

Artigos

Dinâmica de crescimento de uma floresta tropical sazonalmente seca no semiárido brasileiro

Growth dynamics of a seasonally dry tropical forest in the brazilian semi-arid

Djailson Silva da Costa Júnior¹ , Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira¹ ,
José Antônio Aleixo da Silva¹ , Anderson Francisco da Silva¹ ,
Mayara Maria de Lima Pessoa^{II} 

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

^{II}Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, MG, Brasil

RESUMO

Estudos que visam quantificar e analisar a dinâmica do crescimento da vegetação, fornecem informações para o manejo e conservação das florestas ao longo do tempo. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi analisar a dinâmica e o crescimento em área basal, em diferentes intervalos (2008-2016; 2008-2017 e 2008-2019), em duas áreas com diferentes históricos de perturbação e uso, no município de Floresta - PE. Foram instaladas 40 parcelas permanentes de 20 m x 20 m, com coleta de dados do ano de 2008 até 2019, em duas áreas, A1: menos conservada e A2: mais conservada, em que foram medidos os indivíduos e fustes com circunferência a 1,30 m do solo ≥ 6 cm. Foi verificado o número de indivíduos e fustes por espécies, calculado a área basal nos diferentes intervalos, taxas de ingressos, mortalidade, crescimento bruto e líquido, incluindo e excluindo ingressos. Foi constatado decréscimo em número de indivíduos e fustes ao longo dos anos para ambas as áreas, no entanto, houve aumento na área basal da A1, 2008: 3,1 m².ha⁻¹; 2016: 3,8 m².ha⁻¹; 2017: 3,9 m².ha⁻¹ e 2019: 4,6 m².ha⁻¹, já na A2 ocorreu o inverso, com área basal inicial de 8,3 m².ha⁻¹; 6,4 m².ha⁻¹; 6,4 m².ha⁻¹; e 7,0 m².ha⁻¹, respectivamente, verificou-se ainda que nos anos de menos chuvas a área basal teve valor médio menor, o inverso é verdadeiro, maior volume precipitado significa aumento de área basal. Apesar da A1 ter se sobressaído, as altas taxas de mortalidade de fustes e indivíduos em todos os intervalos estudados fez com que a área basal diminuísse gradativamente, o crescimento líquido foi afetado, além disso nos anos de menores precipitações pluviométricas houve valores menores da área basal, evidenciando a dependência climática, impactando na dinâmica florestal.

Palavras-chave: Incremento; Caatinga; Densidade; Ingresso; Mortalidade

ABSTRACT

Studies that aim to quantify and analyze the dynamics of vegetation growth provide information for the management and conservation of forests over time. Therefore, the main objective of this work was to analyze the dynamics and growth in basal area, at different intervals (2008-2016; 2008-2017 and 2008-2019), in two areas with different disturbance and use histories, in the municipality of Forest - PE. Forty permanent plots measuring 20 mx 20 m were installed, with data collection from the year 2008 to 2019, in two areas, A1: less conserved and A2: more conserved, in which individuals and shafts with a circumference of 1.30 were measured m from the ground ≥ 6 cm. The number of individuals and stems per species was verified, calculating the basal area at different intervals, rates of entry, mortality, gross and net growth, including and excluding entries. A decrease in the number of individuals and stems over the years was observed for both areas, however, there was an increase in the basal area of the A1, 2008: 3.1 m².1.6ha⁻¹; 2016: 3.8 m².1.6ha⁻¹; 2017: 3.9 m².1.6ha⁻¹ and 2019: 4.6 m².1.6ha⁻¹, while in (A2) the reverse occurred, with an initial basal area of 8.3 m².1.6ha⁻¹; 6.4 m².1.6ha⁻¹; 6.4 m².1.6ha⁻¹; and 7.0 m².1.6ha⁻¹, respectively, it was also found that in years with less rain the basal area had a lower mean value, the inverse is true, higher precipitated volume means an increase in basal area. Although A1 stood out, the high mortality rates of stems and individuals in all studied intervals caused the basal area to gradually decrease, the net growth was affected. basal, showing climate dependence, impacting forest dynamics.

Key words: Increment; Caatinga; Density; Ticket; Mortality

1 INTRODUÇÃO

As regiões com clima semiárido possuem características como elevado déficit hídrico, irregularidade das chuvas, precipitação mal distribuídas ao longo do ano e de forma espacial (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017). A heterogeneidade espacial das chuvas influencia nas diferenças de fertilidade dos solos e na retenção d'água (ARAÚJO; FERRAZ, 2003). Além dessas peculiaridades, existem os eventos extremos de clima, como exemplo a existência de secas em anos contínuos, o que muitas vezes é denominado de secas severas (CABRAL *et al.*, 2013).

Atrelado a essas condições de adversidades, a região semiárida do Brasil é considerada a mais populosa do mundo (MARENGO *et al.*, 2008; RUFINO; SILVA, 2017) e como consequência ocorreu maior pressão antrópica sob seus recursos naturais desde sua colonização (CASTELLETTI *et al.*, 2004; DRUMOND *et al.*, 2008). Tal pressão antrópica pode ser citada como exemplos, desde explorações para subsistência, para

fins de cocção de alimentos, até a exploração e comercialização ilegal da vegetação, principalmente pelo fato da maior parte de sua população estar sujeita a alta vulnerabilidade social (GIODA, 2019).

Atualmente a vegetação de Caatinga passa por um processo de degradação ambiental elevado, com desmatamento indiscriminado no qual cerca de 46% de sua área do domínio fitogeográfico foi suprimida (MMA, 2020). A maioria das florestas tem passado por processos de perturbações de causas naturais e antrópicas, causando alterações em sua estrutura e variabilidade elevada em sua dinâmica.

Devido aos fatos mencionados, diversos pesquisadores têm abordado sob a necessidade de realizar pesquisas com dinâmica populacional, de maneira a fornecer resultados e que assim possam compreender e subsidiar práticas de conservação e manejo (AQUINO *et al.*, 2007). Vale destacar que a existência de eventos de secas severas, como elevadas temperaturas e precipitação variadas, têm sido fatores determinantes na variabilidade em sua dinâmica florestal (COELHO; DUARTE; COELHO, 2015; ZHAO *et al.*, 2018).

A avaliação por meio da dinâmica é de extrema importância para compreensão do funcionamento de um ecossistema, pois permite observar as mudanças em termos do crescimento florestal, levando em consideração a mortalidade (egresso) e ingresso dos indivíduos (ARAÚJO; FERRAZ, 2003; AMORIM; SAMPAIO; ARAÚJO, 2005). Com o monitoramento é possível observar não apenas o seu crescimento, mas também a existência de espécies com taxas nulas, bem como a exclusão e surgimento de espécies florestais, o que acarreta na alteração de sua diversidade (PHILLIPS *et al.*, 1994; REES *et al.*, 2014).

Dessa forma, estudos sobre mudanças de estoque e crescimento em um período extenso são necessários, para fornecer conhecimentos sobre taxas de mortalidade, recrutamento, crescimento e produção. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica em sua composição florística e do crescimento em área basal de uma Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS), com áreas de históricos distintos, em diferentes intervalos de monitoramento, no município de Floresta – PE, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo e caracterização climática

Foram utilizados dois remanescentes de FTSS, em ambiente de Caatinga, no município de Floresta – PE, Brasil, da Fazenda Itapemirim, Área 1: A1 (“menos conservada”) com vegetação em estágio de regeneração desde 1986, localizada nas coordenadas 08°33’33.00” Latitude Sul e 37°58’38.00” Longitude Oeste; e Área 2: A2 (“conservada”) com vegetação em estágio de regeneração desde 1962, localizada nas coordenadas 08°30’19.90” Latitude Sul e 37°58’54.59” Longitude Oeste, cada área possui, aproximadamente, 50 ha.

Pela classificação climática de Koppen, o clima da região é do tipo BSh’, o que reporta a um clima do tipo semiárido quente. Foi consultado dados de séries temporais de chuva e temperatura no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), quanto à precipitação anual, apresentam maior concentração de chuvas, entre os meses de novembro a abril, compreendida entre 380 e 760 mm e média anual de 520,70 mm. A temperatura média anual do ar é maior e a temperatura média da ordem de 25,8°C, sendo a do mês mais quente 33,9°C e a cada mês mais frio 18,3°C, altitude de 316 m.

2.2 Coleta e processamento de dados

Em 2008, foram instaladas e amostradas 40 parcelas permanentes de maneira sistemática em cada área monitorada, distanciadas entre si 80 m, com 50 m da bordadura, cada parcela possui 20 m x 20 m (400 m²), totalizando 1,6 ha de área inventariada, medições realizadas em 2008 e 2011 a 2019.

Os indivíduos lenhosos adultos com circunferência a 1,30 m do solo - CAP \geq 6 cm foram mensurados, assim como os novos indivíduos (ingressos) que alcançaram o nível de inclusão em cada ano de medição. Os indivíduos foram identificados e herbORIZADOS no Herbário Sérgio Tavares do Departamento de Ciência Florestal da UFRPE. Classificados em classes diamétrica a partir de 1,9 cm e uma amplitude igual a 3 cm, os dados de crescimento foram processados no *software* Mata Nativa 4.04.

2.3 Crescimento e dinâmica do incremento em área basal (G)

As estimativas de crescimento foram obtidas por meio da metodologia de Beers (1962) e adaptada por Ferreira *et al.* (2014), os incrementos periódicos anuais foram obtidos considerando-se como a razão entre os crescimentos brutos e líquidos (incluindo e excluindo ingressos), respectivamente, e o intervalo entre ocasiões de mensuração. Os incrementos em área basal ($\text{m}^2\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) foram obtidos considerando como a razão entre os crescimentos, bruto incluindo ingressos (C_{bi}), excluindo ingressos (C_b), líquido incluindo ingressos (Cl_i) e líquido excluindo ingressos (Cl), respectivamente, e por diferença nos intervalos entre ocasiões de mensuração.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dinâmica no número de indivíduos e fustes: 2008 - 2016; 2008 - 2017 e 2008 - 2019

Na área A-1, no período 2008-2016, 2008-2017 e 2008-2019, houve diminuições do número de indivíduos, sendo que em 2008 o número era 660 ind. ha^{-1} , no ano de 2016 de 585 ind. ha^{-1} , no ano de 2017 de 556 ind. ha^{-1} e no último ano analisado, no ano de 2019, foram de 552 ind. ha^{-1} , respectivamente para os anos analisados. Quanto à dinâmica do número de fustes, foi similar à diminuição conforme o número de indivíduos presentes na área, onde verificou-se que em 2008, o número de fustes foi de $1906 \text{ fuste. ha}^{-1}$, $1771 \text{ fuste. ha}^{-1}$, $1678 \text{ fuste. ha}^{-1}$ e $1666 \text{ fuste. ha}^{-1}$, respectivamente para os anos analisados. Já na A-2, houve diminuição do número de indivíduos, onde nos anos de 2008; 2016; 2017 e 2019, o número foi $1382 \text{ ind. ha}^{-1}$, 909 ind. ha^{-1} , 874 ind. ha^{-1} , e 846 ind. ha^{-1} , respectivamente. Quanto à dinâmica do número de fustes, foi similar à diminuição do número de indivíduos, verificou-se que em 2008 o número de fustes fora de $3804 \text{ fuste. ha}^{-1}$, $2334 \text{ fuste. ha}^{-1}$, $2236 \text{ fuste. ha}^{-1}$ e $2100 \text{ fuste. ha}^{-1}$, respectivamente, para os anos analisados, conforme pode ser visualizado na Tabela 1, para ambas as áreas.

Tabela 1 – Composição florística e densidade absoluta, nas áreas A1 e A2, nos intervalos: 2008-2016; 2008-2017 e 2008-2019

Família / Nome Científico	N° ind.ha ⁻¹								N° fuste.ha ⁻¹							
	2008		2016		2017		2019		2008		2016		2017		2019	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Anacardiaceae																
<i>Myracrodum urundeuva</i> (Engl.) Fr. All.	16	43	19	42	19	41	17	38	32	91	31	86	32	82	28	74
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	4	9	4	8	4	8	4	6	9	12	8	10	8	10	6	8
<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	-	1	-	1	-	1	-	1	-	4	-	4	-	4	-	4
Apocynaceae																
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	7	64	9	57	9	54	9	48	24	277	33	247	33	226	33	178
Boraginaceae																
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	2	-	0	-	0	-	0	-	4	-	0	-	0	-	0	-
<i>Varronia leucocephala</i> (Moric.) J.S.Mill.	-	2	-	0	-	0	-	0	-	4	-	0	-	0	-	0
Burseraceae																
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett	3	14	3	10	3	10	3	9	4	24	4	19	4	19	4	18
Capparaceae																
<i>Cynophala flemortuosa</i> (L.) J. Presl	-	2	-	1	-	1	-	1	-	4	-	3	-	3	-	1
<i>Neocalyptocalyx longifolium</i> (Pohl) Baill.	-	0	-	1	-	1	-	1	-	0	-	2	-	1	-	1
Combretaceae																
<i>Combretum glaucocarpa</i> Mart.	-	6	-	4	-	3	-	3	-	11	-	7	-	6	-	3
<i>Thiloa glaucocarpa</i> (Mart.) Eichl	44	-	28	-	26	-	13	-	57	-	34	-	33	-	17	-
Euphorbiaceae																
<i>Cnidioscolus bahianus</i> (Ule) Pax & L. Hoffm.	1	1	2	1	2	1	2	0	3	6	5	1	6	1	6	0
<i>Cnidioscolus phyllacanthus</i> (Müll. Arg.) Pax & L. Hoffm.	28	-	24	-	15	-	16	-	74	-	65	-	41	-	41	-
<i>Cnidioscolus quercifolius</i> Pohl	-	41	-	38	-	36	-	34	-	93	-	86	-	84	-	87
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	38	-	37	-	23	-	21	-	64	-	58	-	38	-	30	-
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	-	41	-	26	-	26	-	23	-	83	-	51	-	48	-	41
<i>Croton rhamnifolius</i> H.B.K.	6	-	4	-	5	-	5	-	9	-	7	-	8	-	8	-
<i>Jatropha mollissima</i> Muell. Arg.	52	24	21	33	35	36	66	74	78	27	32	36	53	41	124	118
<i>Manihot glaziovii</i> Muell. Arg.	4	48	3	9	3	6	1	5	4	58	4	10	3	8	2	6
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	-	6	-	3	-	2	-	2	-	11	-	6	-	3	-	3
Fabaceae																
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	4	62	3	37	3	35	3	31	5	81	4	44	4	43	4	36
<i>Bauhinia cheilanta</i> (Bong.) Steud.	3	71	3	38	1	31	0	21	3	111	3	56	1	46	0	29
<i>Cenostigma bracteosum</i> (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis	312	660	312	510	308	495	306	468	1067	1996	1149	1472	1121	1421	1108	1306
<i>Erythrostemon calycina</i> (Benth.) L.P. Queiroz	-	6	-	1	-	1	-	1	-	14	-	1	-	1	-	1
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Tul.) L.P. Queiroz	-	2	-	2	-	1	-	1	-	3	-	3	-	2	-	2
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	64	226	37	65	33	64	30	63	282	730	176	143	159	146	130	151

Continua ...

Tabela 1 – Conclusão

Família / Nome Científico	Nº ind.ha ⁻¹								Nº fuste.ha ⁻¹							
	2008		2016		2017		2019		2008		2016		2017		2019	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Fabaceae																
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	6	33	1	11	1	10	1	7	43	102	4	18	4	15	4	11
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	4	19	1	13	1	11	1	9	8	56	1	30	1	26	1	23
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & Jobson	58	-	69	-	61	-	53	-	122	-	142	-	124	-	114	-
<i>Senna macranthera</i> (DC. Emorto Collad.) H.S. Irwin & Barneby	4	1	4	0	3	0	3	0	8	3	8	0	5	0	4	0
Malpighiaceae																
<i>Ptilochaeta</i> sp.	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
Olcaceae																
<i>Ximenia americana</i> L.	-	1	-	0	-	0	-	0	-	4	-	0	-	0	-	0
Rhamnaceae																
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	-	1	-	0	-	0	-	0	-	1	-	0	-	0	-	0
Sapotaceae																
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	1	-	1	-	1	-	1	-	4	-	3	-	3	-	3	-
Verbenaceae																
<i>Lippia microphylla</i> Cham.	2	-	0	-	0	-	0	-	5	-	0	-	0	-	0	-
Total	660	13.882	585	909	556	874	552	846	1.906	3.804	1.771	2.334	1.678	2.236	1.666	2.100

Fonte: Autores (2021)

Em que: Nº ind.ha⁻¹ = Número de indivíduos.ha⁻¹; Nº fuste.ha⁻¹ = Número de fustes.ha⁻¹; A1= Área 1 e A2 = Área 2.

Em geral, foi percebido diminuição gradativa da vegetação em termos de número de indivíduos e ou fustes, possivelmente atrelada às condições adversas, sob secas severas, cuja extensão consecutiva de estiagens ocorreram de 2012 a 2018, as precipitações anuais do intervalo citado foram abaixo da média climatológica. Coincidentemente Marengo, Cunha e Alves (2016) têm abordado a longa estiagem no período de 2010 a 2015 em todo o Semiárido nordestino.

Provavelmente a ocorrência de altas taxas de mortalidade é o fator que tem implicado a diminuição da área basal. Dessa forma, deve-se conhecer quais são os fatores de risco para a ocorrência das altas taxas de mortalidade (HURST *et al.*, 2012).

Pimentel (2012), ao analisar a vegetação na mesma área de estudo, num período anterior a seca severa (2012 a 2015), obteve aumento na densidade de 19,3% com

relação ao intervalo de 2008 a 2011. Desse modo, fica evidente que com a presença do fenômeno de seca nos anos seguintes, o número de famílias e espécies vem decrescendo, possivelmente a seca severa possa ter contribuído com tal dinâmica.

A dinâmica no número de indivíduos florestais é resultado de respostas e processos causados pelo mecanismo de perturbação no espaço (GHALANDARAYESHI *et al.*, 2017). Inclusive, Seddon *et al.* (2016) afirmam que os ambientes de Caatinga possuem características de alta sensibilidade ecológica, devido à variabilidade climática existente. Provavelmente os fatores meteorológicos tenham influenciado na sua dinâmica, até mesmo como forma de minimização dos efeitos de competição entre indivíduos, onde a mortalidade de indivíduos possa ser um mecanismo de minimização de competição.

Os efeitos que a precipitação causa na vegetação, de acordo com as variações interanuais em florestas tropicais secas, são considerados mal compreendidos (PINEDA-GARCÍA; PAZ; MEINZER, 2013). Além da ocorrência de baixas precipitações, a região semiárida está inserida num polígono conhecido como cinturão solar, de maiores valores de radiação e temperaturas do ar elevadas, o que interfere e contribui para maiores taxas de evapotranspiração, conseqüentemente deficiência hídrica do solo (DEF), consistindo no decréscimo em seu crescimento, devido ao fechamento de estômatos, bem como a senescência de suas folhas (TAIZ *et al.*, 2017).

Vale ressaltar que, embora em determinado ano o acumulado de chuvas sobressaia a média climatológica, não significa melhores condições para a planta, devido às chuvas serem concentradas em curto período e má distribuídas, com destaque para maiores valores de precipitação entre os meses de janeiro a maio, apesar da existência desse período ao longo dos anos, a demanda de água no solo é maior do que a sua oferta, inclusive nesses meses do ano, o que implica em condições de estresse hídrico durante todo o ano, onde não supre a necessidade de água pelo ecossistema, conforme pode ser observado no extrato do balanço hídrico climatológico – BHC, elaborado por Costa Júnior (2021).

Devido ao baixo abastecimento de água no solo e à alta demanda de água pelas plantas, o consumo médio de cada indivíduo na área de cobertura vegetal supera o abastecimento, ou seja, a quantidade e capacidade de água existente, o que caracteriza uma situação de estresse hídrico. Martínez-Ramos *et al.* (2018), ao analisarem o efeito do clima na dinâmica populacional em florestas secas, notaram a importância da precipitação e sua variação interanual, no qual em período de maior escassez hídrica afeta o desenvolvimento da vegetação.

3.2 Dinâmica no crescimento em área basal na A1 e A2

Quanto aos valores de crescimento em área basal por espécies em A1, na Tabela 2, são dispostos os que apresentaram os maiores valores de crescimento líquido com ingressos (Cli) no período 2008-2016: *Cenostigma bracteosum*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Myracrodum urundeuva*, *Commiphora leptophloeos* e *Croton blanchetianus*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Sideroxylon obtusifolium*, *Bauhinia cheilanta* e *Senna macranthera*, seguido das demais espécies, além das espécies com decréscimo em seu crescimento.

O crescimento líquido sem ingressos (Cl) seguiu o padrão do Cli, com as mesmas espécies: *Cenostigma bracteosum*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Myracrodum urundeuva*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram as mesmas: *Sideroxylon obtusifolium*, *Bauhinia cheilanta* e *Senna macranthera*, seguido das demais espécies, além das espécies com decréscimo no crescimento, devido às altas taxas de mortalidade. A mortalidade das espécies em geral resultou numa redução do número de árvores de 11,36%, as espécies que apresentaram maior mortalidade foram: *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora*, *Cnidocolus phyllacanthus* e *Jatropha mollissima*.

No período de 2008 a 2017, as espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento líquido com ingressos (Cli) foram: *Cenostigma bracteosum*, *Pityrocarpa moniliformis*, *Myracrodum urundeuva*, *C. Commiphora leptophloeos* e *Aspidosperma pyriformis*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Sideroxylon obtusifolium*, *Cnidoscolus bahianus* e *Schinopsis brasiliensis*, seguido das demais espécies em decréscimo na sua área basal.

Quanto ao crescimento líquido sem ingressos (Cl), foram a sequência das mesmas espécies do (Cli): *Cenostigma bracteosum*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Myracrodum urundeuva*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Sideroxylon obtusifolium*, *Schinopsis brasiliensis* e *Cnidoscolus bahianus*, seguido das demais espécies, além das espécies com valor em decréscimo. Nesse período a mortalidade das espécies em geral foi de 15,75%, as espécies que apresentaram maior mortalidade foram: *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Cnidoscolus phyllacanthus*, *Mimosa tenuiflora* e *Jatropha mollissima*.

No período de 2008 a 2019, as espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento líquido com ingressos (Cli) foram: *Cenostigma bracteosum*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Myracrodum urundeuva*, com destaque para a espécie *Jatropha mollissima*, onde nos demais intervalos era observado apenas balanço em seu crescimento em decréscimo desta espécie, seguido da *Aspidosperma pyriformis*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Sideroxylon obtusifolium*, destaque para *Croton rhamnifolius* e *Anadenanthera colubrina var. cebil*, que assim como a *Jatropha mollissima*, eram apenas observadas com valores no balanço negativo, devido ao crescimento natural negativo, seguido de demais espécies, além das espécies com crescimento natural negativo.

Quanto ao crescimento líquido sem ingressos (Cl), foram a sequência das mesmas espécies do (Cli): *Cenostigma bracteosum*, *Pityrocarpa moniliformis* e *Myracrodum urundeuva*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Sideroxylon obtusifolium*, *Schinopsis brasiliensis* e *A. colubrina* var. *cebil*, seguidas das demais espécies, além das espécies com crescimento natural negativo. Nesse período a mortalidade acumulada dos indivíduos foi de 16,36%, as espécies que apresentaram maior mortalidade foram: *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Cnidosculus phyllacanthus*, *Mimosa tenuiflora* e *Jatropha molíssima*.

Tabela 2 – Dinâmica do crescimento na área A1, entre os intervalos: 2008-2016; 2008-2017 e 2008-2019

Nome Científico	Gi (2008)	Gf (2016)	Gf (2017)	Gf (2019)	I (2008- 2016)	I (2008- 2017)	I (2008- 2019)	M (2008- 2016)	M (2008- 2017)	M (2008- 2019)
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	0,0088	0,0078	0,0081	0,0123	0	0	0	0,0034	0,0034	0,0034
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,0087	0,018	0,0199	0,0247	0,0026	0,0028	0,0042	0	0	0
<i>Bauhinia cheilanta</i>	0,0009	0,0018	0,0008	0	0,0008	0	0	0	0	0,0003
<i>Cnidosculus bahianus</i>	0,0009	0,0031	0,0035	0,0055	0	0	0	0	0	0
<i>Cenostigma bracteosum</i>	1,0319	1,5111	1,5718	1,9111	0,1049	0,1055	0,1478	0,1196	0,1222	0,1439
<i>Cnidosculus phyllacanthus</i>	0,154	0,1301	0,1207	0,1514	0,0081	0,0032	0,0085	0,0621	0,0664	0,0664
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,1076	0,1204	0,1221	0,0474	0	0	0	0	0	0
<i>Cordia leucocephala</i>	0,0032	0	0	0	0	0	0	0,003	0,003	0,003
<i>Croton blanchetianus</i>	0,0222	0,034	0,0205	0,0151	0,0089	0,0028	0,0073	0,0038	0,0075	0,0101
<i>Croton rhamnifolius</i>	0,0035	0,0029	0,0034	0,0038	0,0004	0,0004	0,0011	0,0004	0,0004	0,0004
<i>Jatropha mollissima</i>	0,0627	0,0234	0,0332	0,1054	0,0072	0,0136	0,0894	0,0502	0,0498	0,0534
<i>Lippia microphylla</i>	0,0014	0	0	0	0	0	0	0,0013	0,0013	0,0013
<i>Manihot glaziovii</i>	0,017	0,0023	0,0019	0,0029	0,0017	0,0014	0,0029	0,0163	0,0163	0,0166
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,2484	0,2044	0,1976	0,1908	0,0054	0,0052	0,0079	0,1019	0,113	0,1208
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,0673	0,0034	0,0038	0,0043	0	0	0	0,0635	0,0635	0,0635
<i>Myracrodum urundeuva</i>	0,0718	0,0926	0,0996	0,1228	0,0016	0,0017	0,0011	0,0007	0,0007	0,0016
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,0025	0,0009	0,001	0,0011	0	0	0,0004	0,0014	0,0014	0,0014
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	0,0847	0,1555	0,1469	0,1811	0,0241	0,0226	0,03	0,0023	0,0075	0,0141
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,0385	0,042	0,0439	0,0487	0,0008	0,001	0,0011	0,0063	0,0063	0,0078
<i>Senna macranthera</i>	0,0034	0,0054	0,0031	0,0028	0,0017	0,001	0,002	0	0,001	0,0021
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0,0015	0,0016	0,0017	0,0016	0	0	0	0	0	0
<i>Thiloo glaucocarpa</i>	0,0265	0,0236	0,0213	0,0107	0,0062	0,007	0,0059	0,0112	0,0128	0,0186
Total	1,9673	2,3846	2,4249	2,8434	0,1744	0,1683	0,3096	0,4473	0,4766	0,5287

Continua ...

Tabela 2 – Conclusão

Nome Científico	Cbi (2008- 2016)	Cbi (2008- 2017)	Cbi (2008- 2019)	Cb (2008- 2016)	Cb (2008- 2017)	Cb (2008- 2019)	Cli (2008- 2016)	Cli (2008- 2017)	Cli (2008- 2019)	CI (2008- 2016)	CI (2008- 2017)	CI (2008- 2019)
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	0,0025	0,0027	0,0069	0,0025	0,0027	0,0069	-0,0009	-0,0007	0,0035	-0,0009	-0,0007	0,0035
<i>Aspidosperma pyriformis</i>	0,0093	0,0112	0,016	0,0067	0,0084	0,0117	0,0093	0,0112	0,016	0,0067	0,0084	0,0117
<i>Bauhinia cheilanta</i>	0,0009	-0,0001	-0,0006	0,0001	-0,0001	-0,0006	0,0009	-0,0001	-0,0009	0,0001	-0,0001	-0,0009
<i>Cnidoscylus bahianus</i>	0,0022	0,0026	0,0046	0,0022	0,0026	0,0046	0,0022	0,0026	0,0046	0,0022	0,0026	0,0046
<i>Cenostigma bracteosum</i>	0,5988	0,662	1,0231	0,4939	0,5565	0,8752	0,4792	0,5398	0,8792	0,3743	0,4343	0,7314
<i>Cnidoscylus phyllacanthus</i>	0,0383	0,0331	0,0638	0,0302	0,0299	0,0553	-0,0239	-0,0332	-0,0026	-0,0319	-0,0365	-0,0111
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,0128	0,0145	-0,0602	0,0128	0,0145	-0,0602	0,0128	0,0145	-0,0602	0,0128	0,0145	-0,0602
<i>Cordia leucocephala</i>	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0032	-0,0032	-0,0032	-0,0032	-0,0032	-0,0032
<i>Croton blanchetianus</i>	0,0156	0,0059	0,0029	0,0067	0,0031	-0,0043	0,0118	-0,0016	-0,0071	0,0029	-0,0045	-0,0144
<i>Croton rhamnifolius</i>	-0,0001	0,0004	0,0007	-0,0005	-0,0001	-0,0004	-0,0006	-0,0001	0,0003	-0,001	-0,0005	-0,0008
<i>Jatropha mollissima</i>	0,0109	0,0203	0,0961	0,0037	0,0067	0,0067	-0,0393	-0,0295	0,0427	-0,0465	-0,0431	-0,0467
<i>Lippia microphylla</i>	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014
<i>Manihot glaziovii</i>	0,0016	0,0012	0,0026	-0,0002	-0,0002	-0,0004	-0,0147	-0,0151	-0,0141	-0,0165	-0,0165	-0,017
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,0579	0,0623	0,0632	0,0525	0,0571	0,0554	-0,044	-0,0508	-0,0576	-0,0494	-0,0559	-0,0655
<i>Mimosa tenuiflora</i>	-0,0003	0,0001	0,0005	-0,0003	0,0001	0,0005	-0,0638	-0,0635	-0,063	-0,0638	-0,0635	-0,063
<i>Myracrodum urundeuva</i>	0,0215	0,0285	0,0526	0,02	0,0268	0,0515	0,0208	0,0278	0,051	0,0193	0,0261	0,0499
<i>Piptadenia stipulacea</i>	-0,0002	-0,0001	0,0001	-0,0002	-0,0001	-0,0003	-0,0016	-0,0015	-0,0014	-0,0016	-0,0015	-0,0017
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	0,0732	0,0697	0,1105	0,0491	0,0471	0,0805	0,0709	0,0622	0,0964	0,0468	0,0396	0,0664
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,0097	0,0116	0,018	0,0089	0,0107	0,0169	0,0034	0,0054	0,0102	0,0026	0,0044	0,009
<i>Senna macranthera</i>	0,0021	0,0007	0,0015	0,0003	-0,0003	-0,0004	0,0021	-0,0003	-0,0006	0,0003	-0,0013	-0,0025
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001
<i>Thilaa glaucocarpa</i>	0,0083	0,0076	0,0027	0,0021	0,0006	-0,0032	-0,0029	-0,0052	-0,0158	-0,009	-0,0122	-0,0218
Total	0,8646	0,9341	1,4048	0,6902	0,7658	1,0952	0,4172	0,4575	0,876	0,2429	0,2892	0,5665

Fonte: Autores (2021)

Em que: Gi = Área basal inicial ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Gf = Área basal final ($m^2 \cdot ha^{-1}$); I = ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); M = mortalidade ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Cbi = Crescimento bruto incluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Cb = Crescimento bruto excluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Cli = Crescimento líquido incluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); CI = Crescimento líquido excluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$).

Ao verificar a Tabela 3, percebe-se na área A2 que as espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento líquido com ingressos (Cli) no período 2008-2016 foram: *Cnidoscylus quercifolius*, *Myracrodum urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis*, *Jatropha mollissima* e *Commiphora leptophloeos*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Ptilochaeta sp.*, *Neocalyptrocalyx*

longifolium, *Libidibia ferrea*, *Aspidosperma pyriforme* e *Spondias tuberosa*, além das espécies com decréscimo em seu crescimento.

Quanto ao crescimento líquido sem ingressos (CI), foram a sequência das espécies: *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodum urundeuva*, *Commiphora leptophloeos*, *Schinopsis brasiliensis* e *Spondias tuberosa*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Neocalyptrocalyx longifolium*, *Aspidosperma pyriforme*, *Libidibia ferrea*, a espécie *Cynophala flemortuosa* não apresentou crescimento, pois não houve ingressos de fustes e nem novos indivíduos, nem mortalidade de nenhum fuste, o que houve foi uma estagnação no crescimento desta espécie, as demais espécies tiveram seu crescimento em decréscimo. A mortalidade das espécies em geral foi de 34,22% quanto ao número de indivíduos. As espécies que apresentaram maior mortalidade foram: *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora*, *Aspidosperma pyriforme* e *Manihot carthaginensis* subsp. *glaziovii*.

No período 2008 a 2017, as espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento líquido com ingressos (C_{li}) foram: *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodum urundeuva*, *Jatropha mollissima*, *Commiphora leptophloeos*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Ptilochaeta* sp., *Neocalyptrocalyx longifolium*, *Cynophala flemortuosa* e *Libidibia ferrea*, seguidas das demais espécies com balanço em crescimento natural negativo.

Quanto ao crescimento líquido sem ingressos (CI): *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodum urundeuva*, *Commiphora leptophloeos*, *Schinopsis brasiliensis* e *Spondias tuberosa*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Neocalyptrocalyx longifolium*, *Cynophala flemortuosa* e *Libidibia ferrea*, seguidas das demais espécies. Neste período a mortalidade dos indivíduos em geral foi de 36,75%, as espécies que apresentaram maior mortalidade foram: *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* e *Manihot carthaginensis* subsp. *glaziovii*.

No período 2008 a 2019, as espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento líquido com ingressos (Cli) foram: *Cnidoscolus quercifolius*, *Jatropha mollissima*, *Myracrodum urundeuva*, *Commiphora leptophloeos* e *Libidibia ferrea*. Já as espécies de menores valores de crescimento foram: *Ptilochaeta sp.*, *Neocalyptrocalyx longifolium* e *Spondias tuberosa*, seguidas das demais espécies.

Quanto ao crescimento líquido sem ingressos (Cl), foram as seguintes espécies: *Cnidoscolus quercifolius*, *Myracrodum urundeuva*, *Commiphora leptophloeos*, *Spondias tuberosa* e *Libidibia ferrea*, já as demais espécies com balanço em seu crescimento natural negativo, com exceção da espécie *Neocalyptrocalyx longifolium*, que neste período não apresentou taxa de mortalidade e sim de indivíduos ingressantes, no entanto teve seu crescimento cessado quando analisado ao longo do período. Neste período, a mortalidade foi de 38,78% quanto ao número de ingresso de indivíduos, as espécies que apresentaram maior mortalidade foram: *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora*, *Anadenanthera colubrina var. cebil* e *Aspidosperma pyrifolium*, apesar de algumas dessas espécies apresentarem os maiores valores de mortalidade, elas apresentam os maiores valores de ingresso, no entanto nem sempre o número de ingresso supera ao de egressos, o que acarreta crescimento natural negativo.

As espécies com mais indivíduos registrados foram *Cenostigma bracteosum*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Croton blanchetianus* e *Pityrocarpa moniliformis*, consequentemente foram as espécies que mais contribuíram em incremento final de área basal, com exceção da *Croton blanchetianus*, que teve a taxa de mortalidade maior do que a de ingresso, o que favoreceu a diminuição do seu crescimento. No entanto, de maneira geral se verifica a tendência de que as espécies de maiores densidades absolutas são as que mais contribuem para incremento em área basal. Como visto, várias foram as espécies que apresentaram crescimento líquido natural negativo, tal fato é explicado pela alta taxa de mortalidade que foi influenciada por períodos prolongados de estiagens conforme definido por Marengo, Cunha e Alves (2016).

Tabela 3 – Dinâmica do crescimento na área A2, entre os intervalos: 2008-2016; 2008-2017 e 2008-2019

Nome Científico	Gi (2008)	Gf (2016)	Gf (2017)	Gf (2019)	I (2008-2016)	I (2008- 2017)	I (2008- 2019)	M (2008- 2016)	M (2008- 2017)	M (2008- 2019)
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	0,2153	0,1086	0,1072	0,1212	0,0049	0,0067	0,0114	0,1177	0,124	0,1318
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	0,2961	0,3018	0,2917	0,2529	0,0046	0,004	0,0086	0,0771	0,0856	0,1196
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,0419	0,0236	0,0209	0,0153	0,0098	0,0086	0,0086	0,0182	0,0182	0,0251
<i>Cnidosculus bahianus</i>	0,0053	0,0013	0,0013	0	0	0	0	0	0	0,0051
<i>Cenostigma bracteosum</i>	2,3559	2,0367	2,0662	2,2465	0,038	0,0406	0,0962	0,5322	0,5605	0,6571
<i>Cynophala flemortouosa</i>	0,0045	0,0045	0,005	0,0017	0	0	0	0	0	0,0035
<i>Combretum glaucocarpum</i>	0,0043	0,003	0,0026	0,0017	0	0	0,0003	0,0018	0,0018	0,0021
<i>Croton heliotropiifolius</i>	0,0321	0,0216	0,0205	0,0206	0,0102	0,0098	0,0103	0,018	0,0184	0,0186
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,2375	0,2461	0,2507	0,2806	0	0	0,0005	0,0197	0,0197	0,023
<i>Cnidosculus quercifolius</i>	0,3652	0,4385	0,4521	0,5468	0,001	0,0011	0,0021	0,0074	0,0166	0,0261
<i>Erythostemon calycina</i>	0,0108	0,0006	0,0006	0,0005	0	0	0	0,0097	0,0097	0,0097
<i>Jatropha mollissima</i>	0,0135	0,0221	0,0276	0,0941	0,0093	0,0141	0,0814	0,0049	0,0049	0,0063
<i>Libidibia ferrea</i>	0,006	0,0083	0,0081	0,0088	0,0003	0	0	0	0	0
<i>Manihot carthaginensis</i> subsp. <i>glaziovii</i>	0,1051	0,0224	0,0225	0,026	0	0	0	0,0873	0,088	0,0913
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,6156	0,1006	0,1069	0,1424	0,0116	0,0202	0,0476	0,5059	0,5178	0,5321
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,243	0,0411	0,0352	0,0303	0	0	0	0,1849	0,2066	0,2146
<i>Myracrodum urundeuva</i>	0,4162	0,4418	0,4416	0,48	0,0027	0,0041	0,007	0,0403	0,042	0,0613
<i>Neocalyptocalyx longifolium</i>	0	0,0008	0,0002	0,0003	0,0006	0	0,0003	0	0	0
<i>Piptadenia stipulacea</i>	0,0613	0,0295	0,0263	0,0324	0,0007	0,0011	0,003	0,0252	0,0384	0,0389
<i>Ptilochaeta</i> sp.	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0004	0	0	0
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,0539	0,0632	0,0633	0,0353	0,0009	0,0009	0,0011	0,0013	0,0017	0,0273
<i>Sapium glandulosum</i>	0,0833	0,0147	0,008	0,0116	0	0	0	0,0725	0,0777	0,0777
<i>Senna macranthera</i>	0,0007	0	0	0	0	0	0	0,0005	0,0005	0,0005
<i>Spondias tuberosa</i>	0,0411	0,0472	0,0472	0,051	0	0	0	0	0	0
<i>Varronia leucocephala</i>	0,0026	0	0	0	0	0	0	0,0026	0,0026	0,0026
<i>Ximenia americana</i>	0,0018	0	0	0	0	0	0	0,0017	0,0017	0,0017
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0,0003	0	0	0	0	0	0	0,0003	0,0003	0,0003
Total	5,2136	3,9783	4,0064	4,4003	0,0948	0,1117	0,279	1,7292	1,8365	2,0763

Tabela 3 – Conclusão

Nome Científico	Cbi (2008- 2016)	Cbi (2008- 2017)	Cbi (2008- 2019)	Cb (2008- 2016)	Cb (2008- 2017)	Cb (2008- 2019)	Cli (2008- 2016)	Cli (2008- 2017)	Cli (2008- 2019)	CI (2008- 2016)	CI (2008- 2017)	CI (2008- 2019)
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	0,0109	0,0158	0,0376	0,006	0,0091	0,0262	-0,1068	-0,1081	-0,0942	-0,1116	-0,1148	-0,1056
<i>Aspidosperma pyriforme</i>	0,0829	0,0812	0,0765	0,0783	0,0771	0,0679	0,0058	-0,0044	-0,0431	0,0012	-0,0084	-0,0518
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0	-0,0028	-0,0015	-0,0099	-0,0114	-0,0101	-0,0183	-0,021	-0,0266	-0,0281	-0,0296	-0,0352
<i>Cnidoscylus bahianus</i>	-0,0041	-0,004	-0,0002	-0,0041	-0,004	-0,0002	-0,0041	-0,004	-0,0053	-0,0041	-0,004	-0,0053
<i>Cenostigma bracteosum</i>	0,2131	0,2708	0,5477	0,1751	0,2302	0,4515	-0,3192	-0,2897	-0,1094	-0,3572	-0,3303	-0,2056
<i>Cynophala flemortouosa</i>	0	0,0005	0,0008	0	0,0005	0,0008	0	0,0005	-0,0027	0	0,0005	-0,0027
<i>Combretum glaucocarpum</i>	0,0005	0,0001	-0,0005	0,0005	0,0001	-0,0008	-0,0013	-0,0017	-0,0026	-0,0013	-0,0017	-0,0029
<i>Croton heliotropiifolius</i>	0,0075	0,0068	0,007	-0,0027	-0,003	-0,0033	-0,0105	-0,0116	-0,0116	-0,0207	-0,0214	-0,0219
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,0282	0,0329	0,0661	0,0282	0,0329	0,0655	0,0085	0,0132	0,0431	0,0085	0,0132	0,0425
<i>Cnidoscylus quercifolius</i>	0,0807	0,1035	0,2077	0,0798	0,1024	0,2056	0,0733	0,0869	0,1816	0,0723	0,0858	0,1795
<i>Erythostemon calycina</i>	-0,0005	-0,0005	-0,0007	-0,0005	-0,0005	-0,0007	-0,0102	-0,0102	-0,0104	-0,0102	-0,0102	-0,0104
<i>Jatropha mollissima</i>	0,0135	0,019	0,0869	0,0041	0,0048	0,0054	0,0086	0,0141	0,0806	-0,0008	-0,0001	-0,0008
<i>Libidibia ferrea</i>	0,0022	0,0021	0,0027	0,0019	0,0021	0,0027	0,0022	0,0021	0,0027	0,0019	0,0021	0,0027
<i>Manihot carthaginensis</i> subsp. <i>glaziovii</i>	0,0046	0,0054	0,0122	0,0046	0,0054	0,0122	-0,0827	-0,0826	-0,079	-0,0827	-0,0826	-0,079
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	-0,0091	0,0091	0,0589	-0,0207	-0,0111	0,0113	-0,515	-0,5087	-0,4732	-0,5266	-0,5289	-0,5208
<i>Mimosa tenuiflora</i>	-0,017	-0,0012	0,0018	-0,017	-0,0012	0,0018	-0,2019	-0,2078	-0,2128	-0,2019	-0,2078	-0,2128
<i>Myracrodum urundeuva</i>	0,0659	0,0674	0,1252	0,0633	0,0632	0,1181	0,0256	0,0254	0,0638	0,023	0,0213	0,0568
<i>Neocalyptocalyx longifolium</i>	0,0008	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0	0,0008	0,0002	0,0003	0,0002	0,0002	0
<i>Piptadenia stipulacea</i>	-0,0066	0,0035	0,01	-0,0073	0,0024	0,007	-0,0318	-0,0349	-0,0289	-0,0325	-0,036	-0,0319
<i>Ptilochaeta</i> sp.	0,0001	0,0001	0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	0,0105	0,0111	0,0087	0,0096	0,0102	0,0076	0,0092	0,0094	-0,0186	0,0084	0,0085	-0,0197
<i>Sapium glandulosum</i>	0,0039	0,0024	0,006	0,0039	0,0024	0,006	-0,0686	-0,0753	-0,0717	-0,0686	-0,0753	-0,0717
<i>Senna macranthera</i>	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007
<i>Spondias tuberosa</i>	0,0061	0,0062	0,01	0,0061	0,0062	0,01	0,0061	0,0062	0,01	0,0061	0,0062	0,01
<i>Varronia leucocephala</i>	0	0	0	0	0	0	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026	-0,0026
<i>Ximenea americana</i>	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018	-0,0018
<i>Ziziphus joazeiro</i>	0	0	0	0	0	0	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003
Total	0,4939	0,6293	1,2631	0,3991	0,5176	0,9841	-1,2353	-1,2072	-0,8132	-1,3301	-1,3189	-1,0922

Fonte: Autores (2021)

Em que: Gi= Área basal inicial ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Gf= Área basal final ($m^2 \cdot ha^{-1}$); I = ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); M = mortalidade ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Cbi = Crescimento bruto incluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Cb = Crescimento bruto excluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); Cli = Crescimento líquido incluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$); CI = Crescimento líquido excluindo o ingresso ($m^2 \cdot ha^{-1}$).

Sabe-se que a estiagem causa grande impacto nas plantas (WORBES, 1999), justamente, o que tem ocorrido na última década, como a existência de eventos de secas severas, como a ocorrida entre os anos de 2010 e 2015 (MARENGO; CUNHA; ALVES, 2016), a qual pode ter contribuído na dinâmica florestal, com reflexo em altas taxas de mortalidade de indivíduos e fustes, influenciando em seu crescimento, devido a limitação por recursos minerais, fazendo com que ocorra até mesmo a competição entre indivíduos. De acordo com Vanclay *et al.* (2013), a competição é o processo mais importante que afeta o desenvolvimento das plantas.

A alta mortalidade e redução do crescimento líquido, com valores do balanço do crescimento natural negativos, podem ser compreendidas pela diminuição da densidade populacional, tal diminuição se dá devido às ações de eventos de secas, o que evidencia a exigência das espécies por condições climáticas favoráveis. No entanto, apresentaram as maiores perdas de área basal, tal fato pode ter sido suprimido pelo crescimento de fustes.

Em todos os períodos avaliados, a maioria das espécies apresentaram balanço líquido natural negativo, uma vez que a mortalidade e crescimento de algumas espécies florestais em ambientes semiáridos podem diminuir quando submetidas a situações de estresses hídricos (WORBES, 1999). É tanto que Pimentel (2012), ao estudar o comportamento do crescimento da vegetação no período de 2008 a 2011, obteve crescimento líquido positivo, com destaque para a espécie *Cenostigma bracteosum*, que por sua vez é dominante e apresentou maiores taxas de crescimento, devido a sua alta resiliência e alto poder de rebrota. Destaca-se que o período analisado foi anterior a um evento de seca severa e mesmo assim as taxas de mortalidade superaram as de ingressos.

Existem pesquisas que abordam a complexidade do comportamento da vegetação em relação à sazonalidade climática e sua duração, onde diversos fenômenos podem influenciar não apenas no crescimento dos indivíduos, mas em toda sua estrutura de comunidade, riqueza florística, seu funcionamento e equilíbrio

ecológico, (CHAPIN III; MATSON; MOONEY, 2002). Assim como na própria dinâmica florestal, as alterações da precipitação e ocorrência de secas severas têm sido fatores limitantes quanto ao seu desenvolvimento (CAO *et al.*, 2018; ZHAO *et al.*, 2018).

Os resultados observados indicam que a área basal e as taxas de crescimento foram distintas nas áreas estudadas, possivelmente pela menor competição por recursos minerais presentes no solo, além dos fatores meteorológicos. Inclusive pelo fato de analisar o período de 2008-2019, sua área basal foi maior quando comparado com os demais intervalos, o que possivelmente esteja relacionado às maiores precipitações que ocorreram nos anos de 2018 e 2019. As baixas precipitações que ocorreram na maior parte do tempo podem ter sido fator determinante para o ritmo de crescimento e resiliência dos indivíduos, além dos mais variados fatores em que a vegetação possa estar submetida.

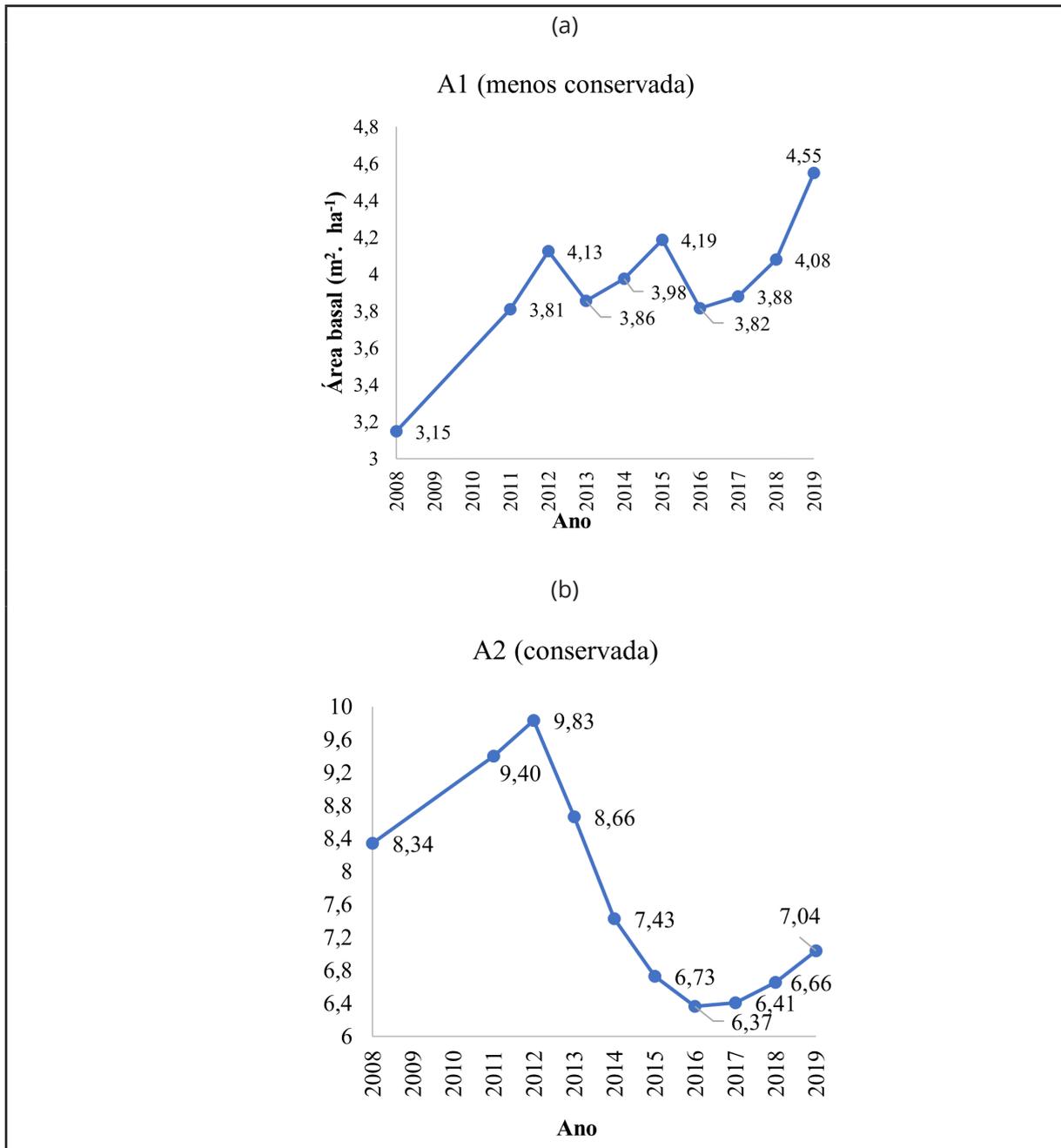
A análise gráfica ilustrada na Figura 1a dos valores anuais da área basal de toda população amostrada (A1) compreende aumento nos valores médios, principalmente, após o período de seca severa. Vale ressaltar que houve decréscimo acentuado na sua área basal no ano de 2013 e aumento a partir do ano de 2017.

Ao analisar a série completa dos períodos avaliados para A1 na Figura 1a, observou-se que o aumento nos valores médios da área basal, principalmente nos últimos anos, evidenciou as maiores oscilações no período de déficit de chuvas (2012 a 2015).

Com relação a A2, a análise gráfica na Figura 1b mostra os valores anuais da área basal de toda população amostrada (A2), compreendendo-se decréscimo médio nos valores, principalmente, nas condições de adversidades. Vale ressaltar que houve decréscimo acentuado na sua área basal no ano de 2013 e aumento a partir do ano de 2017, no entanto a vegetação não conseguiu aumentar suas dimensões, para apresentar saldo positivo no crescimento, em relação ao ano inicial de monitoramento.

Ao analisar a série completa dos períodos avaliados para A2 na Figura 1b, observou-se que o aumento nos valores médios da área basal, nos últimos anos (2017 a 2019), evidenciou sua ascendência, demonstrando a dependência da ocorrência de chuvas de maiores acumulados anuais, para, assim, garantir a manutenção e perpetuação das espécies vegetais, sendo notório o impacto de maior déficit hídrico nos anos anteriores.

Figura 1 – Valores anuais da área basal, no período de 2008 a 2019, na Área A1 (a) e A2 (b)



Fonte: Autores (2021)

4 CONCLUSÃO

As espécies encontradas de maior densidade absoluta são as que mais contribuíram no crescimento, isso em todos os períodos analisados, contribuindo para saldo geral positivo no balanço final de seu crescimento, em especial a espécie *Cenostigma bracteosum*, a qual contribuiu para saldo positivo em ambas as áreas.

A mortalidade foi sempre superior ao recrutamento, o que afetou o crescimento líquido.

A seca prolongada que ocorreu entre os anos de 2012 e 2018, com agravamento de 2012 a 2015, contribuiu para os altos valores de mortalidade de indivíduos, conseqüentemente redução na área basal das áreas estudadas.

A área A1 se sobressaiu em termos de crescimento de área basal, no entanto o crescimento líquido em área basal das espécies foi afetado por altas taxas de mortalidade, para ambas as áreas.

AGRADECIMENTOS

Pelo apoio financeiro à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) - código de financiamento 001, à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe) - BCT-0438-5.02/18 e IBPG-0889-5.02/17, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Grants 303991/2016-0 e 308676/2018-1 e a Universidade Federal Rural de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

AMORIM, I. L. DE; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, D. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.3, p.615-623, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300023>

AQUINO, F.G.; WALTER, B.M.T.; RIBEIRO, J.F. 2007. Dinâmica de populações de espécies lenhosas de cerrado, Balsas, Maranhão. **Revista Árvore**, v.31, p.793-803. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000500003>

ARAÚJO, E.L; FERRAZ, E.M.N. 2003. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na caatinga: estado atual do crescimento. In: CLAUDINO SALES, V. (Org.) **Ecossistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza (CE): Expressão Gráfica, p.115- 128.

BEERS, T. W. Components of forest growth. **Journal of Forestry**, Bethesda, v.60, n.4, p.245-248, 1962. <https://doi.org/10.1093/jof/60.4.245>

CABRAL, S. L. *et al.* Análise da modelagem dinâmica da precipitação em uma bacia hidrográfica no semiárido. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves (RS). **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Porto Alegre (RS): ABRH, v. 1, 2013.

CASTELLETTI, C. H. M.; CARDOSO, J. M. S.; TABARELLI, M.; MELO, A. M. S. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: TABARELLI, M.; CARDOSO, J. M. S. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Recife (PE): MMA, UFPE, 2004. p. 91-100.

CAO, Z. *et al.* When and where did the Loess Plateau turn “green”? Analysis of the tendency and breakpoints of the normalized difference vegetation index. **Land Degradation and Development**, v. 29, n. 1, p. 162–175, 2018. <https://doi.org/10.1002/ldr.2852>

CHAPIN III, F. S.; MATSON, P. A.; MOONEY, H. **Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology**. 1. ed. New York (EUA): 2002. 396 p.

COELHO, I. A.; DUARTE, S. M. A.; COELHO, O. A. M. Estudo da dinâmica da cobertura vegetal no município de Floresta / PE através de processamento digital de imagens. **Revista GEAMA**, v.1, n.2, p.187–204, 2015. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/486>. Acesso em: 12 dez. 2020.

COSTA JÚNIOR, D. S. **Padrões de crescimento em floresta tropical sazonalmente seca em relação à variabilidade ambiental no semiárido Pernambucano**. 2021. 170p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife (PE).

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R.; OLIVEIRA, A. R. ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semiárido brasileiro. **Revista Árvore**, Viçosa (MG), v.32, n.4, p.665-669, 2008.<https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400007>

FERREIRA, R. L. C. *et al.* Components of growth for tropical dry deciduous forest, Brazil. In: ASA, CSSA & SSSA INTERNATIONAL ANNUAL MEETING, 2014, Long Beach (EUA). **Proceedings...** Long Beach (EUA): ASA; CSSA; SSSA, 2014. CD Rom. Disponível em: <https://scisoc.confex.com/crops/2014am/webprogram/Paper87174.html>. Acesso em: 04 de setembro de 2017.

GHALANDARAYESHI, S.; NORD-LARSEN, T.; JOHANNSEN, V. K.; LARSEN, K. B. Spatial patterns of tree species in Suserup Skov – a semi-natural forest in Denmark. **Forest Ecology and Management**, v.406, p.391-401, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.020>

GIODA, A. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. **Estudos Avançados**, v.33, n.95, p.133-150, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3395.0009>

HURST, J. M.; STEWART, G. H.; PERRY, G. L. W.; WISER, S. K.; NORTON, D. A. Determinants of tree mortality in mixed old-growth Nothofagus forest. **Forest Ecology and Management**, v.270, p.189-199, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.01.029>

MARENGO, J. A. *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Parcerias estratégicas**, v. 27, p. 385-422, 2008. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329. Acesso em: 12 dez. 2020.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanálise**, v.4, n.1, p.49–54, 2016. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/marengoetal.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v.129, n.3–4, p.1189–1200, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>

MARTÍNEZ-RAMOS, M. *et al.* Effects of long-term inter-annual rainfall variation on the dynamics of regenerative communities during the old-field succession of a neotropical dry forest. **Forest Ecology and Management**, v.426, p.91–100, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.048>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caatinga**. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20200501153632/https://www.mma.gov.br/biomas/caatinga> Acesso em: 12 dez. 2020.

PHILLIPS, O. L. *et al.* Dynamics and species richness of tropical rain forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.91, n.7, p.2805–2809, 1994. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.7.2805>

PIMENTEL, D. J. O. **Dinâmica da vegetação lenhosa em área de caatinga, Floresta - PE**. 2012. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife (PE).

PINEDA-GARCÍA, F.; PAZ, H.; MEINZER, F. C. Drought resistance in early and late secondary successional species from a tropical dry forest: The interplay between xylem resistance to embolism, sapwood water storage and leaf shedding. **Plant, Cell and Environment**, v.36, n.2, p.405–418, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02582.x>

REES, M. *et al.* Long-Term Studies of Vegetation Dynamics. **Science**, v.650, n.2001, 2014. <https://dx.doi.org/10.1126/science.1062586>

RUFINO, I. A. A.; SILVA, S. T. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: uma abordagem metodológica. **Boletim de Ciências Geodésicas - BCG**, v.23, n.1, p.166–181, 2017. <http://doi.org/10.1590/S1982-21702017000100011>

SEDDON, A. W. R.; MACIAS-FAURIA, M.; LONG, P.R; BENZ, D.; WILLIS, K. J. Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. **Nature**, v.531, p.229–232, 2016. <https://doi.org/10.1038/nature16986>

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre (RS): Artmed, 2017. 888 p.

VANCLAY, J. K.; LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; CAMERON, D. M. Spatially explicit competition in a mixed planting of *Araucaria cunninghamii* and *Flindersia brayleyana*. **Annals of Forest Science**, v.70, p.611–619, 2013. <http://doi.org/10.1007/s13595-013-0304-x>

WORBES, M. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. **Journal of Ecology**, v.87, n.3, p.391–403, 1999. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00361x>

ZHAO, A. *et al.* Responses of vegetation productivity to multi-scale drought in Loess Plateau, China. **Catena**, v.163, p.165–171, abr. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.12.016>

Contribuição de Autoria

1 – Djailson Silva da Costa Júnior

Engenheiro Florestal, Dr.

<https://orcid.org/0000-0002-9513-4268> • djailson_junior@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Visualização de dados, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira

Engenheiro Florestal, Professor, Dr.

<https://orcid.org/0000-0001-7349-6041> • rinaldo.ferreira@ufrpe.br

Contribuição: Análise Formal, Metodologia, Administração do projeto, Supervisão, Visualização de dados, Escrita – revisão e edição

3 – José Antônio Aleixo da Silva

Engenheiro Agrônomo, Professor, Ph.D.

<https://orcid.org/0000-0003-0675-3524> • jaaleixo@uol.com.br

Contribuição: Análise Formal, Metodologia, Supervisão, Visualização de dados, Escrita – revisão e edição

4 – Anderson Francisco da Silva

Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciências Florestais

<https://orcid.org/0000-0002-1342-7623> • anderson.florestal@hotmail.com

Contribuição: Curadoria de dados, Análise Formal, Visualização de dados, Escrita – primeira redação

5 – Mayara Maria de Lima Pessoa

Engenheira Florestal, Licenciada em Ciências Agrícolas, Professora, Dra.

<https://orcid.org/0000-0003-3564-567X> • maypessoa@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados, Análise Formal, Visualização de dados, Escrita – primeira redação

Como citar este artigo

Costa Júnior, D. S.; Ferreira, R. L. C.; Silva, J. A. A.; Silva, A. F.; Pessoa, M. M. L. Dinâmica de crescimento de uma floresta tropical sazonalmente seca no semiárido brasileiro. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1594-1616, 2022. DOI 10.5902/1980509867697. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509867697>.