

## Artigos

# Banco de sementes e a otimização na recuperação de áreas degradadas da Caatinga

Seed bank and optimization in the recovery of degraded areas of Caatinga

Maria Monique Tavares Saraiva<sup>1</sup> 

Cleyson Xavier da Silva<sup>1</sup> 

Luzia Ferreira da Silva<sup>1</sup> 

Wellington Jorge Cavalcanti Lundgren<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, PE, Brasil

## RESUMO

O banco de sementes do solo é utilizado como ferramenta de recomposição de áreas degradadas, por meio da melhoria e estabelecimento de espécies, sucessão e aumento da diversidade biológica. Dessa forma, o trabalho avaliou o banco de sementes de duas áreas do Parque Estadual Mata da Pimenteira – PEMP e o efeito das condições ambientais na germinação das sementes, e seu potencial para implantação em áreas degradadas. Para isso, foram coletados solo e serapilheira em duas áreas (Serra Branca e Pimenteira), os quais foram homogeneizados, distribuídos em bandejas e submetidos a sombreamento 70% ou sol. As plântulas foram contabilizadas e identificadas. Além disso, determinaram-se a densidade, porosidade e velocidade de infiltração básica (VIB) no solo nas duas áreas. A relação de emergência, em função do banco de sementes e acondicionamento, foi avaliada por estatística descritiva e gráfica de superfície de resposta. A relação entre a emergência e as características do solo foi observada através de correlação. O banco de sementes da Pimenteira apresentou maior índice de emergência e diversidade. Além disso, o sombreamento potencializa a regeneração do material. Nesse contexto, a inserção dessas porções em forma de núcleos nos setores de restauração do próprio parque configura-se como uma estratégia potencial.

**Palavras-chave:** Nucleação; Restauração Florestal; Semiárido



## ABSTRACT

---

The soil seed bank is used as a tool for recomposition of degraded areas, through the improvement and establishment of species, succession and increased biological diversity. Thus, the work evaluated the seed bank of two areas of the Parque estadual Mata da Pimenteira – PEMP and the effect of environmental conditions on seed germination, and their potential for implantation in degraded areas. Soil and litter were collected in two areas (Serra Branca and Pimenteira), which were homogenized, trays and subjected to 70% shading or sun. Seedlings were accounted for and identified. In addition, it determined the density, porosity and speed of basic infiltration (VIB) in the soil in both areas. The emergency relationship, depending on the seed bank and packaging, was evaluated by descriptive and graphical response surface statistics. The relationship between emergence and soil characteristics was observed through correlation. Pimenteira's seed bank showed the highest rate of emergence and diversity. In addition, shading enhances material regeneration. In this context, the insertion of these nuclei-shaped sections in the restoration sectors of the park itself is a potential strategy.

**Keywords:** Nucleation; Forest Restoration; Semi-arid

## 1 INTRODUÇÃO

A Caatinga localiza-se na região Semiárida, e é um bioma exclusivamente brasileiro, com extensão territorial equivalente a 10,1% do território nacional (IBGE, 2019). É caracterizada por uma diversa floresta seca com vegetação decídua, caducifólia, xerófila e espinhosa (ARAÚJO; GUARDA; SILVA; NASCIMENTO; MARIANO; SILVA, 2022).

Apesar da grande riqueza ecológica e importância socioambiental, ações antrópicas, como o desmatamento e queimadas, estão gerando processos de desertificação em diversas áreas (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015), o que reflete a necessidade de explorar mecanismos que compreendem a composição, diversidade florística, e sua relação com o ambiente, a fim de mitigar essa degradação.

Nos últimos trinta anos, estudos relacionados à restauração têm crescido no Brasil, no entanto, o bioma Caatinga comporta somente 4% deles, os quais foram conduzidos, principalmente, em áreas não florestais por meio de plantio de mudas (GUERRA; REIS; BORGES; OJEDA; PINEDA; MIRANDA; MAIDANA; SANTOS; SHIBUYA; MARQUES; LAURANCE; GARCIA, 2020). Tais fatos denotam a necessidade de ampliar e explorar outras técnicas de restauração nesse bioma.



Nesse contexto, processos ecológicos de chuva e banco de sementes do solo têm fundamental importância na dinâmica regenerativa da comunidade vegetal, principalmente quando acontecem a destruição ou o distúrbio da vegetação natural (BRAGA; BORGES; MARTINS, 2015; MEDEIROS; SILVA; RAMOS; OLIVEIRA; NÓBREGA, 2015).

A serapilheira depositada no solo dos ambientes florestais e a camada superficial do solo compõem importante banco de sementes, considerado um dos principais componentes da recomposição florestal de ambientes perturbados (FIGUEIREDO; MIRANDA; ARAUJO; VALCARCEL, 2014).

Os estudos no bioma Caatinga com avaliação de banco de sementes (MEDEIROS; SILVA; RAMOS; OLIVEIRA; NÓBREGA, 2015; RIBEIRO; BAKKE; SOUTO, BAKKE; LUCENA; 2017; SANTOS; BRUNO; CRUZ; SILVA; ANDRADE, 2020; PINHEIRO, SOUSA; LACERDA, 2022; ROSHAN; HEYDARI; WAIT; UDDIN; LUCAS-BORJA; KEELEY, 2022) e diversidade de espécies em diferentes fragmentos (MELO; LIMA; MENEZES; CORDEIRO; SANTOS; FARIAS; SILVA; CALDAS; MATOS; MELO; LIMA; CORDEIRO; GOMES; RODAL, 2013; FARIAS; RODAL; MELO; SILVA; LIMA, 2016; SILVA; MARTINS; GARCIA; TEIXEIRA; SALOMÃO, 2022) têm se expandido, porém, ainda há muitas lacunas relacionadas à dinâmica e fatores que influenciam os processos ecológicos (RIBEIRO; BAKKE; SOUTO; BAKKE; LUCENA, 2017; GOMES, 2017).

Um dos principais mecanismos biológicos envolvidos na sucessão de indivíduos consiste na facilitação, relacionado a interações positivas através de mudanças no ambiente abiótico ou interferência por outros organismos (VIEIRA; ARAÚJO; ZANDEVALLI, 2013). Com isso, é possível melhorar o crescimento das espécies, acelerar o ritmo da sucessão e aumentar a diversidade biológica.

Reis, Bechara, Tres e Trentin (2014) sugerem acondicionar porções de solo em viveiro, submetidas à irrigação para emergência e, posteriormente, inserir as amostras em forma de núcleos em área degradada. Ao avaliar o banco de sementes coletadas na Caatinga, Medeiros, Silva, Ramos, Oliveira e Nóbrega (2015) verificaram que o acondicionamento do material em ambiente sombreado proporciona maior índice de germinação e sobrevivência de plântulas em comparação ao pleno sol.



Dessa forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o banco de sementes de duas áreas localizadas no Parque Estadual Mata da Pimenteira - PEMP, região de Caatinga e o efeito das condições ambientais na germinação das sementes, e seu consequente potencial para implantação em áreas degradadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no PEMP (Decreto nº 37.823, de 20/01/2012), município de Serra Talhada - PE (07°59'31"S e 38°17'5"W). Para análise do banco de sementes, foram coletados solo e serapilheira em duas zonas de ambiente natural (ZAN) referente à área onde estão presentes as amostras mais significativas do(s) ecossistema(s) protegido(s) pela unidade de conservação (PERNAMBUCO, 2013). As ZAN's avaliadas referem-se a Serra Branca (SB) e Pimenteira (P), nas quais coletou-se 10 amostras em cada área.

A distância entre as duas ZAN corresponde a 100 metros. SB situa-se em uma área com declividade acentuada, caracterizada por apresentar grandes afloramentos rochosos e vegetação esparsa. Em contrapartida, a segunda área de estudo (P) é mais isolada, conservada, com relevo mais plano e vegetação mais densa, próxima a curso d'água. De acordo com Silva e Almeida (2013), o solo dos dois ambientes estudados é caracterizado como neossolo litólico.

Melo, Lima, Menezes, Cordeiro, Santos, Farias, Silva, Caldas, Matos, Melo, Lima, Cordeiro, Gomes e Rodal (2013) quantificaram nos dois ambientes, 251 espécies composta por 16% de espécies endêmicas, as quais conferiram 112 (SB) e 219 (P) espécies, com 80 comuns entre si. Farias, Rodal, Melo, Silva e Lima (2016) também exploraram a estrutura da vegetação dos ambientes mencionados, e caracterizaram P como vegetação de caatinga arbórea, e SB como arbustivo-arbóreo; ambos estudos verificaram a predominância das famílias Fabaceae e Euphorbiaceae e dos gêneros *Croton*, *Mimosa* e *Senna* em sua composição.

O experimento consistiu num fatorial 2 x 4, referente a 2 condições de ambiente (sombreado e pleno sol) e 4 locais de coletas de serapilheira dentro do PEMP (2 - SB e 2 - P), o delineamento foi inteiramente casualizado com três repetições por tratamento, constituindo 24 unidades experimentais.



As coletas de solo e serapilheira foram realizadas em novembro de 2017, com auxílio de gabarito de 1m<sup>2</sup> a 10 cm de profundidade de cada parcela e acondicionadas em sacos plásticos. Os materiais coletados de cada área amostrada foram homogeneizados e distribuídos para seis bandejas (43,5 x 29,6 x 7,5 cm), de forma a não causar diferenças entre parcelas, ambiente ou profundidade de coleta e, em seguida distribuídos, aleatoriamente, para as condições estudadas (ambiente sombreado e pleno sol).

No levantamento de espécies emergentes do banco de sementes, os materiais foram submetidos a dois tipos de tratamentos: tela de sombreamento de 70% e a pleno sol. Essa porcentagem de sombreamento foi determinada por se aproximar das condições do dossel da caatinga preservada, no período chuvoso (CARVALHO; MOURA; SILVA, 2018). Além disso, em ambas as condições foram realizadas o manejo de irrigação diária com lâmina de irrigação de 2,73 mm (350 mL por bandeja).

As espécies emergentes, que apresentaram folhas verdadeiras, foram contabilizadas semanalmente e identificadas quando apresentaram estruturas morfológicas favoráveis de acordo com a espécie, realizadas a níveis de família, gênero, espécie e hábito de crescimento, com auxílio de bibliografia, exsicatas e subsídio de integrantes do Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA), localizado na UFRPE/ Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

Além do levantamento botânico, foram coletadas 10 amostras de solo em cada ambiente estudado, para caracterização conforme a densidade, porosidade e velocidade de infiltração básica (VIB), a fim de avaliar a relação desses atributos com a emergência das plântulas.

A infiltração foi aferida com auxílio de cilindro de 126,68 cm<sup>2</sup>, no qual foram coletadas pequenas amostras de solos para verificar a umidade antes do teste. Para as demais análises, foram obtidas amostras de solo indeformado com cilindro volumétrico de 90,32 cm<sup>3</sup>. Todas as amostras foram pesadas para determinação da massa de solo úmido e, posteriormente, submetidas à estufa a 105 °C durante 24 horas, para obtenção da massa de solo seco. A razão entre a massa de solo seco das amostras indeformadas e o volume do cilindro de coleta determinou a densidade do



solo; posteriormente, a porosidade foi calculada a partir da divisão da densidade da partícula (estimada: 2,65) pela densidade do solo.

Com base no número de espécies e indivíduos, foi determinado o índice de diversidade de Shannon – Weaver; também foi observada através de gráfico de superfície de resposta a relação entre a emergência dos bancos de sementes dos dois ambientes (SB e P) e as condições submetidas (sombra e pleno sol). Por fim, foi verificado através de análise de correlação se os atributos do solo avaliados tinham relação com o processo de emergência avaliado. O *software* estatístico utilizado foi o STATISTICA versão 7.0 (STATSOFT Inc., TULSA, OK, EUA).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o levantamento das plântulas emergentes (Tabela 1), foram verificados 114 indivíduos distribuídos em 31 espécies e 21 famílias botânicas, com predominância das Poaceae, com evidência em todos os fatores avaliados (ambiente de coleta e acondicionamento), o que corrobora com Medeiros, Silva, Ramos, Oliveira e Nóbrega (2015), Ribeiro, Bakke, Souto, Bakke e Lucena (2017) e Santos, Bruno, Cruz, Silva e Andrade (2020). Em relação ao número de espécies dentro das famílias, destacaram-se as Asteraceae e Malvaceae. Com isso, estas são comumente citadas entre as três principais famílias do estrato herbáceo em áreas de Caatinga (OLIVEIRA; PRATA; FERREIRA, 2013; COSTA; SENA; OLIVEIRA; ROCHA, 2016; OLIVEIRA; PRATA; PINTO, 2018).

Dentre as espécies, foram verificadas 32,25% destas no banco de sementes da SB e 83,87% na P, as quais apresentaram 16,12% de similaridade, observações inferiores ao reportado por Melo, Lima, Menezes, Cordeiro, Santos, Farias, Silva, Caldas, Matos, Melo, Lima, Cordeiro, Gomes e Rodal (2013) para as mesmas áreas, que observaram similaridade de 31,87%. Nesse contexto, observa-se que a P destacou-se pelo maior número de indivíduos e diversidade próxima a quantificada por Souza, Alves, Bakke, Lopes, Santos, Santos e Fernando (2021), em área de caatinga referente à Reserva Legal (2,33 nats. Ind<sup>-1</sup>). A diversidade de espécies, no processo de restauração, tem como objetivo obter numerosos elementos ecológicos com abundância e distribuição das plantas (VIEIRA; ARAÚJO; ZANDAVALLI 2013).



Tabela 1 – Levantamento de espécies provenientes do banco de sementes de duas áreas do PEMP submetidas a ambientes controlados - Serra Talhada/PE, 2018

Família	Espécie	H	Sombra		Pleno sol	
			SB	P	SB	P
Anacardiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Av	2	1	-	1
Apocynaceae	<i>Calotropis procera</i> W.T.Aiton	Ab	-	-	-	1
	<i>Tridax procumbens</i> L.	E	-	2	1	2
Asteraceae	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	E	-	1	-	-
	<i>Vernonia chalybaea</i> Mart. ex DC.	S	-	2	-	-
Burseraceae	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Av	-	5	-	-
	Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	T	2	-	-
Cyperaceae	<i>Cyperus uncinulatus</i> Scharad. Ex Nees.	E	-	5	-	-
	<i>Pycreus</i> P. Beauv.	E	-	1	-	-
Euphorbiaceae	<i>Croton rhamnifolioides</i> Pax & K. Hoffm	Ab	1	-	-	-
	<i>Manihot epruinosa</i> Pax & K. Hoffm.	Av	-	-	-	1
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> Poir.	Av	-	2	-	-
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (Vahl) Kuntze	E	-	1	-	-
Loasaceae	<i>Mentzelia aspera</i> L.	E	2	4	-	-
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i> L.	E	-	1	-	-
Lythraceae	<i>Cuphea impatientifolia</i> A. St.-Hil.	E	-	2	-	-
	<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav.	E	-	5	-	1
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Briz.	S	-	1	-	-
	<i>Herissantia tiubae</i> (K.Schum.) Brizicky	S	-	4	-	-
Molluginaceae	<i>Mollugo verticillata</i> L.	E	4	3	-	-
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	E	-	1	-	-
Phytolaccaceae	<i>Microtea paniculata</i> Moq.	E	-	1	-	1
Plantaginaceae	<i>Scoparia dulcis</i> L.	E	-	3	-	-
	Indeterminada 1	E	-	5	1	5
Poaceae	Indeterminada 2	E	2	15	-	3
	<i>Portulaca halimoides</i> L.	E	-	-	2	2
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	E	-	2	-	3
	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	E	-	5	-	2
Rubiaceae	<i>Diodella teres</i> (Walter) Small		-	-	3	-
	<i>Mitracarpus</i> sp.	E	-	1	-	-
Urticaceae	<i>Pilea hyalina</i> Fenzl	E	-	1	-	-
Total			13	54	7	22
Índice de Shannon -Weaver			1,71	2,87	1,27	2,23

Fonte: Autores (2021)

Em que: H – Hábito (Av- árvore, Ab – arbusto, E- erva, S- subarbusto, T- trepadeira), SB – Serra Branca, P – Pimenteira



Embora estejam situados numa mesma região, os ambientes de coleta (SB e P) possuem características distintas, o que reflete na variação observada. Farias, Rodal, Melo, Silva e Lima (2016) exploraram a fisionomia e estrutura de dois ambientes localizados na mesma região deste estudo, e concluíram que a proximidade de cursos d'água em áreas de Caatinga influencia no comportamento da vegetação lenhosa e sua regeneração. O que pode justificar a maior riqueza do ambiente da P, visto que se trata de um ambiente situado próximo a curso d'água.

Ainda, de acordo com Bonfante (2014), o banco de sementes nas margens de riachos pode ser otimizado em função do transporte desses propágulos pelo curso de água da chuva. Pinheiro, Sousa e Lacerda (2022) observaram que amostras de solo coletadas próximas a riacho apresentaram maiores densidades de germinação.

Quanto aos hábitos de crescimento, foram quantificados 68% de ervas, 13% árvores, 10% subarbustos, 6% arbustos e 3% trepadeiras. Ribeiro, Bakke, Souto, Bakke, Lucena (2017) relatam que a maior ocorrência de herbáceas está associada ao curto ciclo de vida e à produção de grande número de sementes, o que proporciona novas sementes aptas a germinar rapidamente. A sazonalidade pluvial, o substrato e o micro-habitat são fatores importantes na variação do número de espécies herbáceas da Caatinga (OLIVEIRA; PRATA; PINTO, 2018).

O baixo percentual de sementes de árvores e arbustos germinados pode ser explicado pelo fato de que muitas dessas espécies produzem propágulos com mecanismos de dormência, que impedem sua germinação imediata, o que caracteriza a falta de uniformidade de germinação no ambiente de Caatinga, viabilizada por condições favoráveis (SANTOS; BRUNO; CRUZ; SILVA; ANDRADE, 2020)

No geral, a maior emergência ocorreu no ambiente sombreado, consequência das características microclimáticas condicionadas pelo sombreamento, que se assemelham às condições proporcionadas pelo dossel da mata. Este mesmo comportamento foi observado por Medeiros, Silva, Ramos, Oliveira e Nóbrega (2015), que obtiveram maior emergência do banco de sementes submetido a sombreamento

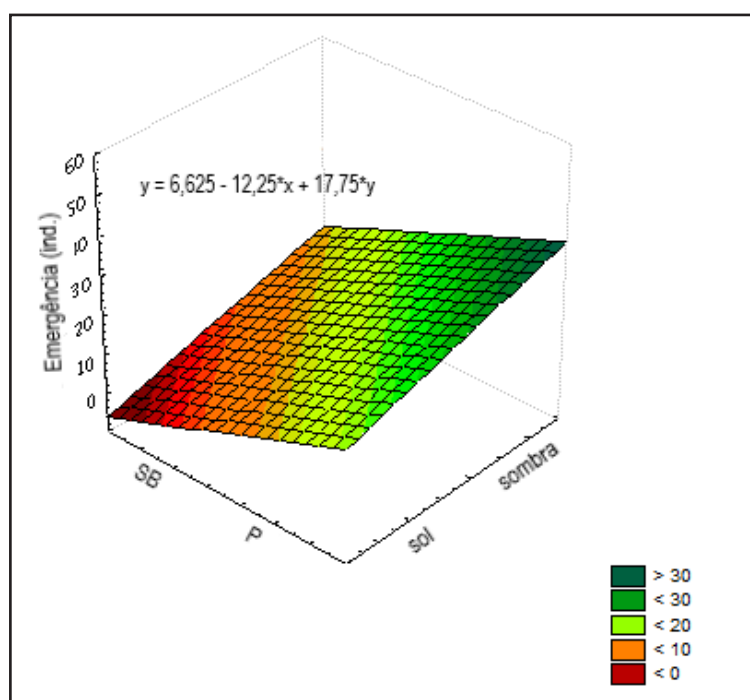




de 50% em comparação ao pleno sol. Os autores afirmam que este ambiente propicia maior umidade no solo e, conseqüentemente, favorece a germinação, estratégia utilizada também por Pinheiro, Sousa e Lacerda (2022), que utilizaram o mesmo sombreamento e irrigação diária, a fim de estimular a germinação do banco de sementes.

A Figura 1 demonstra a tendência geral do experimento quanto à relação da emergência em função do banco de sementes coletadas (SB e P) e a condição submetida (sol e sombra). Observa-se, portanto, que o banco de sementes influenciou mais que o acondicionamento, visto que em ambas as condições de acondicionamento o material da SB não demonstrou desempenho satisfatório, mesmo diante de condições favoráveis para o processo germinativo, o que pode estar associado a menor diversidade do banco de sementes e a estrutura do próprio material transferido. Em contrapartida, o banco de sementes da P se destacou, com maior evidência sob sombreamento.

Figura 1 – Relação do processo de emergência (indivíduos) em função do banco de sementes (SB e P) e o acondicionamento do material (sol e sombra)



Fonte: Autores (2021)



Entre as espécies identificadas, 93,10% dizem respeito a espécies nativas, com exceção da *Tridax procumbens* L., que é considerada uma espécie naturalizada. Além disso, a espécie *Croton rhamnifolioides* Pax & K. Hoffm. é considerada endêmica da Caatinga e a *Manihot epruinosa* Pax & K. Hoffm. endêmica do Brasil, o que reforça a importância da preservação da unidade de conservação PEMP. Além disso, a espécie arbórea *Myracrodruon urundeuva* Allemão, encontrada nos dois materiais (SB e P), encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção, em virtude da exploração predatória (LIMA; MOURA; SANTOS; NASCIMENTO; DUTRA, 2017).

Ao avaliar a ligação de diferentes características vegetais de espécies arbóreas a múltiplas funções do solo em ecossistemas semiáridos, Teixeira, Oliveira, Krah, Kollmann e Ganade (2020) verificaram que plantas com alta biomassa são importantes para a multifuncionalidade do ecossistema, em que o funcionamento de solos semiáridos pode depender do desempenho de algumas espécies de plantas, os quais verificaram que as espécies *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J. B. Gillett e *Mimosa tenuiflora* Poir (todas encontradas neste estudo) auxiliam significativamente na retenção de nitrogênio do solo, com destaque da última espécie para a retenção de água e fosfato.

Com isso, no processo de restauração de áreas degradadas em florestas tropicais secas, faz-se necessário a inserção de espécies capazes de produzir maior biomassa acima do solo (YOUNGINGER; SIROVÁ; CRUZAN; BALLHORN, 2017). No entanto, é importante considerar que o funcionamento equilibrado do ecossistema aumenta com a diversidade, o que denota a necessidade de introdução de conjuntos formados por multiespécies para sustentar níveis desejados de múltiplas funções (GROSS; PINGUET; LIANCOURT; BERDUGO; GOTELLI; MAESTE, 2017).

Quanto aos atributos do solo avaliados, a análise de correlação de Pearson (Tabela 2) indicou relação no processo de emergência das plântulas, a qual a maior correlação foi atribuída entre a densidade e a porosidade do solo, seguida da velocidade de infiltração básica (VIB). Portanto, a infiltração da água no solo tende a diminuir em



função da diminuição de poros e, conseqüentemente, aumento da densidade. Ainda, conforme correlação negativa da emergência com densidade (- 0,43) e positiva com a porosidade (0,42), é possível afirmar que o desempenho do banco de sementes foi melhor em solos menos densos e com maior porosidade, característica predominante nas amostras avaliadas da área da pimenteira.

Tabela 2 – Correlação de Pearson entre os parâmetros físicos do solo e emergência do banco de sementes

	<b>Densidade</b>	<b>Porosidade</b>	<b>VIB</b>	<b>Emergência</b>
Densidade	1,00			
Porosidade	- 0,99**	1,00		
VIB	- 0,53**	0,51**		
Emergência	- 0,43*	0,42*	0,27	1,00

Fonte: Autores (2021)

Em que: VIB: velocidade de infiltração básica. (%); \* e \*\*: Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t.

Nesse contexto, Souza, Artigas e Lima (2015) observaram que determinadas áreas do semiárido, que já sofreram algum tipo de desmatamento, podem apresentar modificação da estrutura original dos solos, com aumento da densidade, redução da porosidade, compactação e formação de crostas nas camadas superficiais, com aumento da resistência à penetração e conseqüente diminuição da infiltração de água, o que acarreta a intensificação dos efeitos da seca. Ainda, Souza, Artigas e Lima (2015) afirmam que a densidade do solo alta e baixa porosidade, interferem diretamente na sucessão ecológica de ambientes, pois diminuem a possibilidade de estabelecimento e crescimento de algumas plântulas, que proporcionam o domínio de espécies com demanda hídrica menor.

## 4 CONCLUSÕES

Entre os dois bancos de sementes avaliados, é possível afirmar que o coletado na Pimenteira possui potencial restaurador em função do maior índice de indivíduos e diversidade, refletidas pela composição do próprio ambiente. Além disso, o



sombreamento potencializa a regeneração do material. Nesse contexto, a inserção dessas porções em forma de núcleos nos setores de restauração do próprio parque (PERNAMBUCO, 2013) configura-se como uma estratégia potencial.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, H. F. P.; GUARDA, A.; SILVA, W. A. G.; NASCIMENTO, L.; MARIANO, E.; SILVA, J. M. C. The Caatinga region is a system and not an aggregate. **Journal of Arid Environments**, Oxford, v. 203, p. 104778, abr. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104778>
- BONFANTE, M. C. **Contribuição do banco de sementes para restauração de APP às margens do Ribeirão Três Bocas, Londrina, PR**. 2014. 76p. Monografia (Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.
- BRAGA, A. J. T.; BORGES, E. E. de L.; MARTINS, S. V. Chuva de sementes em estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.3, p.475-485, mai-jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000300008>
- CARVALHO, H. F. S.; MOURA, M. S. B.; SILVA, T. G. F. Fluxos de Radiação e Energia em Caatinga Preservada e Cana de Açúcar no Semiárido. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 33, p.452-458, jul. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786333005>
- COSTA, D. F. S.; SENA, V. R. R.; OLIVEIRA, A. M.; ROCHA, R. M. Análise da diversidade da vegetação herbácea em reservatório no semiárido brasileiro (açude Itans - RN). **Biotemas**, Florianópolis, v.29, p.25-36, mar. 2016, DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n1p25>
- FARIAS, S. G. G.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L.; SILVA, M. A. M.; LIMA, A. L. A. Fisionomia e estrutura de vegetação de Caatinga em diferentes ambientes em Serra Talhada – Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, p. 435-448, abr.-jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822745>
- FIGUEIREDO, P. H. A.; MIRANDA, C. C.; ARAUJO F. M.; VALCARCEL, R. Germinação ex-situ do banco de sementes do solo de capoeira em restauração florestal espontânea a partir do manejo do sombreamento. **Scientia Forestalis**, São Carlos, v. 42, n. 101, p. 69-80, mar. 2014.
- GOMES, J. M. **Restauração ecológica de área ciliar degradada da Caatinga do Rio São Francisco, Pernambuco**. 2017. 265p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciências Florestais, Recife, 2017.
- GROSS, N.; PINGUET, Y. L. B.; LIANCOURT, P.; BERDUGO, M.; GOTELLI, N. J.; MAESTRE, F. T. Functional trait diversity maximizes ecosystem multifunctionality. **Nature Ecology & Evolution**, Londres, v.1, 0132, abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0132>
- GUERRA, A.; REIS, L. K.; BORGES, F. L. G.; OJEDA, P. T. A.; PINEDA, D. A. M.; MIRANDA, C. O.; MAIDANA, D. P. F. L.; SANTOS, T. M. R.; SHIBUYA, P. S.; MARQUES, M. C. M.; LURANCE, S. G. W.; GARCIA, L. C. Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. **Forest Ecology and Management**, Arizona, v. 458, n. 15, 117802, fev. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802>



IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. v.45. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LIMA, L. K. S.; MOURA, M. C. F.; SANTOS, C. C.; NASCIMENTO, K. P. C.; DUTRA, A. S. Produção de mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) em resíduos orgânicos<sup>1</sup>. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, p. 001-011, jan.-fev. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201764010001>

MEDEIROS, J. X.; SILVA, G. H.; RAMOS, T. M.; OLIVEIRA, R. B.; NÓBREGA, A. M. F. Composição e diversidade florística de banco de sementes em solo de área de Caatinga. **Revista Holos**, Natal, v. 8, p.03-14, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2098>

MELO, A. L.; LIMA, A. L. A.; MENEZES, T. G. C.; CORDEIRO, R. S.; SANTOS, E.S; FARIAS, S. G. G; SILVA, S. V.; CALDAS, D. R. M.; MATOS, S. S.; MELO, R.; LIMA, L. R.; CORDEIRO, W. P. F. S.; GOMES, A. P. S.; RODAL, M. J. N. Flora Vascular Terrestre. In: SANTOS, E. M. et al. (orgs.). **Parque Estadual Mata da Pimenteira: Riqueza Natural e Conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, p. 83-103, 2013.

OLIVEIRA, D. G.; PRATA, A. P.; FERREIRA, R. A. Herbáceas da Caatinga: composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, p.623-633, jul. 2013. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i4a2682>

OLIVEIRA, E. V. S.; PRATA, A. P. N.; PINTO, A. S. Caracterização e atributos da vegetação herbácea em um fragmento de Caatinga no Estado de Sergipe, Brasil. *Revista Hoehnea*, São Paulo, v. 45, p. 159-172, fev. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-70/2017>

PERNAMBUCO. Parque Estadual Mata da Pimenteira, 2013, **Plano de Manejo**. CPRH (Agência Estadual de Meio Ambiente). Disponível em: [http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS\\_ANEXO/PE%20Mata%20da%20Pimenteira%2022%2011%202013.pdf](http://www.cprh.pe.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/PE%20Mata%20da%20Pimenteira%2022%2011%202013.pdf). Acesso em: 10 de jan. de 2023.

PINHEIRO, M. A. M.; SOUSA, D. F.; LACERDA, A. V. Densidade do banco de sementes no solo em uma área de caatinga no semiárido paraibano. **Revista de Geografia**, Recife, v. 39, p. 107-120, jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2022.252612>

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509-519, abr-jun. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509814591>

RIBEIRO, T. O.; BAKKE, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A.; LUCENA, D. S. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de Caatinga manejadas no semiárido da Paraíba, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 203-213, mar. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826459>

ROSHAN, S. A.; HEYDARI, M.; WAIT, A.; UDDIN, S. M. M.; LUCAS-BORJA, M. E.; KEELEY, J. E. Divergent successional trajectories of soil seed bank and post-fire vegetation in a semiarid oak forest: implications for post-fire ecological restoration. **Ecological Engineering**, Praha, v. 182, p. 106736, jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2022.106736>



SANTOS, A. M. S.; BRUNO, R. L. A.; CRUZ, J. O.; SILVA, I. F.; ANDRADE, A. P. Variabilidade espacial do banco de sementes em área de Caatinga no Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, p. 542-555, abr.-jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509840039>

SILVA, L. S.; MARTINS, A. R.; GARCIA, T. A. S.; TEIXEIRA, R. S.; SALOMÃO, N. V. Fragmentos de Caatinga são florística e estruturalmente similares? **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 15, p. 3202-3211, set. 2022. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p3202-3211>

SILVA, T. G. F.; ALMEIDA, A. Q. Climatologia e Características Geomorfológicas. In: SANTOS, E. M. et al. (orgs.). **Parque Estadual Mata da Pimenteira: Riqueza Natural e Conservação da Caatinga**. Recife: EDUFRPE, p. 29-36, 2013.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, p. 131-150, jan.-abr. 2015. DOI: <https://doi.org/10.4215/RM2015.1401.0009>

SOUZA, M. P.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A.; LOPES, J. A.; SANTOS, W. de SANTOS.; FERNANDO, E. M. P. Banco de sementes do solo de Caatinga submetida a plano de manejo florestal sustentável em Cuité-PB. **Scientia Forestalis**, São Carlos, v. 49, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n130.09>

TEIXEIRA, L. H.; OLIVEIRA, B. F.; KRAH, F. S.; KOLLMANN, J.; GANADE, G. Linking plant traits to multiple soil functions in semi-arid ecosystems. **Journal of Arid Environments**, Oxford, v. 172, p. 104040, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.104040>

VIEIRA, I. R.; ARAÚJO, F. S.; ZANDAVALLI, R. B. Shrubs promote nucleation in the Brazilian semiarid region. **Journal of Arid Environments**, Oxford, v.92, p.42-45, mai. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.01.009>

YOUNGINGER, B. S.; SIROVÁ, D.; CRUZAN, M. B.; BALLHORN, D. Is biomass a reliable estimate of plant fitness? **Applications in Plant Sciences**, Washington, v. 5, p.160094, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3732/apps.1600094>

## Contribuição de Autoria

### 1 Maria Monique Tavares Saraiva

Engenheira Agrônoma, Me., Doutoranda

<https://orcid.org/0000-0003-1165-6235> • moniquetavaresaraiva@gmail.com

Contribuição: : Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original



## **2 Cleyson Xavier da Silva**

Estudante de Agronomia

<https://orcid.org/0000-0001-9722-7778> • cleysonxavier\_@hotmail.com

Contribuição: Pesquisa; Desenvolvimento, implementação e teste de software

## **3 Luzia Ferreira da Silva**

Engenheira Agrônoma, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0002-6328-638X> • luzia.ferreira68@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Pesquisa; Metodologia; Administração do projeto; Desenvolvimento, implementação e teste de software; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição

## **4 Wellington Jorge Cavalcanti Lundgren**

Engenheiro Florestal, Dr., Professor

<https://orcid.org/0000-0001-7623-8080> • wellingtonlundgren@yahoo.com.br

Contribuição: Pesquisa; Desenvolvimento, implementação e teste de software

## **Como citar este artigo**

Saraiva, M. M. T.; Silva, C. X.; Silva, L. F.; Lundgren, W. J. C. Banco de sementes e a otimização na recuperação de áreas degradadas da Caatinga. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 33, n. 2, e71507, p. 1-15, 2023. DOI 10.5902/1980509871507. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509871507>.