55,56% ocorrendo em todas as matrizes com exceção do mês de setembro de 2015 (Gráfico 12B).

Figura 18-Botões florais da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss



Fonte: Elba dos Santos Lira

Foi observado que as plantas de *B. gardneriana* apresentaram um somatório de 38,92% de atividade para a fenofase flores em antese na área I (Figura 19 e Gráfico 12A), na área II apresentou 41,8%, com exceção dos meses de agosto e setembro de 2015 (Figura 19 e Gráfico 12B).

Figura 19-Flores em antese da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss



Fonte: Elba dos Santos Lira

Assim, as 15 matrizes de *B. gardneriana* nas duas áreas estavam manifestando botão floral e flores em antese simultaneamente (Figura 20 e Gráficos 12A e 12B), com exceção de junho, agosto e setembro de 2015. Lima (2014) verificou-se comportamento de sincronia entre as fenofases botão floral e flores em antese nos anos de 2009 e 2010, em pesquisa realizada no Semiárido da Paraíba para a espécie *Poincianella pyramidalis* (Catingueira).

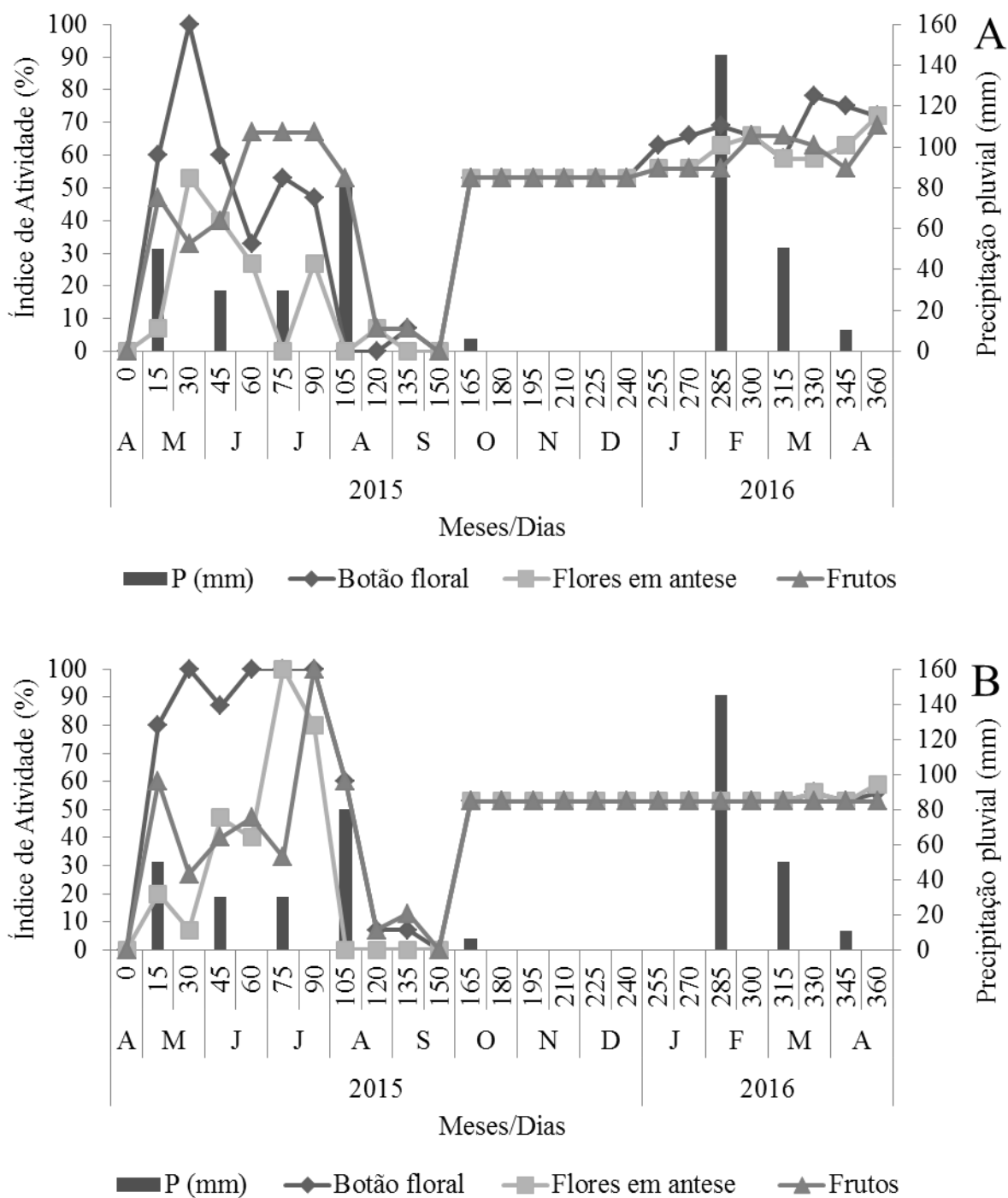
De acordo com Mantovani e Martins (1988) e Jazen (1967), espécies arbóreas que apresentam sincronismo de floração em sua população como é o caso da espécie *B. gardneriana*, é uma estratégia da planta para atrair o polinizador, já que as flores ficam expostas e visíveis, facilitando o acesso do polinizador, aumentando a taxa de polinização.

Figura 20-Botões florais e flores em antese da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss



Fonte: Elba dos Santos Lira

Gráfico 12-Índice de Atividade (%) das fenofases botão floral, flores em antese e frutos da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss relacionado com a precipitação pluvial (mm) na área I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

A presença de frutos (Figura 21) na área I (Olho D'Água do Casado) foi registrada em todas as plantas de *B. gardneriana* apresentando um somatório de 47,76% de atividade ao longo do acompanhamento fenológico (Gráfico 13A) e a área II (Delmiro Gouveia) apresentou 45,16% de atividade (Gráfico 13B). Somente no mês de setembro de 2015 é que não houve ocorrência de frutos em nenhuma das plantas nas duas áreas, onde a ocorrência de precipitação anteriores não foram suficientes para desencadear esta fenofase no mês de setembro. Lima (2014) constatou comportamento similar em que a queda de frutos pequenos ocorre por terem se formado no período de interpulsos de precipitação e de curta duração. De modo complementar, Sousa (2011) em pesquisa realizada no Cariri Paraibano constatou que a intensidade de frutificação é concentrada principalmente de maio a outubro.

Figura 21-Frutos da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss



Fonte: Elba dos Santos Lira

Em relação ao brotamento de folhas novas da espécie *B. gardneriana* na área I (Gráfico 13A), registrou-se uma média de 52% entre os indivíduos analisados e na área II constatou-se que 59,16% de atividade para brotamento (Gráfico 13B), mesmo o período de observação das fenofases, tendo sido de baixa precipitação pluvial durante os meses. Nas duas áreas as plantas não apresentaram a fenofase brotamento em maio e em setembro de 2015 em virtude da reduzida precipitação pluvial durante o período de observação, nos demais meses a fenofase se apresentou em todas as plantas (Gráficos 13A e 13B).

Lima (2014) destaca que os pequenos pulsos de precipitação de curta duração não são suficientes para desencadear a emissão de folhas jovens, quando não ocorre disponibilidade de água no solo. Para Éder-Silva (2009), a emissão de folhas surge quando ocorre algum evento de precipitação, sobretudo de pequena intensidade não assegura a reposição da reserva hídrica do solo, sendo insuficiente para que as plantas emitam novas folhas. Lima (2007)

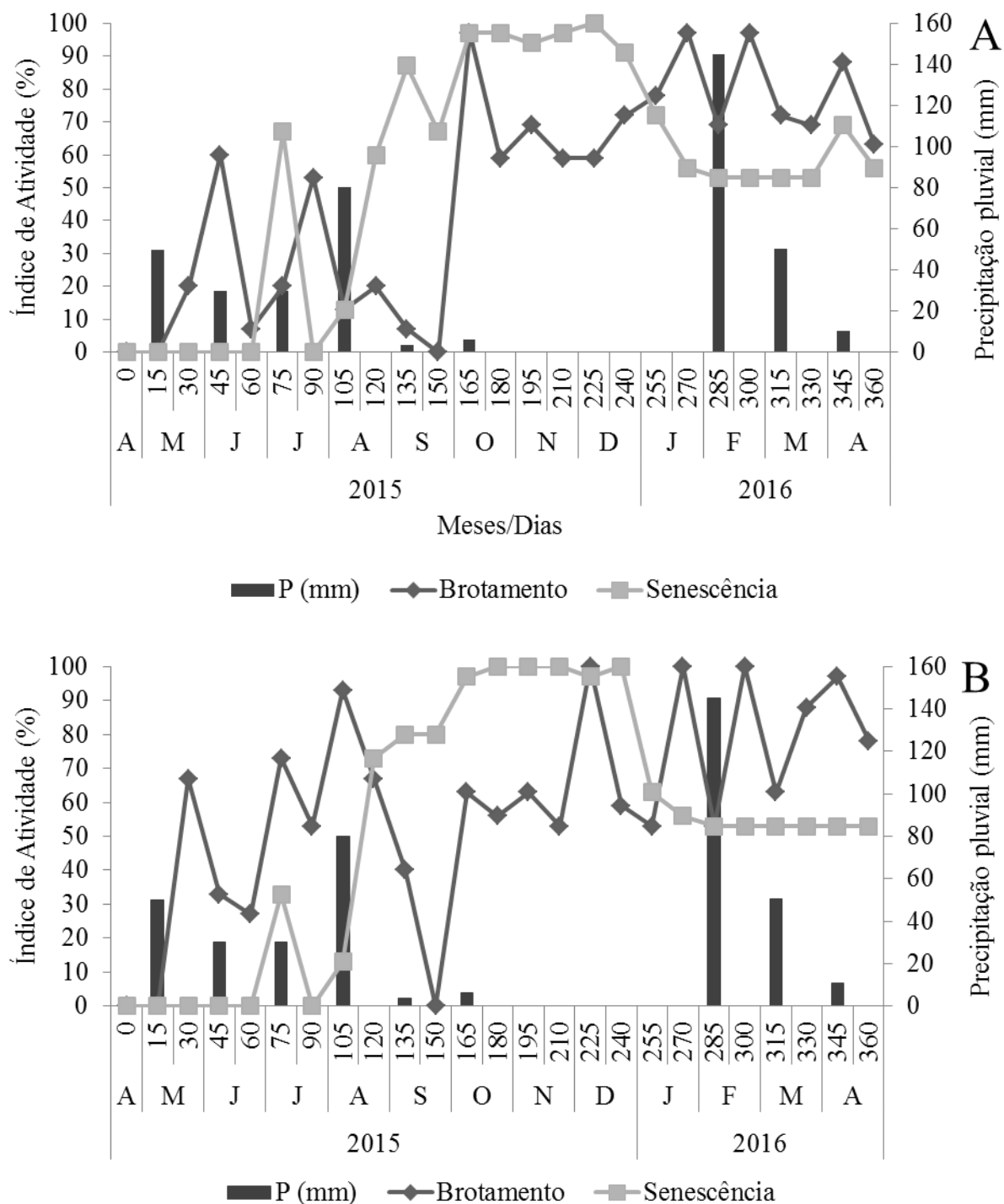
observou que a fenofase brotamento em espécies vegetais da Caatinga inicia em resposta a precipitação pluvial e algumas espécies mesmo no período seco, podem apresentar algumas matrizes com surgimento de novas folhas.

Parente et al. (2012) em pesquisa realizada em área de Caatinga no Cariri da Paraíba, verificaram uma forte influência da precipitação para a espécie *Croton sonderianus* (Marmeleiro) sobre a emissão de folhas, mostrando o efeito do pulso de precipitação sobre os aspectos fenológicos desta espécie. O que se observa é que mesmo com poucas chuvas a espécie *B. gardneriana* apresentou emissão de folhas entre as matrizes.

A senescência das plantas de *B. gardneriana* atingiu 55,62% de atividade na área I (Olho D'Água do Casado) e 52,4% na área II (Delmiro Gouveia) ocorrendo em todos os meses. Somente de maio a julho de 2015 na área I não foi registrada a ocorrência desta fenofase entre as matrizes da espécie estudada (Gráfico 13A). Na área II não ocorreu senescência em maio, junho e julho de 2015 (Gráfico 13B). Lima (2014) verificou-se que mesmo havendo pulsos de precipitação as plantas entraram em senescência e este comportamento foi se estendendo durante o período de estiagem, no Semiárido Paraibano.

Lima e Rodal (2010) detectaram que 100% dos indivíduos da Caatinga do Semiárido Brasileiro perdem as folhas no período de estiagem, em destaque citam *Poincianella pyramidalis* (Catingueira), que inicia a senescência independente dos períodos chuvoso ou de estiagem. Este fato ocorre de acordo com os autores, pela disponibilidade de água no solo e pelo acúmulo de água em seus tecidos de reserva que ajuda no surgimento dessa fenofase. De forma complementar, Silva (2015) menciona que a estrutura e funcionamento da vegetação da Caatinga é influenciada pela disponibilidade hídrica, favorecendo o desenvolvimento do comportamento fenológico. Leite e Machado (2010) citam espécies vegetais, como a *Poincianella bracteosa* que iniciam suas fenofases independentemente da ocorrência de chuvas.

Gráfico 13—Índice de Atividade (%) das fenofases brotamento e senescência da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss relacionado com a precipitação pluvial (mm) na área I-Olho D'Água do Casado (A) e II-Delmiro Gouveia (B), Alagoas

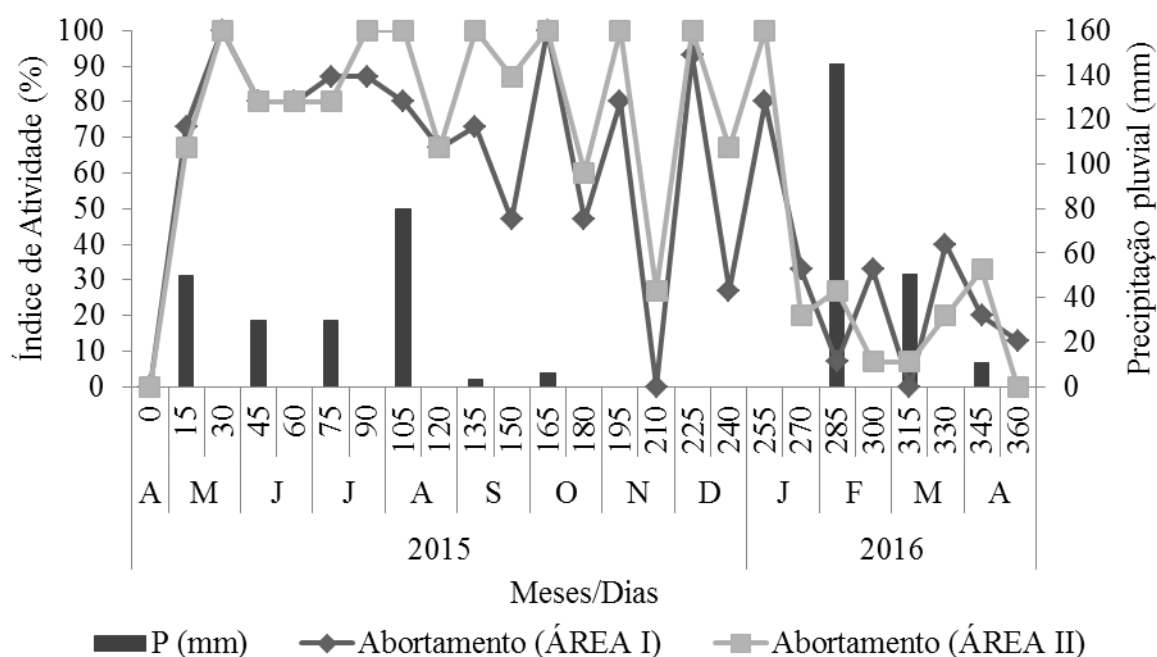


O índice de atividade de plantas de *B. gardneriana* que apresentaram abortamento ao mesmo tempo correspondeu a 53,88% na área I (Olho D'Água do Casado) e 61,16% na área II (Delmiro Gouveia) (Gráfico 14). Lima (2014) observou o comportamento de plantas da espécie *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) que conseguiram formar frutos mesmo no período de estiagem. No entanto, não conseguiram dar continuidade ao processo de maturação, secando na própria planta em decorrência da pouca chuva durante os anos, levando os mesmos a abortarem.

A espécie *B. gardneriana* quando da ocorrência de pulsos de precipitação pluvial de curta duração durante o período de avaliação acarretou o abortamento das fenofases quando as mesmas estavam se desenvolvendo (Gráfico 14).

Andrade et al. (2006) mencionam que os pulsos de precipitação são indutores das atividades fisiológicas da vegetação da Caatinga, sendo responsável por desencadear os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas. No entanto, quando esses pulsos ocorrem no período de curta duração, promovem o rápido abortamento de botões florais, flores e frutos quando na fase inicial.

Gráfico 14-Índice de Atividade (%) da fenofase abortamento da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss em relação a precipitação pluvial na área I-Olho D'Água do Casado e área II-Delmiro Gouveia, Alagoas



Fonte: Elba dos Santos Lira

5. CONCLUSÕES

- As fenofases botão floral, flores em antese, frutos, brotamento e senescência da espécie *Byrsonima gardneriana* A. Juss ocorrem em sincronia com a distribuição dos pulsos de precipitação pluvial e conteúdo de água do solo;
- A senescência das folhas da espécie *B. gardneriana* acontece quando os interpulsos da precipitação pluvial se intensificam;
- No período de estiagem, os botões florais, flores em antese e frutos da espécie *B. gardneriana* entram em fase de abortamento em virtude das elevadas temperaturas, reduzida precipitação pluvial e baixo conteúdo de água do solo, registrando-se também abortamento destas fenofases nos meses com ocorrência de interpulsos de precipitação;
- No período experimental em Olho D'Água do Casado, mesmo com baixa precipitação pluvial há registro das fenofases botão floral, flores em antese e frutos nos períodos (maio-agosto e janeiro-abril), brotamento (junho-agosto e outubro-abril), senescência (julho-janeiro e em abril). Em Delmiro Gouveia, as fenofases botão floral foram registradas nos períodos (maio-setembro e março-abril), flores em antese (maio-julho e março-abril), frutos (maio-setembro e janeiro-abril), brotamento (junho-agosto e outubro-abril) e senescência (julho-janeiro e em abril);
- A fenofase abortamento dos botões florais, flores em antese e frutos é registrada durante todos os meses de observação nas duas áreas experimentais;
- Os elevados teores de carbono e matéria orgânica nas áreas experimentais confirmam a condição de ambientes preservados, favorecendo o desenvolvimento da espécie *B. gardneriana*, sobretudo quando há boas condições edafoclimáticas;
- A espécie *B. gardneriana* apresenta tendência a agregação, havendo maior ocorrência nas parcelas com presença de lajedos e/ou afloramento rochoso, independente das áreas experimentais.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras**. 1. ed. São Paulo: USP, 1974. 37 p.
- ALAGOAS. Secretaria de Estado do planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Perfil Municipal**: Delmiro Gouveia. 3. ed. Maceió: 2015. 24 p.
- ALAGOAS. Secretaria de Estado do planejamento e Desenvolvimento Econômico. **Perfil Municipal**: Olho D'Água do Casado. Maceió: 2015. 24 p.
- ALMEIDA, A. V. D. L. de. et al. Atributos físicos, macro e micromorfológicos de Neossolos Regolíticos no Agreste Meridional de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1235-1246. set/out. 2015.
- ALMEIDA, E. J. de; JESUS, N. de; MARTINS A. B. G. Fenologia do florescimento e frutificação do *Dovialis*. **Científica**, Jaboticabal, v. 39, n. 1/2, p. 79-84, jan/dez. 2011.
- ALVES, A. R. et al. Análise da estrutura vegetacional em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus, Piauí. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 99-106, out/dez. 2013.
- AMORIM, I. L. de; SAMPAIO, E. V. S. B., ARAÚJO, E. de L. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 491-499, maio/jun. 2009.
- _____. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 615-623, jul/set. 2005.
- ANDRADE, A. P. de et al. A Caatinga no contexto da variabilidade sazonal da disponibilidade de forragem. In: ALENCAR, G. S. S.; GUERRA, I. **Diversidade do Saber Científico**: reflexões sobre ciência, saúde e esporte. 1 ed. Juazeiro do Norte: IFCE, 2013, p. 17-46.
- ANDRADE, A. P. de et al. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 4, p. 01-14, dez. 2010.
- ANDRADE, A. P. de et al. Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos pulsos de precipitação. In: XLIII REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 43. 2006. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ/UFPB, 2006. p. 138-155.
- ARAÚJO, K. D. **Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São João do Cariri-PB**. 2010. 151 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais)-Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2010.
- ARAÚJO, J. L. O. et al. Síndromes de polinização ocorrentes em uma área de Mata Atlântica, Paraíba, Brasil. **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 4, p. 83-94, dez. 2009.

- AZEVEDO, T. B. de. **Avaliação de áreas de caatinga em diferentes estágios sucessionais**. 2010. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2010.
- BARBOSA, A. da S. **Estrutura da vegetação e distribuição espacial de *Cactaceae* em áreas de Caatinga do Semiárido Paraibano**. 2011. 166 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.
- BEZERRA, E. S.; LOPES, A. V.; MACHADO, I. C. Biologia reprodutiva de *Byrsonima gardnerana* A. Juss. (Malpighiaceae) e interações com abelhas *centris* (centridini) no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 95-108, jan/mar. 2009.
- BORCHARTT, L. **Atributos físicos e químicos de uma Topossequência e ciclagem de nutrientes em áreas de mata nativa e reflorestada**. 2013. 138 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.
- CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J. Grupos florísticos em uma Floresta Ombrófila Mista, Nova Prata, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, v. 8, n. 4, p. 641-647, out/dez. 2013.
- CARVALHO, E. C. D. de. **Estrutura e estágios de sucessão ecológica da vegetação de caatinga em ambiente serrano no Cariri Paraibano**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental)-Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.
- CASTRO, R. Educação ambiental, valorização de diversidades. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos**, São Leopoldo, n. 389, ano XXII, p. 20-23, abr. 2012.
- CERRATINGA. **MURICI**. Disponível em: <<http://www.cerratinga.org.br>>. Acesso em: 16 maio. 2015.
- CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. In: ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 6. ed. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 174-179.
- CORDEIRO, J. M. P.; OLIVEIRA, A. G. de. Levantamento fitogeográfico em trecho de Caatinga hipoxerófila – Sítio Canafístula, Sertãozinho – Paraíba, Brasil. **Revista OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v. 4, n. 1-2, p. 54-65, jan/dez. 2010.
- DANTAS, J. G. et al. Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de Caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 134-142, 2010.
- ÉDER-SILVA, E. **Fitossociologia, regeneração e qualidade de sementes em áreas de caatinga**. 2009. 237 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Embrapa de Informação Tecnológica**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 14 jun. 2015.

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias- EMBRAPA. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: Embrapa Solos, 2012. 238 p. (Boletim Técnico).

Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 627 p.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, L. S. B. Fenologia de *Capparis flexuosa* L. (Capparaceae) no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, n.2, p.133-139, p. abr/jun. 2009.

FARIA, R. A. P. G. de et al. Fenologia de *Brosimum gaudichaudii* Trécul. (Moraceae) no Cerrado de Mato Grosso. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 67-75, jan/mar. 2015.

FERRAZ, R. C. et al. Levantamento fitossociológico em área de Caatinga no Monumento Natural Grota do Angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 99-106, out/dez. 2013.

FERREIRA, M. C.; CONSOLARO, H. Fenologia e síndromes de polinização e dispersão de espécies de sub-bosque em um remanescente florestal urbano no Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1708-1720, nov. 2013.

FERREIRA, L. E. **Atributos químicos do solo sob o dossel da Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul), em áreas submetidas a diferentes intensidades de pastejo**. 2011. 66 f. (Dissertação de Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

FERRERA, T. S. **Fenologia de espécies arbóreas nativas no jardim botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia)-Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

FIALHO, J. S. et al. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 250-257. jul/set. 2006.

FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, San José, v. 24, n. 4, p. 422-423, nov/dec. 1974.

FRANCELINO, M. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; RESENDE, M. Elaboração de um sistema de classificação da capacidade de suporte em ambiente semi-árido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 83-91, 2005.

FREIRE, J. M. et al. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em área fragmentada de Mata Atlântica em Itaboraí, RJ. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 75, p. 243-252, jul/set. 2013.

GOMES, D. L. Caracterização climática de Delmiro Gouveia e Olho D'Água do Casado, Semiárido de Alagoas. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 18, 2013. Belém. **Anais...** Belém: CBA/UFPa, 2013. 5 p.

GONÇALVES, N. P.; LUCENA, E. M. P. de; BONILLA, O. H. Fenologia da *Byrsonima gardneriana* (Malpighiaceae) ocorrente no Jardim Botânico de São Gonçalo do Amarante-Ceará-Brasil. In: LXIV CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 64., 2013. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: PPG/SBB, 2013. p. 1.

GUILHON-SIMPLICIO, F.; PEREIRA, M. M. Aspectos químicos e farmacológicos de *Byrsonima* (Malpighiaceae). **Química Nova** (online), São Paulo, v. 34, n. 6, p. 1032-1041. jun. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estatística>>. Acesso em 19 de maio. 2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Estadual da Região Nordeste**. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/malha>>. 2010. Acesso em 19 de mai. 2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal do Estado de Alagoas**. Disponível em: <<http://dados.al.gov.br/dataset/malha-municipal-do-estado-de-alagoas>>. 2010. Acesso em 19 de mai. 2015.

IPEF. **Reflorestamento**. Disponível em: <<http://www.ipef.com.br>>, Acesso em: 12 jun. 2014.

JANZEN, D. H. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. **Evolution**, Pennsylvania, v. 21, n. 3, p. 620-37, sep. 1967.

KIILL, L. H. P. Caatinga, ecossistema heterogêneo. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos**. São Leopoldo, v. 12, n. 389, p. 11-12, abr. 2012.

LEAL, I. R.; PERINI, M. A.; CASTRO, P. P. Estudo Fenológico de Espécies de Euphorbiaceae em uma Área de Caatinga. VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007. Caxambu. **Anais...** Caxambu: SEB/USP, 2007. p. 1-2.

LEITE, A. V. L.; MACHADO, I. C. Reproductive biology of woody species in Caatinga, a dry forest of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, Amsterdã, v. 74, n. 11, p. 1374-1380, nov. 2010.

LIMA, C. R. de. **Parâmetros ecofisiológicos de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz e sua relação com a variabilidade temporal das chuvas em áreas do Semiárido paraibano**. 2014. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

LIMA, A. L. A. de. **Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da Caatinga, Nordeste do Brasil**. 2010. 116f. Tese (Doutorado em Botânica) - Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2010.

_____. **Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em ambiente de Caatinga.** 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Botânica)-Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2007.

LIMA, A. L. A. de; RODAL, M. J. N. Phenology and Wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, Amsterdam. v. 74, n. 11. p.1363-1373, nov. 2010.

LIMA, I. F. **Fundamentos geográficos do meio físico do Estado de Alagoas.** 1. ed. Maceió: Governo do Estado de Alagoas/SEPLAN/SUDENE, 1977. 106 p. (Série: Estudo de Regionalização).

LIRA, E. dos S. **Decomposição foliar da Caatinga em um ambiente de Topossequência, Delmiro Gouveia, Semiárido Alagoano.** 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia)-Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997, 319 p.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.11, n.1, p.101-112, jan/mar. 1988.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A., SOUZA JUNIOR, L. C.de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea:** diagnóstico do município de Delmiro Gouveia, estado de Alagoas Recife: CPRM/PRODEEM, 2005a. 12 p.

_____. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea:** diagnóstico do município de Olho D' Água do Casado, estado de Alagoas Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b. 12 p.

MENDES, F. N.; RÊGO, M. M. C.; ALBUQUERQUE, P. M. C. de. Fenologia e biologia reprodutiva de duas espécies de Byrsonima Rich. (Malpighiaceae) em área de Cerrado no Nordeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, vol. 11, n. 4. p. 14. out./dez. 2011.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro.** Disponível em: <http://www.integracao.gov.br>. Acesso em: 18 de setembro 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Secretaria de Biodiversidade e Florestas;** Caatinga. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 de fevereiro 2013.

_____. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga.** Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 1. ed. Brasília. 2010. 368 p.

MORELLATO, L. P. C. et al. Estratégias fenológicas de espécies arbóreas em floresta de altitude na Serra do Japi, Jundiá, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos. v. 50, n.1, p.149-62, fev. 1990.

MOTA, J. C. A. **Caracterização física, química e mineralógica, como suporte para o manejo, dos principais solos explorados com a cultura de melão na Chapada do Apodi - RN.** 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição das Plantas)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

MULLER, M. **Serapilheira, carbono e nutrientes minerais em área de revegetação induzida na planície do rio Itajaí-Açu.** 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)-Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2011.

NEVES, E. L.; FUNCH, L. S.; VIANA, B. F. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 1, p.155-166, jan/mar. 2010.

NOGUEIRA, F. C. B. et al. Fenologia de *Dalbergia cearensis* ducke (fabaceae) em um fragmento de floresta estacional, no Semiárido do nordeste, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 657-667, jul/ago. 2013.

PAIVA, Y. K. de. **Fenologia de espécies arbóreas em uma floresta estacional semidecidual no Sul do Espírito Santo.** 2014. 36 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2014.

PARENTE, H. N. et al. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 411-421, maio/jun. 2012.

PEREIRA JUNIOR, L. R. **Florística e fitossociologia da Caatinga, aspectos socioeconômicos e potencial do uso fitoterápico pela população rural de Monteiro, Paraíba.** 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G. DURIGAN, G. Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo. **Hoehnea**, São Paulo, v. 42, n. 3, p. 425-443, jul/set. 2015.

PRADO, E. C. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da Caatinga.** 2. ed. Recife: Editora Universitária da UEPE, 2003. 804 p.

QUEIROZ, J. A. et al. Análise da estrutura fitossociológica da Serra do Monte, Boqueirão, Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 6, n. 1, p. 251-259, jan/jun. 2006.

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo.** 1 ed. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo: Instituto Internacional da Potassa. 1981. 142 p.

REBELLATO, D.; LEAL, T. S.; MORAES, C. P. de. Fenologia de duas espécies de ipê em área urbana do município de Araras, São Paulo, Brasil. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 8, n. 1, p. 1-16. jan/mar. 2013.

RODE, R. et al.. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* e em uma floresta ombrófila mista no centro-sul do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 255-268, abr/jun. 2010.

RODRIGUES, R. R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: I SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1, 1989. Campinas. **Anais...** Campinas. Fundação Cargill, p. 99-119. 1989.

ROLIM, T. L. **Estudo fitoquímico de *Byrsonima gardneriana*. A. Juss (Malpighiaceae)**. 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos)-Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2009.

RUBIM, P.; NASCIMENTO, H. E. M.; MORELLATO, L. P. C. Variações interanuais na fenologia de uma comunidade arbórea de floresta semidecídua no sudeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 756-764, jul/set. 2010.

SAMPAIO, E.; RODAL, M. J. **Biodiversidade da caatinga**, Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org/caatinga>>. Acesso em: 17 junho 2014.

SANTANA, J. A. da S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 184f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

SANTANA, J. A. da S; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semi-árida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia**, Chile, v. 29, n. 2, p. 87-94, ago. 2011.

SANTOS, D. S. dos; JERÔNIMO, C. E. de M. Levantamento florístico do município de Pedra Preta-RN: subsídios para empreendimentos futuros. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, Santa Maria, v. 15, n. 15, p. 2925-2934, out. 2013.

SANTOS, J. T. **Atributos físico-químicos do solo, dinâmica da serrapilheira e composição bromatológica de espécies da caatinga sob pastejo caprino**. 2012. 199 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.

SCHUMACHER, M. V. et al. Produção de serapilheira em uma floresta de araucária *angustifolia* (bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 29-37, jan/fev. 2004.

SEIXAS, E. N. C. et al. Biologia reprodutiva e propriedades químico farmacológicas de *Byrsonima* Rich. Ex Kunth (Malpighiaceae) no Nordeste-Brasil. **Caderno de Cultura e Ciência**, Crato, v. 10, n. 2, p. 07-16, dez. 2011.

SILVA, D. L. S. da. **Análise temporal da estrutura e fenologia da vegetação de áreas de caatinga sob pastejo no Cariri paraibano**. 2015. 137 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

SILVA, N. et al. Estoque de carbono orgânico no solo em área de manejo agroecológico da caatinga no Sertão do Piauí. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8, 2013, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CBAgroecologia, 2013. p. 1-5.

SILVA, A. G. da et al. Fenologia de *Anadenanthe macrocarpa* (Benth.) Brenan em uma floresta estacional semidecidual no Sul do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera-Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 938. jan/jun. 2012.

SOUSA, D. M. M. **Fenologia, avaliação do tubo polínico e maturação de frutos e sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz**. 2011. 123f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

SOUZA, M. A. **Fitossociologia em áreas de caatinga e conhecimento etnobotânico do murici (*Byrsonima gardneriana* A. Juss.), Semiárido Alagoano**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

SAWCZUK, A. R. et al. Alterações na estrutura horizontal, no período de 2002-2008, em floresta ombrófila mista no centro-sul do Estado do Paraná. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 149-160, jan/mar. 2014.

TEDESCO, J. M.; VOLKWEISS, S. J. BOHNEN, H. **Análises do solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 188 p. (Boletim Técnico).

UFCG-UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. **Dados climatológicos do Estado de Alagoas**: Campina Grande: UFCG-CTRN, 2014. Disponível em: <<http://www.dca.ufcg.edu.br>> Acesso em: 10 jun. 2015.