

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**DISTRIBUIÇÃO E RELAÇÃO ESPACIAL ENTRE FATORES
BIÓTICOS E ABIÓTICOS EM CAATINGA MANEJADA**

LUANA PRICILLA ARAUJO MENEZES

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA – BRASIL
MAIO – 2022

LUANA PRICILLA ARAUJO MENEZES

**DISTRIBUIÇÃO E RELAÇÃO ESPACIAL ENTRE FATORES
BIÓTICOS E ABIÓTICOS EM CAATINGA MANEJADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de Paula (UESB)

VITÓRIA DA CONQUISTA

BAHIA – BRASIL

MAIO – 2022

M237d Menezes, Luana Pricilla Araujo.
Distribuição e relação espacial entre fatores bióticos e abióticos em caatinga manejada. / Luana Pricilla Araujo Menezes, 2022. 48f.
Orientador (a): Dr. Alessandro de Paula.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Vitória da Conquista, 2022.
Inclui referências. 38 - 48.
1. Savana-Estépica Florestada. 2. Índice de Moran. 3. Autocorrelação espacial. I. Paula, Alessandro de. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais. III. T.

CDD: 581.981

Luana Pricilla Araujo Menezes

Distribuição e relação espacial entre fatores bióticos e abióticos em Caatinga manejada

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 06 de maio de 2022.

Comissão Examinadora:



Prof^a. Rita de Cássia Antunes Lima de Paula, (D.Sc., Agronomia) – UESB



Dr, Paulo Henrique Marques Monroe, (D.Sc., Produção Vegetal) – CAPES/PNPD



Prof. Alessandro de Paula (D.Sc., Ecologia e Recursos Naturais) - UESB
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, que vem me guiando em caminhos de autoconhecimento e evolução espiritual.

À mainha, Marize, por ser fonte de inspiração, determinação e perseverança.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade de aprendizado.

Ao professor Dr. Alessandro de Paula, pela orientação, amizade, paciência e compreensão.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários e gerentes da Floresta Nacional Contendas do Sincorá, pelo apoio para a realização desta pesquisa.

A todos os colegas do mestrado, sobretudo, Ana Flávia Costa, Maicon Silva e Thaine Teixeira, por toda parceria, amizade e companheirismo nessa jornada.

Aos colegas da graduação, Beatriz Freitas Lemos, João Antônio Gonçalves e Lucas de Andrade Santos, pela disponibilidade em me ajudar no desenvolvimento deste trabalho.

A todos que, por algum motivo, não foram mencionados, mas que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Grata!

RESUMO

O presente estudo avaliou a influência de diferentes manejos na distribuição espacial e nas relações espaciais entre fatores bióticos e abióticos da regeneração natural de espécies arbóreas em unidades experimentais na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá, Bahia. Este é composto de 48 parcelas fixas de 400 m², divididas igualmente em três unidades experimentais, nas quais todas receberam quatro tratamentos, com quatro repetições cada. Todas as unidades experimentais são compostas de 16 parcelas, divididas em duas colunas, onde foram instaladas subunidades de 25 m² para o acompanhamento da regeneração natural, distantes 15 m entre si. São quatro tratamentos: testemunha (TEST); corte raso (CRAS); corte seletivo por diâmetro mínimo (CDAP); e corte seletivo por espécie (CESP): corte de três espécies (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet, *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns). Na análise da distribuição espacial foi calculado o índice de Moran padronizado, e apenas *Annona vepretorum* apresentou distribuição aleatória para os tratamentos CDAP e CESP. As espécies *Combretum monetaria*, *Cordia incognita*, *Coursetia rostrata*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Sebastiania macrocarpa* apresentaram distribuição espacial agregada nos tratamentos que ocorreram. Nas demais espécies houve distintos padrões de distribuição espacial nos tratamentos em análise. Por fim, percebeu-se que os tratamentos mais conservacionistas beneficiaram a regeneração natural, especialmente nos tratamentos TEST e CESP. Para as espécies *Combretum monetaria* e *Senegalia piauhiensis*, o Al³⁺, H⁺ e K⁺, e para *Croton conduplicatus* que demonstrou o P, no tratamento CESP, foram fatores relevantes no seu desenvolvimento e manutenção.

Palavras-chave: Savana-Estépica Florestada, Índice de Moran, Autocorrelação espacial.

ABSTRACT

The present study evaluated the influence of different managements on the spatial distribution and spatial relationships between biotic and abiotic factors of natural regeneration of tree species in experimental units in the National Forest of Contendas do Sincorá, Bahia. This is composed of 48 fixed plots of 400 m² divided equally into three experimental units in which all received four treatments, with four repetitions each. All experimental units are composed of 16 plots divided into two columns where 25 m² subunits were installed for monitoring natural regeneration, 15 m apart. There are four treatments: control (TEST); clear cutting (CRAS); selective cutting by minimum diameter (CDAP); and selective cutting by species (CESP): cutting of three species (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet, *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. and *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns). In the spatial distribution analysis, standardized Moran's indices were calculated and only *Annona vepretorum* showed random distribution for the CDAP and CESP treatments. The species *Combretum monetaria*, *Cordia incognita*, *Coursetia rostrata*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Sebastiania macrocarpa* showed aggregate spatial distribution in the treatments that occurred. In the other species there were distinct patterns of spatial distribution in the treatments under analysis. Finally, it was perceived that the more conservationist treatments benefited natural regeneration, especially in treatments TEST and CESP. For the species *Combretum monetaria* and *Senegalia piauhiensis*, Al³⁺, H⁺ and K⁺, and for *Croton conduplicatus* that showed P, in the CESP treatment, were relevant players in their development and maintenance.

Key words: Forest Steppe Savanna, Moran index, Spatial autocorrelation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia.	16
Figura 2 - Croqui das subdivisões da parcela.....	19
Figura 3 - Dendrograma de similaridade florística pelo método de Ward baseado na distância euclidiana entre os tratamentos.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição florística da regeneração natural em Caatinga arbórea submetida a manejo florestal na Floresta Nacional Contendas do Sincorá - BA.....	22
Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural para cada tratamento estudado.	25
Tabela 3 - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') em Caatinga Arbórea submetida à manejo florestal na Floresta Nacional Contendas do Sincorá – BA comparados aos estudos de Paula (2021) e Bombonatti (2018).....	29
Tabela 4 - Número de indivíduos e índice de diversidade de Shannon-Weaver em caatinga arbórea submetida à manejo florestal em 2015, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá – BA.	29
Tabela 5 – Número médio de rebrotas amostradas em Caatinga Arbórea submetida à manejo florestal em 2015 na Floresta Nacional Contendas do Sincorá – BA comparados aos estudos de Paula (2021) e Bombonatti (2018).....	29
Tabela 6 - Padrão de distribuição espacial das espécies calculadas com o valor do índice de Morisita padronizado (Id) e sua classificação para cada tratamento em análise.....	31
Tabela 7 - Índice de Moran para <i>Combretum monetaria</i> em função o número de indivíduos e a análise de solo.	33
Tabela 8 - Índice de Moran para <i>Senegalia piauhiensis</i> em função o número de indivíduos e a análise de solo.	34
Tabela 9 - Índice de Moran para <i>Croton conduplicatus</i> em função o número de indivíduos e a análise de solo.	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Bioma Caatinga	11
2.2. Manejo Florestal na Caatinga	12
2.3. Regeneração Natural	12
2.4. Distribuição Espacial	14
2.5. Relação Espacial	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Caracterização da área de estudo	16
3.2. Desenho experimental	17
3.3. Levantamento fitossociológico	18
3.4. Amostragem do solo	18
3.5. Análise de dados	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1. Composição florística	22
4.2. Estrutura fitossociológica	24
4.3. Diversidade florística	28
4.4. Distribuição espacial	31
4.5. Dependência espacial	33
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste brasileiro abrange 1.127.953 km² com paisagens e ambientes diversos. As diferentes fitofisionomias deste bioma resultam das variadas combinações entre as características climáticas (altas temperaturas, baixa precipitação e elevado déficit hídrico), edáficas e topográficas (MIN, 2017).

Durante muito tempo o bioma Caatinga foi descrito como um ecossistema pobre em biodiversidade e com pouca importância biológica (ABÍLIO, 2010). Entretanto, por ser o único bioma restrito ao território brasileiro, apresenta fauna e flora únicas, formadas por uma ampla biodiversidade (FRANCA-ROCHA et al., 2007).

As informações sobre a estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais como a Caatinga ainda são escassas, sendo que o estudo das características das populações de animais e vegetais é decisivo para a compreensão do funcionamento do meio natural que possui propriedades exclusivas do grupo, como a distribuição etária e espacial (ODUM, 1986). A variação espacial e temporal de fatores bióticos e abióticos determina o arranjo espacial e a estrutura etária das populações (GUREVITCH et al., 2009).

A respeito da biodiversidade, os estudos da estrutura de populações de plantas são importantes para a compreensão dos padrões de distribuição e ocorrência destas e para a elaboração de estratégias de manutenção, recuperação e conservação das espécies em áreas naturais (MATOS E FELFILI, 2010). Tais estudos fornecem informações básicas em nível de espécie, principalmente com relação à mudança no tamanho populacional e seus padrões de flutuação. A ocorrência das espécies nos diferentes estágios ontogenéticos sugere a manutenção dessas por meio da regeneração natural (CARVALHO, 1984).

A regeneração natural é um processo de crescimento e desenvolvimento natural das espécies vegetais. No bioma Caatinga, especialmente, a compreensão dos fatores envolvidos nesse processo é importante para o conhecimento da autoecologia das espécies de uma floresta. Esse conhecimento permite entender os processos de regeneração natural, da estrutura e da distribuição espacial das populações de plantas. Outra aplicação é o estudo da distribuição espacial de árvores, principalmente daquelas ocorrentes em seu ambiente natural (MEDEIROS, 2017).

Para obter uma melhor compreensão dos fenômenos espaciais de populações que dividem o mesmo espaço é necessário caracterizar, não somente a distribuição espacial dos indivíduos dessas populações, mas também a relação espacial existente entre esses indivíduos (COSTA et al., 2015). Isso é de fundamental importância para o inventário, o manejo e o planejamento florestal (BOGNOLA et al., 2008; DIGGLE E RIBEIRO JÚNIOR, 2008).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes manejos na distribuição espacial e nas relações espaciais entre fatores bióticos e abióticos da regeneração natural de espécies arbóreas em um stand na Floresta Nacional de Contendas do Sincorá (FLONA-CS), Bahia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bioma Caatinga

O Bioma Caatinga, exclusivamente brasileiro, ocupa 844.453 km², aproximadamente 11% do território nacional. Abrange os nove estados nordestinos (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e o norte de Minas Gerais (MMA, 2010).

O clima na Caatinga é característica marcante em razão da alta radiação solar, temperatura média anual elevada, baixa nebulosidade e umidade relativa do ar, alta evapotranspiração, além dos baixos níveis de precipitação e distribuição irregular (EMBRAPA, 2021). Conforme a classificação de Köppen, a região é definida como semiárido quente (BSh), caracterizada por estações chuvosas irregulares e curtas e estações secas com temperaturas elevadas, resultantes da alta radiação solar incidente e déficit hídrico (SCHMIDT, 1942).

A vegetação em sua maioria apresenta mecanismos eficientes de resistência à deficiência hídrica, como caducifolia, suculência, acúleos e espinhos e tem predominância de arbustos e árvores de pequeno porte e cobertura descontínua de copas (GIULIETTI et al., 2003). É considerada resiliente, heterogênea, biodiversa e com alto grau de endemismo, composta por 4.877 angiospermas identificadas, distribuídas em 175 famílias e 1.232 gêneros, e, destas, 2.621 espécies são endêmicas (ALVES, 2007; FLORA DO BRASIL 2020, 2020).

As populações situadas na região da Caatinga, desde o processo de colonização, possuem uma dependência dos recursos naturais, principalmente os recursos florestais. As fitofisionomias variadas deste bioma fornecem produtos madeireiros (carvão, lenha, postes, tábuas, etc.) e não madeireiros (ervas medicinais, frutos, óleos, raízes, sementes, entre outros) que possuem grande importância na manutenção da economia regional (COSTA et al., 2011; SILVA et al., 2012; SANTOS et al., 2017).

Além da pressão antrópica devida à expansão da agricultura e da pecuária no semiárido, outra fonte de pressão na vegetação nativa é a retirada de lenha para o aproveitamento diverso. Estima-se que a demanda de lenha na Região Nordeste é cerca de 34,4 milhões de metros estéreos, sendo que 25 milhões são para o

abastecimento dos setores industrial e comercial, e 9,4 milhões referentes à demanda do setor residencial (GARLET et al., 2018).

Apesar da importância ambiental, social e econômica, a Caatinga tem sido explorada de forma ilegal e insustentável para fins domésticos e industriais ao sobrepastoreio e a conversão para pastagens e agricultura. O avanço do desmatamento que chega a 46% da área do bioma, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2020), têm levado à rápida perda de espécies endêmicas, à eliminação de processos ecológicos chaves e à formação de extensos núcleos de desertificação em vários setores da região (LEAL et al., 2005).

2.2. Manejo Florestal na Caatinga

Os recursos florestais da Caatinga são explorados como fonte de matéria-prima e, apesar de suas características renováveis, apresentam-se como um desafio para governos, instituições e sociedade, com o propósito de que sua utilização ocorra sustentavelmente. Diante deste cenário, têm-se a necessidade da adoção de práticas que viabilizem a exploração dos recursos naturais (SANTOS et al., 2017).

O manejo florestal sustentável é uma alternativa de exploração florestal que trata de um conjunto de atividades e intervenções planejadas que permite a utilização dos recursos naturais de forma a garantir a manutenção dos ecossistemas florestais, pois une conhecimentos técnicos operacionais e medidas preventivas, tornando a exploração viável tanto sob o aspecto social quanto econômico, pois, mesmo durante o período da seca, aumenta a rentabilidade da atividade e promove a geração de emprego e renda (RIBEIRO et al., 2019).

Esta técnica pode contribuir com a proteção ambiental do bioma Caatinga, auxiliando no desenvolvimento local, além de apoiar o trabalho dos órgãos administradores e fiscalizadores do meio ambiente na legalização do comércio florestal, abastecendo o mercado consumidor de produtos florestais oferecendo, de forma legal, a matéria-prima utilizada no funcionamento de várias atividades da cadeia industrial e comercial (SANTOS et al., 2017).

2.3. Regeneração Natural

A regeneração natural é um processo de crescimento inicial das plantas e refere-se às fases iniciais de seu estabelecimento e desenvolvimento. Seu estudo permite conhecer o estoque e a distribuição da comunidade vegetal, fornecendo dados que permitam previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento da floresta no futuro (GARCIA et al., 2011).

Por meio deste podem-se verificar as condições do fragmento florestal e solucionar problemas de modificações ambientais naturais ou antrópicos, com o desenvolvimento e crescimento dos indivíduos (SILVA et al., 2008). A observação da regeneração auxilia na elaboração do plano de manejo como também nas práticas silviculturais, objetivando maior aproveitamento das espécies florestais (GAMA et al., 2003).

Na regeneração natural considera-se a colonização e estabelecimento de indivíduos novos recrutados do banco de sementes do solo, da chuva de sementes, originários de rebrotas ou, ainda, aqueles indivíduos remanescentes de fatores de perturbações (ALVES E METZGER, 2006).

Os regenerantes são os indivíduos que se encontram ainda em estabelecimento no sistema, como as plântulas e indivíduos jovens, e podem representar os estratos de reserva e depósito da riqueza de espécies da vegetação. A capacidade de conservação e desenvolvimento da comunidade vegetal é observada por meio da regeneração das plantas adultas e da colonização por novas espécies. Assim, a presença de indivíduos regenerantes indica sucesso na produção e dispersão de propágulos viáveis e seu desenvolvimento inicial na fase mais sensível em relação aos aspectos ambientais (MIYAZAKI, 2009).

Dessa forma, o processo de regeneração é de fundamental importância para a manutenção dos ecossistemas, pois fornece conhecimento da dinâmica dos biomas e para escolha de técnicas para a recuperação de áreas que sofreram algum tipo de impacto (RIBEIRO et al., 2012). Estudo ainda revela que a biodiversidade e as potencialidades da regeneração natural da vegetação de uma comunidade permitem estimar a composição futura da população vegetal (CHACON FILHO, 2007).

2.4. Distribuição Espacial

A distribuição espacial é uma análise que determina como estão organizados os eventos e seu grau de agrupamento (MAYORGA E MOLINA, 2017). Nos estudos florestais, a distribuição espacial fornece dados para o entendimento de ocorrências de eventos que afetam direta ou indiretamente as relações da vegetação desde intraespecífica quanto interespecífica (MOURÃO, 2021).

Alguns fatores podem influenciar o padrão de distribuição das espécies e entre eles destacam-se: variações das condições ambientais, topografia, disponibilidade de recursos (como luz, água e nutrientes), características do solo, disponibilidade de espaço, dispersão das espécies, competição e predação, antropização (BERNASOL E LIMA-RIBEIRO, 2010; PUIG, 2008; OLIVEIRA E AMARAL, 2004; BILLINGS, 1952).

Os indivíduos de uma população vegetal podem apresentar três padrões de distribuição espacial: aleatório, agregado ou uniforme (ODUM, 1986). O padrão aleatório, em que a localização de um indivíduo não interfere na localização de outro da mesma espécie, opõe-se ao padrão de distribuição Agregado, em que a presença de um recurso natural tem alta probabilidade de influenciar a localização dos indivíduos de uma mesma espécie, apresentando baixos índices de dispersão. No padrão de distribuição uniforme, a população demonstra alto índice de dispersão e os indivíduos possuem distâncias semelhantes uns dos outros (VIEIRA, 2015).

Apesar de a possibilidade de uma população apresentar distribuição uniforme, as plantas raramente se distribuem dessa maneira naturalmente. Em geral, os seres vivos tendem a se distribuir de forma agrupada devido ao ambiente ser estruturado, sobretudo, pelos fatores abióticos (como textura, fertilidade e disponibilidade hídrica do solo, luminosidade, temperatura, entre outros) que são diretamente influenciados pelas variações na produção e disponibilização de energia (BARBOUR et al., 1987). Os fatores bióticos, apesar de influenciados indiretamente pela produção de energia, bem como pelos distúrbios naturais e antrópicos, também influenciam o padrão espacial e a dinâmica das populações vegetais (THOMAS E KUNIN, 1999; LEGENDRE E FORTIN, 1989).

2.5. Relação Espacial

Segundo Carvalho (1997), a análise da autocorrelação espacial é uma das técnicas mais usadas para estudar fenômenos relacionados a eventos de área. Essa técnica faz com que seja identificada a estrutura de correlação espacial que melhor exemplifica o padrão de distribuição dos dados. A ideia é estimar a dependência espacial entre as regiões, evidenciando como os valores estão se comportando no espaço.

Esta análise permite estudar e avaliar características socioeconômicas e ambientais de um local que possuem similaridade com outros locais, ou seja, permite verificar a existência de homogeneidade espacial na ocorrência de um fenômeno estudado (CELEMÍN, 2009).

Para quantificar e estudar a correlação espacial se pode usar uma série de índices, entre eles o de Moran. Conforme Salame (2008), este índice fornece um valor como medida da associação espacial para todo o conjunto de dados, sendo útil na caracterização da região de estudo. Além disso, funciona como indicador global que quantifica a autocorrelação de um conjunto de dados em uma região a ser estudada.

No estudo de um grande número de áreas, é provável que ocorram diferentes formas de associação espacial e que apareçam locais em que a dependência espacial é ainda mais pronunciada. Dessa maneira, o índice de Moran por ser uma medida geográfico-estatística referente à correlação espacial indica o grau de correlação entre unidades territoriais com valores variando entre -1 e +1 (CEPAL, 2014). Valores positivos do índice de Moran indicam autocorrelação positiva, isto é, dados espacialmente mais próximos são mais similares; valores negativos indicam autocorrelação negativa, ou seja, dados espacialmente mais próximos são mais dissimilares do que seria esperado ao acaso (ROSSI E QUÉNÉHERVÉ, 1998; DINIZ-FILHO et al., 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Contendas do Sincorá, Região Sudoeste do Estado da Bahia, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá (Flona-CS) (Figura 1).

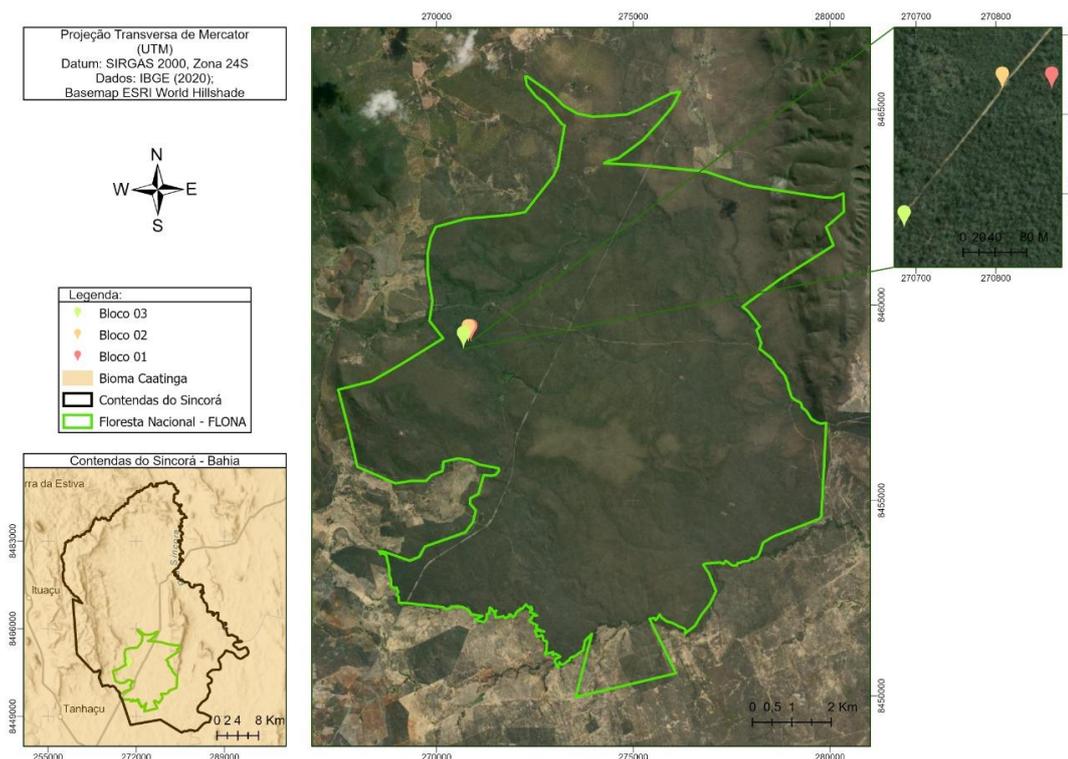


Figura 1 - Localização da Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia.

Em 1981, a área da Flona-CS foi comprada pela empresa Magnesita S.A., com o objetivo de extrair madeira para a produção de carvão vegetal a fim de suprir suas necessidades, iniciando a exploração apenas em 1990. Após quatro anos, a área foi vendida para a Siderúrgica Itaminas S.A., que manteve o mesmo projeto de exploração de carvão até 1997. Mas, a partir do Decreto Presidencial, datado em 29 de setembro de 1999, a Flona-CS foi criada e tornou-se uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável (MMA, 2006).

Sua sede está localizada na Rodovia BA 026 (Sussuarana-Contendas), km 22, sob as coordenadas geográficas 13°45'N e 41°02'W. Possui área de 11.034,34

hectares que, atualmente, é gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) (MMA, 2006).

A região apresenta clima do tipo “BSwh”, conforme a classificação de Köppen, isto é, clima semiárido quente. A estação chuvosa é registrada no período de novembro a janeiro, com precipitação que varia de 500 mm a 1.000 mm anuais, a temperatura entre 21°C e 28°C e a umidade relativa entre 60% e 70% (VIRGENS et al., 2017).

A vegetação predominante é classificada como Savana-Estépica Florestada. Este subgrupo de formação é definido em dois estratos: (i) superior: com predominância de nanofanerófitas periodicamente decíduas e mais ou menos adensadas por grossos troncos em geral, profusamente esgalhados e espinhosos ou aculeados; (ii) inferior: gramíneo-lenhoso, geralmente descontínuo e de pouca expressão fisionômica (IBGE, 2012).

3.2. Desenho experimental

As parcelas foram instaladas em 2015 por docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCiFlor) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* de Vitória da Conquista – Bahia, para estudo e monitoramento do comportamento da caatinga sob diferentes tipos de manejos florestais.

O experimento é composto de 48 parcelas fixas de 20 m x 20 m, divididas igualmente em três unidades experimentais, nas quais todas receberam quatro tratamentos, com quatro repetições cada. Todas as unidades experimentais são compostas de 16 parcelas, divididas em duas colunas, em que foram instaladas subunidades de 5 m x 5 m para o acompanhamento da regeneração natural, distantes 15 m entre si.

Quanto aos tratamentos foram: testemunha (TEST), que consiste na caatinga não manejada; corte raso (CRAS): com remoção de todas as árvores e arbustos, independentemente do tamanho ou espécie; corte seletivo por diâmetro mínimo (CDAP): corte de todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 5 cm; e corte seletivo por espécie (CESP): corte de três espécies (*Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillet, *Jatropha molissima* (Pohl) Baill. e *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns) selecionadas devido à sua densidade

populacional.

Todos os indivíduos retirados da área foram cortados a 10 cm do solo para monitorar o mecanismo de rebrota de cepas.

3.3. Levantamento fitossociológico

Conforme o Protocolo da Rede de Manejo da Caatinga, os indivíduos são considerados regenerantes quando possuem fustes com diâmetro à altura do peito (DAP) menor que 6,0 cm e altura mínima de 0,5 m. Atendendo a esse requisito, os indivíduos foram registrados e classificados quanto à altura de cada fuste:

- C1 - Classe de altura de 0,5 m até 1,0 m;
- C2 - Classe de altura acima de 1,0 m, até DAP = 6,0 cm.

A regeneração originária de rebrota de toco foi registrada em ficha de campo. A identificação das espécies foi realizada no campo por nome vulgar. Quando não possível, os materiais botânicos foram coletados para identificação por meio de consulta em literatura especializada e comparação com exemplares disponíveis no Herbário da UESB do *campus* de Vitória da Conquista - Bahia.

3.4. Amostragem do solo

Para coleta de solo em cada parcela de 20 m x 20 m foram lançadas duas subparcelas de 10 m x 20 m para avaliar a relação dos atributos químicos do solo e a distribuição espacial das espécies.

De cada subparcela (Figura 2) foram retiradas cinco amostras simples de solo na profundidade de 0 a 10 cm, desconsiderando a serrapilheira. Os solos foram analisados para determinação dos seguintes atributos: pH (em água); P e K (extraíveis por Mehlich-1), Ca, Mg e Al (trocáveis, por KCl 1 mol L⁻¹) (DEFELIPO E RIBEIRO, 1981), carbono orgânico (oxidação com Na₂Cr₂O₇ 4 N em meio ácido) (EMBRAPA, 2017).

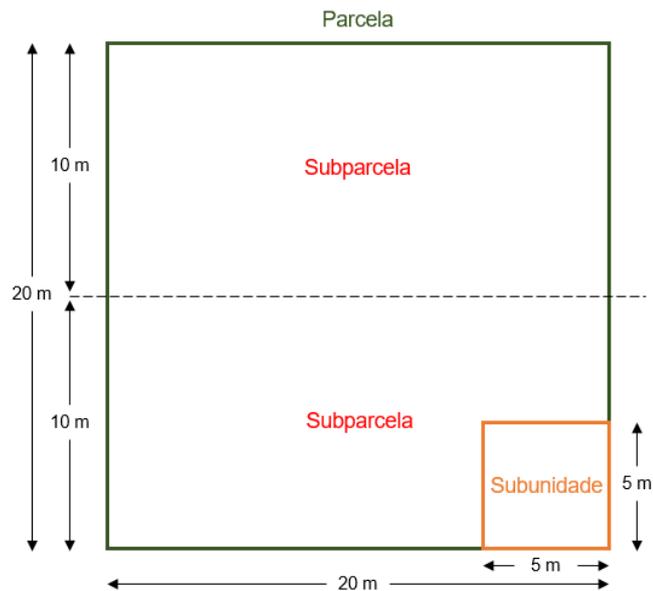


Figura 2 - Croqui das subdivisões da parcela.

3.5. Análise de dados

Os parâmetros fitossociológicos analisados na caracterização estrutural foram sugeridos por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974) e calculados utilizando o software FITOPAC 2.1 (SHERPHERD, 2010). Os valores de densidade e frequência absolutas e relativas foram utilizados para obtenção dos índices de Classe de Tamanho Relativa da Regeneração Natural (CTRRNi) e Regeneração Natural Total (RNT) de acordo com Finol (1971).

A diversidade florística foi avaliada pelo índice de Shannon-Weaver (H') (SHANNON; WEAVER, 1964).

Para verificar a ocorrência da interferência dos tratamentos na composição florística e estrutura fitossociológica da regeneração natural da caatinga, os valores de densidade e número de indivíduos provenientes de rebrota foram submetidos à análise não paramétrica de Kruskal-Wallis (1952) e ao teste de comparações múltiplas de Dunn (1964), que é utilizado após o teste de Kruskal-Wallis, desde que exista a diferença significativa entre as medianas da amostra. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente ao teste t para os valores do índice de diversidade (H').

Com relação ao padrão de distribuição espacial foi utilizado o índice de Morisita padronizado (I_p) (MORISITA, 1962), que varia de -1 a 1. Para a classificação do padrão seguiu:

- Distribuição aleatória: $-0,5 \leq I_p \leq 0,5$
- Distribuição uniforme: $I_p < 0,5$
- Distribuição agregada: $I_p > 0,5$

Para o cálculo de I_p foram inclusas as espécies que possuíam no mínimo dois indivíduos.

O teste X^2 (qui-quadrado) foi usado para examinar estatisticamente os padrões em relação à aleatoriedade, a $p-1$ graus de liberdade. Quando as diferenças foram significativas, considerou um padrão não aleatório, ou seja, tendência ao agregamento (BROWER E ZAR, 1997). O valor do X^2 foi verificado com significância de 5%. A interpretação do valor do X^2 foi baseada no seguinte critério: se o valor calculado for menor que o valor tabelado, o I_d não difere significativamente de 1 e a espécie apresentará um padrão de distribuição aleatória. Por sua vez, se o valor do X^2 calculado for maior que o tabelado, a espécie tenderá a um padrão de distribuição agregada.

Para a análise da dependência espacial foi calculado o índice global de Moran (I). Este, estatisticamente, varia entre -1 e 1, fornecendo então uma medida global de associação linear (espacial) entre os valores z_t no tempo t e a média ponderada dos valores da vizinhança. Valores perto de zero indicam que não existe autocorrelação espacial significativa, e valores próximos de um indicam que existe dependência espacial entre a variável nas áreas vizinhas (ANSELIN E BERA, 1995).

Este índice é uma das maneiras para medir a similaridade entre as regiões e pode ser descrita conforme Equação 2:

$$I_t = \left(\frac{N}{S_0} \right) \left(\frac{\sum z_t w z_t}{\sum z_t^2} \right)$$

Onde:

- $t = \{1, 2, \dots, n\}$;
- z_t = Vetor de n observações para o ano t na forma de desvio em relação à média;

- w = Matriz de peso espacial onde os elementos w_{II} são os elementos que na diagonal principal são iguais a zero, enquanto os elementos w_{IJ} indicam a forma como a região i está especialmente conectada com a região j ;
- s_o = É um escalar igual à soma de todos os elementos de W .

Sendo o valor esperado, conforme a Equação 3:

$$E(I) = - \frac{1}{n - 1}$$

Após calcular a autocorrelação espacial das variáveis observadas será necessário verificar a significância do resultado. Para verificar a significância da correlação obtida foi usado o teste de distribuição aproximada, que utiliza um número suficiente de sub-regiões, e pressupõe que as variáveis aleatórias associadas a cada local do atributo foram independentes e normalmente distribuídas, então, assume-se que o índice I possui distribuição aproximadamente normal (KREMPI, 2004).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição florística

A composição florística da regeneração natural reuniu 18 famílias, 29 gêneros e 31 espécies. Foram amostrados 453 indivíduos em todas as unidades amostrais, sendo seis indivíduos não identificados.

Por tratamento temos distribuição distinta, em que, no tratamento TEST, foram identificadas 13 famílias dispostas em 23 espécies. No CDAP, 12 famílias em 19 espécies. No CESP, 13 famílias com 19 espécies. E, por fim, no tratamento CRAS, 14 famílias presentes em 22 espécies (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição florística da regeneração natural em Caatinga arbórea submetida a manejo florestal na Floresta Nacional Contendas do Sincorá - BA.

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	TEST	CDAP	CESP	CRAS
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	x	x	x	
	<i>Spondias tuberosa</i> Arruda	x		x	x
Annonaceae	<i>Annona vepretorum</i> Mart.		x	x	x
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	x	x	x	x
	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	x	x		x
Boraginaceae	<i>Cordia incognita</i> Gottschling E J.S.Mill.	x	x	x	x
Capparaceae	<i>Colicodendron yco</i> Mart.	x	x		
Chrysobalanaceae	<i>Licania rigida</i> Benth.	x			
Combretaceae	<i>Combretum monetaria</i> Mart.	x	x	x	x
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pungens</i> O.E.Schulz	x			x
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus bahianus</i> (Ule) Pax E K.Hoffm.	x		x	
	<i>Manihot catingae</i> Ule				x
	<i>Sebastiania macrocarpa</i> Müll.Arg.	x	x		x
	<i>Croton conduplicatus</i> Kunth	x		x	x
Fabaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	x	x	x	x
	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	x	x		
	<i>Calliandra spinosa</i> Ducke	x		x	x
	<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon E G.P.Lewis		x		
	<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A.Robyns	x	x	x	x
	<i>Senegalia piauiensis</i> (Benth.) Seigler	x	x	x	x
	<i>Coursetia rostrata</i> Benth.	x	x	x	x
	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	x	x	x	x
Indeterminada	Indeterminada 09				x
	Indeterminada 23				x
	Indeterminada 24				x

FAMÍLIAS	ESPÉCIES	TEST	CDAP	CESP	CRAS
	Indeterminada 95		x		
	Indeterminada 313	x			
Loganiaceae	<i>Strychnos parvifolia</i> A.DC.		x	x	x
Malvaceae	<i>Senegalia lewisii</i> (Bocage E Miotto) L.P.Queiroz	x	x	x	x
Myrtaceae	<i>Eugenia ligustrina</i> (Sw.) Willd.	x			x
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz			x	
Polygonaceae	<i>Coccoloba schwackeana</i> Lindau				x
Rubiaceae	<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	x		x	
Rutaceae	<i>Esenbeckia febrifuga</i> (A.St.-Hil.) A. Juss. ex Mart.			x	
Solanaceae	<i>Metternichia principis</i> J.C.Mikan	x			

Legenda: TEST - Testemunha; CDAP - Corte seletivo por diâmetro mínimo; CESP - Corte seletivo por espécie; CRAS - Corte raso.

As famílias que apresentaram maior número de espécies foram a Fabaceae (8) e Euphorbiaceae (4), representando 34% do total de espécies encontradas no estudo. As demais famílias estavam representadas por duas ou apenas uma espécie. Estas famílias encontram-se presentes em outros estudos sobre regeneração natural, sempre apresentando a maioria das espécies das áreas de caatinga (ALVES JUNIOR, 2013; HOLANDA et al., 2015; LUCENA, ALVES, SILVA, 2016; LUCENA, ALVES E BAKKE, 2017).

As espécies *Handroanthus chrysotrichus*, *Combretum monetaria*, *Bauhinia cheilantha*, *Pseudobombax simplicifolium*, *Senegalia piauiensis*, *Coussertia rostrata*, *Mimosa tenuiflora* e *Senegalia lewisii* estiveram presentes em todos os tratamentos. *Manihot catingae* e *Coccoloba schwackeana* estiveram presentes apenas no tratamento CRAS.

Metternichia principis e *Licania rigida* foram identificadas somente no tratamento testemunha. Estas são encontradas sob dossel ou cobertura vegetal densa, pois não requerem muita luz, corroborando a sua sucessão ecológica de secundária tardia e clímax (FREITAS, 2020; FARIA, 2001), sucessivamente, como também a presença apenas no tratamento que não obteve manejo. Em um estudo realizado para avaliar o crescimento inicial de *Licania rigida* foi possível observar que as respostas a diferentes níveis de irradiância indicaram uma maior adaptação da planta a condições sombreadas, confirmando as expectativas de que ela se comportaria como plantas de ambientes mais florestais, e não de mais abertos (LOPES et al., 2007).

Paula (2021), em estudo realizado na mesma área experimental em 2015, antes da execução do manejo, encontrou 771 indivíduos pertencentes a 22 famílias, 37 gêneros e 53 espécies, sendo possível identificar uma redução no número de indivíduos na amostragem realizada neste estudo, em 2020. Ao analisar a influência do tempo no número de indivíduos em outra área de Caatinga, Sousa et al. (2018) observaram que, quanto maior foi o intervalo de tempo decorrido entre o momento da exploração e o momento da medição, menor foi o número de indivíduos encontrados por área amostrada.

Em estudo realizado na mesma área em 2017, Bombonatti (2018) reuniu 1.164 indivíduos, pertencentes a 14 famílias, 24 gêneros e 40 espécies. Apenas 12 indivíduos não foram identificados, estando separados em morfoespécies. Dessa forma percebe-se que, quanto menor o intervalo de tempo percorrido, maior é a quantidade de indivíduos (SOUZA et al., 2018). Para Silva et al. (2009), a maior densidade ocasionada pela exploração se dá devido aos espaços e clareiras que auxiliam no aumento da germinação, promovendo, conseqüentemente, densidades de regenerantes mais elevadas. Além disso, a resposta fisiológica das plantas à exploração (rebrotas) influencia diretamente esse aumento.

4.2. Estrutura fitossociológica

No tratamento TEST, percebe-se que as espécies de maior destaque em todos os parâmetros foram *Croton conduplicatus*, *Combretum monetaria* e *Senegalia piauhiensis*, representando 41,08% da regeneração natural total. No CRAS, as mesmas espécies apresentaram os maiores valores para os parâmetros analisados, com um valor de regeneração natural total de 44,95%. Sobre o CDAP, as espécies *Combretum monetaria*, *Senegalia lewisii* e *Mimosa tenuiflora* apresentaram 36,90% de regeneração natural total e em CESP, *Croton conduplicatus*, *Cordia incognita* e *Combretum monetaria* representaram 47,58% (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros fitossociológicos da regeneração natural para cada tratamento estudado.

TRATAMENTO TESTEMUNHA							
ESPÉCIES	N	NCL1	NCL2	DR	FRR	CTRRNI	RNT
<i>Croton conduplicatus</i>	25	5	20	17,48	11,86	18,64	15,99
<i>Senegalia piauhiensis</i>	19	6	13	13,29	10,17	13,08	12,18
<i>Combretum monetária</i>	19	5	14	13,29	11,86	13,57	12,91
<i>Bauhinia cheilantha</i>	14	2	12	9,79	3,39	10,83	8,00
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	11	6	5	7,69	6,78	6,33	6,93
<i>Cordia incógnita</i>	11	3	8	7,69	6,78	7,81	7,43
<i>Coursetia rostrata.</i>	9	3	6	6,29	5,08	6,12	5,83
<i>Spondias tuberosa</i>	6	6		4,2	3,39	2,11	3,23
<i>Mimosa tenuiflora</i>	4	1	3	2,8	5,08	2,88	3,59
<i>Cordia concolor</i>	3	1	2	2,1	5,08	2,04	3,07
<i>Senegalia lewisii</i>	3		3	2,1	1,69	2,53	2,11
<i>Calliandra spinosa</i>	3		3	2,1	3,39	2,53	2,67
<i>Sebastiania macrocarpa.</i>	2	1	1	1,4	1,69	1,20	1,43
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2		2	1,4	3,39	1,69	2,16
<i>Cnidocolus bahianus</i>	2	1	1	1,4	3,39	1,20	2,00
<i>Tabebuia chrysotrichus</i>	2		2	1,4	3,39	1,69	2,16
Indeterminada 313	1		1	0,7	1,69	0,84	1,08
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	1		1	0,7	1,69	0,84	1,08
<i>Erythroxylum pungens</i>	1		1	0,7	1,69	0,84	1,08
<i>Eugenia ligustrina</i>	1	1		0,7	1,69	0,35	0,91
<i>Tabebuia impetiginosus</i>	1		1	0,7	1,69	0,84	1,08
<i>Colicodendron yco</i>	1		1	0,7	1,69	0,84	1,08
<i>Metternichia principis</i>	1	1		0,7	1,69	0,35	0,91
<i>Licania rigida</i>	1		1	0,7	1,69	0,84	1,08
TOTAL	143	42	101	100,02	99,93	100	99,98
TRATAMENTO CORTE SELETIVO POR DIÂMETRO MÍNIMO							
ESPÉCIES	N	NCL1	NCL2	DR	FRR	CTRRNI	RNT
<i>Combretum monetaria</i>	18		18	16,98	12,96	20,40	16,78
<i>Senegalia lewisii</i>	12	2	10	11,32	7,41	12,11	10,28
<i>Mimosa tenuiflora</i>	11	1	10	10,38	7,41	11,72	9,84
<i>Croton conduplicatus</i>	9	2	7	8,49	11,11	8,71	9,44
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	9	4	5	8,49	7,41	7,22	7,71
<i>Bauhinia cheilantha</i>	7	1	6	6,6	7,41	7,19	7,07
<i>Cordia incognita</i>	5	4	1	4,72	5,56	2,68	4,32
<i>Tabebuia chrysotrichus</i>	5	1	4	4,72	3,7	4,92	4,45
<i>Annona vepretorum</i>	4	1	3	3,77	5,56	3,79	4,37
<i>Senegalia piauhiensis</i>	4	2	2	3,77	5,56	3,04	4,12
<i>Tabebuia impetiginosus</i>	4	1	3	3,77	1,85	3,79	3,14
<i>Coursetia rostrata</i>	4		4	3,77	5,56	4,53	4,62
<i>Colicodendron yco</i>	3	2	1	2,83	3,7	1,91	2,81
<i>Cenostigma pluviosum</i>	2	2		1,89	1,85	0,77	1,50
<i>Sebastiania macrocarpa</i>	2		2	1,89	1,85	2,27	2,00
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2	1	1	1,89	1,85	1,52	1,75

<i>Jatropha mollissima</i>	2	1	1	1,89	3,7	1,52	2,37
<i>Strychnos parvifolia</i>	1	1		0,94	1,85	0,39	1,06
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	1	1		0,94	1,85	0,39	1,06
Indeterminada 95A	1		1	0,94	1,85	1,13	1,31
TOTAL	106	27	79	99,99	100	100	100

TRATAMENTO CORTE SELETIVO POR ESPÉCIE

ESPÉCIES	N	NCL1	NCL2	DR	FRR	CTRRNI	RNT
<i>Croton conduplicatus</i>	23	2	21	24,47	15,69	27,92	22,69
<i>Cordia incognita</i>	14	6	8	14,89	9,8	13,21	12,63
<i>Combretum monetaria</i>	11	1	10	11,7	11,76	13,32	12,26
<i>Bauhinia cheilantha</i>	6		6	6,38	7,84	7,70	7,31
<i>Mimosa tenuiflora</i>	5	1	4	5,32	3,92	5,62	4,95
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	5	3	2	5,32	5,88	4,04	5,08
<i>Senegalia piauiensis</i>	5		5	5,32	5,88	6,42	5,87
<i>Senegalia lewisii</i>	5		5	5,32	7,84	6,42	6,53
<i>Calliandra spinosa</i>	4	2	2	4,26	3,92	3,55	3,91
<i>Spondias tuberosa</i>	3	2	1	3,19	5,88	2,26	3,78
<i>Cnidocolus bahianus</i>	2	2		2,13	1,96	0,98	1,69
<i>Annona vepretorum.</i>	2	1	1	2,13	3,92	1,77	2,61
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	2	1	1	2,13	3,92	1,77	2,61
<i>Strychnos parvifolia</i>	2	2		2,13	1,96	0,98	1,69
<i>Tabebuia chrysotrichus</i>	1		1	1,06	1,96	1,28	1,43
<i>Cordia concolor</i>	1		1	1,06	1,96	1,28	1,43
<i>Guapira opposita</i>	1	1		1,06	1,96	0,49	1,17
<i>Coursetia rostrata.</i>	1	1		1,06	1,96	0,49	1,17
<i>Esenbeckia febrifuga</i>	1	1		1,06	1,96	0,49	1,17
TOTAL	94	26	68	99,99	99,97	100	99,99

TRATAMENTO CORTE RASO

ESPÉCIES	N	NCL1	NCL2	DR	FRR	CTRRNI	RNT
<i>Combretum monetaria</i>	21	5	16	19,09	12,9	18,92	16,97
<i>Croton conduplicatus</i>	17		17	15,45	11,29	18,41	15,05
<i>Senegalia piauiensis</i>	15	1	14	13,64	9,68	15,48	12,93
<i>Senegalia lewisii</i>	7	1	6	6,36	3,23	6,82	5,47
<i>Bauhinia cheilantha</i>	7		7	6,36	4,84	7,58	6,26
<i>Cordia incognita</i>	6	4	2	5,45	4,84	3,44	4,58
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	6	2	4	5,45	6,45	4,97	5,62
<i>Spondias tuberosa</i>	6	4	2	5,45	9,68	3,44	6,19
<i>Tabebuia chrysotrichus</i>	2		2	1,82	3,23	2,17	2,41
<i>Calliandra spinosa</i>	2		2	1,82	3,23	2,17	2,41
<i>Annona vepretorum</i>	2	1	1	1,82	3,23	1,40	2,15
<i>Erythroxylum pungens</i>	2	1	1	1,82	3,23	1,40	2,15
<i>Mimosa tenuiflora</i>	2	2		1,82	3,23	0,64	1,90
<i>Coursetia rostrata.</i>	2		2	1,82	1,61	2,17	1,87
<i>Jatropha mollissima</i>	2		2	1,82	1,61	2,17	1,87
<i>Cenostigma pluviosum</i>	2		2	1,82	3,23	2,17	2,41
<i>Strychnos parvifolia</i>	1	1		0,91	1,61	0,32	0,95

Indeterminada 9	1	1		0,91	1,61	0,32	0,95
Indeterminada 23	1		1	0,91	1,61	1,08	1,20
Indeterminada 24	1		1	0,91	1,61	1,08	1,20
<i>Sebastiania macrocarpa</i>	1		1	0,91	1,61	1,08	1,20
<i>Eugenia ligustrina</i>	1		1	0,91	1,61	1,08	1,20
<i>Manihot catingae</i>	1		1	0,91	1,61	1,08	1,20
<i>Coccoloba schwackeana</i>	1	1		0,91	1,61	0,32	0,95
<i>Tabebuia impetiginosus</i>	1	1		0,91	1,61	0,32	0,95
TOTAL	110	25	85	100	100	100	100

Legenda: N = Número de indivíduos; NCL1 = Número de indivíduos na classe 1; NCL2 = Número de indivíduos na classe 2; DR = Dominância relativa; FR = Frequência relativa; CTRRNi = Classe de tamanho relativa da regeneração natural; RNT = Regeneração natural total.

As espécies *M. tenuiflora* e *C. conduplicatus* são reconhecidas como pioneiras em áreas do bioma Caatinga que foram submetidas a alterações ambientais. Estas espécies possuem a capacidade de colonizar áreas com condições ambientais mais severas, em razão do maior grau de pioneirismo e por serem mais especializadas a habitar estágios iniciais de sucessão (LUCENA et al., 2018). Em uma área de caatinga arbóreo-arbustiva em face de duas formas de uso, a espécie *M. tenuiflora* e o gênero *Croton* foram os de maior importância quando avaliado o parâmetro de regeneração natural total (LUCENA et al., 2017).

Bauhinia cheilantha, *Combretum monetaria*, *Cordia incognita*, *Coursetia rostrata*, *Tabebuia chrysotrichus*, *Mimosa tenuiflora*, *Pseudobombax simplicifolium*, *Senegalia lewisii* e *Senegalia piauiensis* foram espécies que estiveram presentes em todos os cenários analisados. Destas, *Combretum monetaria* (69 indivíduos), *Cordia incognita* (36 indivíduos) e *Bauhinia cheilantha* (34 indivíduos) foram as espécies com maior número de representantes totais. Apesar de *C. monetaria* ser endêmica do Brasil e possuir grande ocorrência na Caatinga e no Cerrado (MARQUETE E LOIOLA, 2015), a espécie encontra-se vulnerável quanto à conservação (SOUSA et al., 2018). Tendo em vista o alto valor de regeneração natural e a ampla distribuição dessas espécies em todos os tratamentos analisados neste estudo, é possível apontá-las como espécies que se adaptam e são promissoras para dominar diferentes ambientes.

Em relação as classes de altura, 120 indivíduos foram registrados em C1 e 303 foram registrados em C2. Este resultado refuta o encontrado por Pereira et al (2001), em que o incremento de indivíduos nas maiores classes de tamanho foi

inverso ao nível de perturbação imputado aos ambientes. Os tratamentos que apresentaram maior presença de indivíduos dentro da C2 foram TEST (101 indivíduos) e o CRAS (85 indivíduos). O tratamento TEST também apresentou, entre todos os cenários analisados, a maior presença de indivíduos em C1 (42 indivíduos).

Ainda em TEST, 11 espécies estiveram presentes em ambas as classes, em CDAP foram 13 espécies, em CESP foram 9 e no CRAS foram 8, em todos os tratamentos as espécies que tiveram maior representatividade foram: *Cordia incognita*, *Combretum monetaria*, *Senegalia piauhiensis*, *Pseudobombax simplicifolium*, *Croton conduplicatus* e *Mimosa tenuiflora*. Teoricamente, as espécies presentes em ambas as classes de altura são as que têm maiores chances e potencial de fazer parte da composição florística futura da floresta, ou seja, aquelas que melhor se estabelecem na biocenose (SOUZA, 2018).

4.3. Diversidade florística

Para a diversidade florística, o índice de Shannon-Weaver (H') foi 2,61 nats/ind., valor inferior analisado por Paula (2021), 3,98 nats/ind., em pesquisa na mesma área. Estudos semelhantes em áreas de Caatinga, como os de Lima e Coelho (2018), Sabino et al. (2016) e Menino et al. (2015), encontraram índices variando de 1,59 a 4,19 nats/inds.

Em 2015, as parcelas antes dos tratamentos eram diferentes estatisticamente, conforme Tabela 3. Em 2017 e 2020, o CR se destacou e com a formação da clareira após o tratamento permitiu a chegada de novos indivíduos. Para Lima (2005), Gandolfi et al. (2007) e Jardim et al. (2007), a abertura do dossel é a base para a renovação da composição florística, uma vez que influencia a germinação e o desenvolvimento de espécies florestais de diferentes maneiras. Estas aberturas provocadas no dossel criam um ambiente diferente do entorno, alterando os fatores ambientais, principalmente a radiação solar, fator importante para a dinâmica de regeneração natural (SWAINE E WHITMORE, 1998; WITHMORE, 1989).

Tabela 3 - Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') em Caatinga Arbórea submetida à manejo florestal na Floresta Nacional Contendas do Sincorá – BA comparados aos estudos de Paula (2021) e Bombonatti (2018).

TRATAMENTOS	ANOS		
	2015	2017	2020
CRAS	2,83aB	2,345bA	2,670aA
CDAP	3,187aA	2,087cB	2,696bA
CESP	2,991aB	2,097cB	2,493bA
TEST	3,068aA	2,114cB	2,630bA

Legenda: CRAS – corte raso, CDAP – corte seletivo por DAP, CESP – corte seletivo por espécie e TEST - testemunha. Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de t a 5 % de probabilidade.

Para a relação do número de indivíduos e índice de diversidade de Shannon-Weaver não houve diferença significativa, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Número de indivíduos e índice de diversidade de Shannon-Weaver em caatinga arbórea submetida à manejo florestal em 2015, na Floresta Nacional Contendas do Sincorá – BA.

TRATAMENTOS	N	H'
CRAS	6,9	2,658
CDAP	6,6	2,696
CESP	5,9	2,493
TEST	8,9	2,630

Legenda: N – número de indivíduos, H' - índice de diversidade de Shannon-Weaver, CRAS – corte raso, CDAP – corte seletivo por DAP, CESP – corte seletivo por espécie e TEST - testemunha.

Quanto ao número de rebrotas para todos os tratamentos, apenas em 2015 no tratamento TEST apresentou diferença estatística entre os demais tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 – Número médio de rebrotas amostradas em Caatinga Arbórea submetida à manejo florestal em 2015 na Floresta Nacional Contendas do Sincorá – BA comparados aos estudos de Paula (2021) e Bombonatti (2018).

TRATAMENTOS	ANOS		
	2015	2017	2020
CRAS	0,4bA	7,7aA	0,3bA
CDAP	0,5bA	5,9aA	0,4bA
CESP	0,6bA	4,5aA	0,8bA
TEST	1,1aA	4,6aA	0,9aA

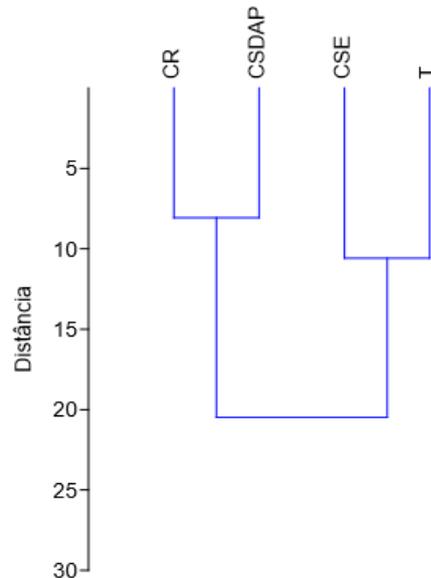
Legenda: CRAS – corte raso, CDAP – corte seletivo por DAP, CESP – corte seletivo por espécie e TEST - testemunha. Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Dunn a 5 % de probabilidade.

Em relação à rebrota, o corte tem efeito sobre processos fisiológicos das espécies do bioma Caatinga, uma vez que induz, na maioria das plantas, a uma atividade meristemática intensa para a regeneração do sistema aéreo (SAMPAIO et al., 1998), o que reforça a necessidade da adoção de sistemas silviculturais que recomendem a manutenção de cepas, visando facilitar a regeneração.

O resultado da análise de agrupamento é expressado pelo dendrograma apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e a

Tabela 2, no qual as unidades amostrais com valores de diversidade similares foram agrupadas de acordo com as espécies e os números de indivíduos que nelas ocorrem.

Figura 3 - Dendrograma de similaridade florística pelo método de Ward baseado na distância euclidiana entre os tratamentos.



Legenda: CR – corte raso, CSDAP – corte seletivo por DAP, CSE – corte seletivo por espécie e T - testemunha.

Observa-se a formação de dois grupos: (i) formado pelos tratamentos CR e CSDAP e (ii) formado pelos tratamentos CSE e T. Neste último, há maior semelhança entre as espécies, e os números de indivíduos podem estar relacionados ao manejo executado. No tratamento CSE houve redução apenas de 15% da área basal das espécies selecionadas, e, no tratamento T, não houve manejo. A presença de *Croton conduplicatus*, *Combretum monetaria* e *Cordia incognita* em ambos os tratamentos corrobora a afirmação anterior, mostrando que a pouca intervenção proporcionou a regeneração natural das espécies antes presente na área de estudo.

Nunes et al. (2003) afirmam que diversos fatores afetam diretamente a distribuição e a dinâmica das populações vegetais, como a ocorrência de distúrbios, o histórico e o grau de preservação da área, a proximidade de corpos d'água, tipo e qualidade do solo e a pluviometria.

4.4. Distribuição espacial

Apenas *Annona vepretorum* apresentou distribuição espacial aleatória, conforme Tabela 6, para os tratamentos CDAP e CESP. As espécies *Combretum monetaria*, *Cordia incognita*, *Coursetia rostrata*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Sebastiania macrocarpa* apresentaram distribuição espacial agregada nos tratamentos que ocorreram. Nas demais espécies houve distintos padrões de distribuição espacial nos tratamentos em análise.

Tabela 6 - Padrão de distribuição espacial das espécies calculadas com o valor do índice de Morisita padronizado (Id) e sua classificação para cada tratamento em análise.

TRATAMENTO TESTEMUNHA		
ESPÉCIES	Ip	CLASSIFICAÇÃO
<i>Astronium urundeuva</i>	-0,10	Aleatório
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,79	Agregado
<i>Calliandra spinosa</i>	0,30	Aleatório
<i>Cnidoscolus bahianus</i>	-0,10	Aleatório
<i>Combretum monetaria</i>	0,54	Agregado
<i>Cordia incógnita</i>	0,61	Agregado
<i>Cordia concolor</i>	-0,10	Aleatório
<i>Coursetia rostrata</i>	0,57	Agregado
<i>Croton conduplicatus</i>	0,64	Agregado
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	1,00	Agregado
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,20	Aleatório
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	0,59	Agregado
<i>Sebastiania macrocarpa</i>	1,00	Agregado
<i>Senegalia lewisii</i>	1,00	Agregado
<i>Senegalia piauiensis</i>	0,63	Agregado
<i>Spondias tuberosa</i>	0,66	Agregado
TRATAMENTO CORTE SELETIVO DAP		
ESPÉCIES	Ip	CLASSIFICAÇÃO
<i>Annona vepretorum</i>	0,20	Aleatório
<i>Astronium urundeuva</i>	1,00	Agregado
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,30	Aleatório
<i>Cenostigma pluviosum</i>	1,00	Agregado
<i>Colicodendron yco</i>	0,30	Aleatório
<i>Combretum monetaria</i>	0,55	Agregado
<i>Cordia incógnita</i>	0,53	Agregado
<i>Coursetia rostrata</i>	0,63	Agregado
<i>Croton conduplicatus</i>	0,40	Aleatório
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	0,60	Agregado
<i>Handroanthus impetiginosus</i>	1,00	Agregado
<i>Jatropha mollissima</i>	-0,10	Aleatório
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,65	Agregado
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	0,54	Agregado
<i>Sebastiania macrocarpa</i>	1,00	Agregado
<i>Senegalia lewisii</i>	0,55	Agregado
<i>Senegalia piauiensis</i>	0,20	Aleatório
TRATAMENTO CORTE SELETIVO POR ESPÉCIE		
ESPÉCIES	Ip	CLASSIFICAÇÃO
<i>Annona vepretorum</i>	-0,10	Aleatório
<i>Astronium urundeuva</i>	-0,10	Aleatório

<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,53	Agregado
<i>Calliandra spinosa</i>	0,63	Agregado
<i>Cnidocolus bahianus</i>	1,00	Agregado
<i>Combretum monetaria</i>	0,53	Agregado
<i>Cordia incognita</i>	0,55	Agregado
<i>Croton conduplicatus</i>	0,58	Agregado
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,60	Agregado
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	0,40	Aleatório
<i>Senegalia lewisii</i>	0,46	Aleatório
<i>Senegalia piauhiensis</i>	0,46	Aleatório
<i>Spondias tuberosa</i>	0,30	Aleatório
<i>Strychnos parvifolia</i>	1,00	Agregado
TRATAMENTO CORTE RASO		
ESPÉCIES	Ip	CLASSIFICAÇÃO
<i>Combretum monetaria</i>	0,55	Agregado
<i>Croton conduplicatus</i>	0,57	Agregado
<i>Senegalia piauhiensis</i>	0,57	Agregado

Murphy E Lugo (1986) afirmaram que padrões de distribuição espacial agregados também são encontrados em florestas tropicais secas e semiáridas. No entanto, a distribuição espacial de uma espécie está sob a influência do ambiente em que esta está presente. Marangon et al. (2013) descreveram que, em áreas de vegetação de Caatinga, fatores morfológicos, como mecanismos de dispersão das espécies a curta distância, e fatores ambientais, como relevo, profundidade dos solos e disponibilidade de água, propiciam nichos muito particulares. De acordo com Nasi (1993), espécies de estágios iniciais de sucessão e que habitam locais alterados tendem a se agregar.

Contudo, supõe-se que, para a distribuição espacial aleatória, há uma homogeneidade ambiental levando a um comportamento não seletivo (a localização de um indivíduo não interferindo na localização de outro da mesma espécie) (MUELLER-DOMBOIS E ELLENBERG, 1974; RICKLEFS, 2003). De acordo com Odum e Barrett (2008), esta distribuição é observada, principalmente, em ambientes homogêneos, o que permite um afastamento aleatório dos indivíduos.

4.5. Dependência espacial

Na Tabela 7 estão os índices de Moran para cada atributo do solo nos tratamentos para *Combretum monetaria*. Entre as variáveis que apresentaram autocorrelação positiva no tratamento TEST estão o Al³⁺ (I=0,138) e H⁺ (I=0,218). No CESP, o K⁺ atingiu o valor de 0,210 para o índice de Moran. Nota-se que a mínima

intervenção dos manejos nos tratamentos citados influencia o comportamento desta espécie em razão dos atributos do solo.

Tabela 7 - Índice de Moran para *Combretum monetaria* em função o número de indivíduos e a análise de solo.

Tratamentos	<i>Combretum monetaria</i>												
	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S.B.	t	T	V	m
TEST	-0,271	-0,096	0,126	-0,245	-0,057	0,138	0,218	0	-0,275	-0,28	-0,247	-0,248	0,117
CDAP	-0,025	-0,102	0,019	0,073	-0,089	0,054	0,024	0	0,032	0,037	0,061	-0,010	0,059
CESP	-0,044	0,055	0,210	-0,061	-0,033	0,113	-0,032	0	-0,071	-0,068	-0,105	-0,038	0,119
CRAS	0,138	-0,109	-0,073	0,100	0,069	-0,141	-0,046	0	0,129	0,126	0,140	0,115	-0,138

Legenda: pH – potencial hidrogeniônico, P – fósforo, K⁺ – potássio, Ca²⁺ – Cálcio, Mg²⁺ – magnésio, Al³⁺ – alumínio, H⁺ – hidrogênio extraível, Na⁺ – sódio, S.B. – soma de bases trocáveis, t – capacidade de troca catiônica efetiva, T – capacidade de troca catiônica a pH 7, V – saturação por bases, m – saturação por alumínio, TEST – testemunha, CDAP – corte seletivo por DAP, CESP – corte seletivo por espécie, CRAS – corte raso.

A interação com K⁺ favorece a regeneração natural da espécie tendo em vista que este macronutriente participa da fase de crescimento vegetativo. Em quantidades adequadas, o potássio desempenha várias funções na planta, tais como: controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à geada, seca, salinidade e às doenças; e aumenta a resistência ao acamamento (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995; DAVIS et al., 1997).

A respeito de *Senegalia piauiensis* observou-se a interação com o Al³⁺ e H⁺, conforme Tabela 8, nos mesmos tratamentos que *Combretum monetaria*. Em TEST com índices de 0,104 e 0,256, respectivamente. No CESP, 0,310 para Al³⁺ e 0,154 para H⁺, ainda com m a 0,318, exercendo autocorrelação positiva.

Tabela 8 - Índice de Moran para *Senegalia piauiensis* em função o número de indivíduos e a análise de solo.

TRATAMENTOS	<i>Senegalia piauiensis</i>												
	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S.B.	t	T	V	m
TEST	-0,208	-0,073	-0,039	-0,177	-0,032	0,104	0,256	0	-0,196	-0,199	-0,121	-0,226	0,109
CDAP	-0,099	-0,073	0,039	-0,161	0,036	0,117	0,082	0	-0,147	-0,147	-0,147	-0,134	0,122
CESP	-0,267	-0,075	0,014	-0,279	-0,065	0,310	0,154	0	-0,315	-0,312	-0,323	-0,283	0,318
CRAS	-0,04	-0,084	-0,051	0,047	0,001	-0,08	0,140	0	0,049	0,046	0,136	-0,018	-0,084

Legenda: pH – potencial hidrogeniônico, P – fósforo, K⁺ – potássio, Ca²⁺ – Cálcio, Mg²⁺ – magnésio, Al³⁺ – alumínio, H⁺ – hidrogênio extraível, Na⁺ – sódio, S.B. – soma de bases trocáveis, t – capacidade de troca catiônica efetiva, T – capacidade de troca catiônica a pH 7, V – saturação por

bases, m – saturação por alumínio, TEST – testemunha, CDAP – corte seletivo por DAP, CESP – corte seletivo por espécie, CRAS – corte raso.

Segundo Teixeira et al. (2017), o processo de acidez do solo pode ocorrer naturalmente, pois há variados fenômenos que induzem à formação de reações ácidas no solo, a ação da água da chuva é um exemplo, ao reagir com CO₂ na atmosfera, libera hidrogênio, o que possibilita o processo de acidificação. O Al³⁺ contribui para a acidez trocável, pois a quantidade de H⁺ trocável em solos parece ser relativamente menor, quando em pH abaixo de 5,5. Acima de pH 5,5 não existe mais Al³⁺ trocável. A acidez trocável está relacionada aos íons H⁺ e Al³⁺ que estão retidos na superfície dos colóides do solo influenciados por forças eletrostáticas.

Embora o alumínio seja fator limitante para o crescimento de algumas espécies e na absorção de nutrientes em plantas em solos ácidos de regiões tropicais, principalmente por inibir o crescimento das raízes (STEINER et al., 2012), não indicou nocividade as espécies em análise.

Ainda mais, Silva (2021), em estudo realizado no Parque Nacional do Catimbau/PE acerca dos efeitos da agricultura de corte-e-queima sobre a regeneração da Caatinga, observou que nas áreas de roça e regeneração natural uma das espécies mais abundantes foi a *Senegalia piauhiensis*, ocorrendo em semente ou rebrota. Este autor ainda afirmou que a rebrota e propagação vegetativa são mecanismos que persistem em todos os estágios sucessionais, sendo selecionados pelo ambiente e pelos próprios agricultores da região. Os indivíduos remanescentes que possuem essa capacidade parecem contribuir para a composição florística das áreas mais tardias e auxiliar na recuperação da floresta.

Quanto a *Croton conduplicatus*, pode-se observar com relevância apenas o valor de I=0,500 para P no tratamento CESP (Tabela 9).

Tabela 9 - Índice de Moran para *Croton conduplicatus* em função o número de indivíduos e a análise de solo.

TRATAMENTOS	<i>Croton conduplicatus</i>												
	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S.B.	t	T	V	m
TEST	-0,077	-0,074	-0,060	-0,023	0,069	-0,052	0,082	0	0,008	0,006	0,051	-0,020	-0,049
CDAP	-0,032	-0,036	-0,020	0,057	-0,115	0,057	0,083	0	0,010	0,014	0,062	-0,049	0,063
CESP	-0,002	0,500	-0,077	0,050	-0,035	0,124	-0,112	0	0,037	0,046	0,000	0,033	0,131
CRAS	0,027	-0,104	0,033	0,165	-0,261	-0,107	0,119	0	0,055	0,051	0,131	-0,004	-0,117

Legenda: pH – potencial hidrogeniônico, P – fósforo, K⁺ – potássio, Ca²⁺ – Cálcio, Mg²⁺ – magnésio, Al³⁺ – alumínio, H⁺ – hidrogênio extraível, Na⁺ – sódio, S.B. – soma de bases trocáveis, t – capacidade de troca catiônica efetiva, T – capacidade de troca catiônica a pH 7, V – saturação por

bases, m – saturação por alumínio, TEST – testemunha, CDAP – corte seletivo por DAP, CESP – corte seletivo por espécie, CRAS – corte raso.

O fósforo é crucial no metabolismo das plantas, desempenhando papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. A existência de limitações na disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo pode resultar em restrições no desenvolvimento, das quais a planta não se recupera posteriormente, mesmo aumentando o suprimento de P a níveis adequados. O suprimento adequado de P é, pois, essencial desde os estádios iniciais de crescimento da planta (ZUCARELI et al., 2006).

5. CONCLUSÕES

Manejos menos invasivos favoreceram a regeneração natural nas unidades experimentais deste estudo, em destaque o tratamento CDAP.

Os atributos químicos do solo influenciaram o desenvolvimento e a manutenção das espécies de modo que nos tratamentos T e CSE para *Combretum monetaria* e *Senegalia piauhiensis* o Al^{3+} , H^{+} e K^{+} foram atores preponderantes da regeneração natural. Diferentemente para a espécie *Croton conduplicatus*, que demonstrou o P, no tratamento CSE, nutriente essencial no seu estágio inicial de crescimento.

6. REFERÊNCIAS

ABÍLIO, F. J. P. Bioma caatinga: ecologia, biodiversidade, educação ambiental e práticas pedagógicas. João Pessoa: Editora Universitária-UFPB, 2010.

ALVES, J. J. A. Geoecologia da Caatinga no Semi-Árido do Nordeste Brasileiro. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 2, n. 1, 2007.

ALVES, L. F.; METZGER, J. P. A regeneração florestal em áreas de floresta secundária na Reserva Florestal do Morro Grabde, Cotia, SP. **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 3–26, 2006.

ANSELIN, L.; BERA, A. K.; Spatial Dependence in Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics. Statistics: textbooks and monographs, 1995.

BARBOUR, M. G.; BURK, J. H.; PITTS, W. D. Terrestrial Plant Ecology. 2 ed. Benjamin/Cummings, Menlo-Park, 1987.

BERNASOL, W. P.; LIMA-RIBEIRO, M. S. Estrutura espacial e diamétrica de espécies arbóreas e seus condicionantes em um fragmento de cerrado sentido restrito no sudoeste goiano. **Hoehnea**, v. 37, n. 2, p. 181–198, 2010.

BILLINGS, W. D. The environmental complex in relation to plant growth and distribution. **The Quarterly Review of Biology**, v. 27, n. 3, p. 251–265, 1952.

BOGNOLA, I. A.; RIBEIRO JR, P. J.; SILVA, E. A. A.; LINGNAU, C.; HIGA, A. R. Modelagem uni e bivariada da variabilidade espacial de rendimento de *Pinus taeda* L. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p. 373-385, 2008.

BOMBONATTI, J. R. Dinâmica da regeneração natural em Caatinga arbórea manejada. 2018. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós Graduação, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2018.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. 1997. Biotic sampling methods. In: BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2nd ed. Iowa: Northern Illinois University, 1997. 226 p.

CARVALHO, J. O. P. **Manejo de Regeneração Natural de Espécies Florestais**. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido – CPATU, EMBRAPA. Belém, PA. 1984.

CARVALHO, M. S. **Aplicação de métodos de análise espacial na caracterização de áreas de risco a saúde**. 149f. Tese. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Ciências em Engenharia Biomédica. 1997.

CELEMÍN, J. P. Auto correlación espacial e indicadores locales de asociación espacial: Importancia, estructura y aplicación. **Revista Universitaria de Geografía**, v. 18, n. 1, p. 11-31, 2009.

CEPAL. Comisión Económica para América y el Caribe, Organización de Naciones Unidas. **Guía para estimar pobreza infantil, información para avanzar en el ejercicio de los derechos de los niños, niñas y adolescentes**. 2014. Disponível em: <<http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guiacontenido%20-442.php>>. Acesso em: 06 mar. 2022.

CHACON FILHO, H. M. Dinâmica do banco de sementes em duas localidades da região semiárida paraibana. PATOS-PB: UFCG, 2007, 30 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande.

COSTA, F. M.; ALVES, G. F.; SCALON, J. D.; ZACARIAS, M. S. Análise estatística das distribuições espaciais do bicho-mineiro do cafeeiro e das vespas predadoras. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 149 - 157, abr/jun., 2015.

COSTA, M. R. G. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PEREIRA, E. S.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; MORAIS NETO, L. B.; MOCHEL FILHO, W. J. E.; BEZERRA, A. P. A. Utilização do feno de forrageiras lenhosas nativas do Nordeste brasileiro na alimentação de ovinos e caprinos. **PUBVET**, v. 5, n. 7, 2011.

d=DFD5BBC04FDD8B097BF5672A768C7AFB#CondicaoTaxonCP>. Acesso: 15 jan. 2022.

DAVIS, R. M.; SUBBARAO, K. V.; RAID, R. N.; KURTZ, E.A. 1997. Compendium of lettuce diseases. California: **Academic Press**. 79p

DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo**. Viçosa, UFV, 1981.

DIGGLE, P. J.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J. **Model-based geostatistics**. Springer, New York, 2007, 228 p.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; HAWKINS, B. A. Spatial autocorrelation and red herrings in geographical ecology. **Global Ecology and Biogeography**, v.12, n.1, p.53-64, 2003.

DUNN, O. J. Multiple comparisons using rank sums. **Technometrics**, v.6, n.3, p.241-252, 1964.

EMBRAPA. 2021. **Bioma Caatinga**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/clima>>.

EMBRAPA. 2017. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2022.

FARIA, V. P. **Composição florística e estrutura de vegetação colonizadora de clareiras em Floresta Atlântica sob manejo sustentável**. VIÇOSA-MG: UFV, 2001, 156 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal).

FINOL, U. H. 1971. Nuevos parametros a considerarse em el analisis estrutural de las selva virgenes tropicales. *Rev. For. Venezolana*, 14:29-42.

FLORA DO BRASIL 2020. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do>;jsessionid

FRANCA-ROCHA, W.; SILVA, A. B.; NOLASCO, M. C.; LOBÃO, J.; BRITTO, D.; CHAVES, J. M.; ROCHA, C. C. Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do Bioma Caatinga. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE; SELPER, 2007. p. 2629-2636.

FREITAS, G. V. **Abundância de espécies arbóreas e sua relação com atributos do lenho e da folha em uma Floresta Atlântica Estacional Semidecidual.** CAMPOS DE GOYTACAZES-RJ: UENF, 2020, 91 p. Dissertação (Programa em Ecologia e Recursos Naturais).

GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S. A.; BENTES-GAMA, M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, estado do Pará. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 71–82, 2003.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability - impermeability: canopy trees as biodiversity filters. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 64, n. 4, p. 433-438, jul. 2007.

GARCIA, C. C.; REIS, M. G. F.; REIS, G. G.; PEZZOPANE, J. E. M.; LOPES, H. N. S.; RAMOS, D. C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da mata atlântica, em Viçosa, MG. **Ciencia Florestal**, v. 21, n. 4, p. 677–688, 2011.

GARLET, A.; CANTO, J. L.; OLIVEIRA, P. R. S. O Manejo Florestal comunitário da Caatinga em assentamentos rurais no Estado da Paraíba. **Ciencia Florestal**, v. 28, n. 2, p. 735–745, 2018.

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga.** In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.;

FONSECA, M. T.; LINS, L. V. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. pp. 48-90. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; FOX G. A. **Ecologia Vegetal**. 2. ed. Artmed, Porto Alegre, 2009, 592 p.

HOLANDA, A. C. D.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; SOUSA, F. Q. D.; FREIRE, S. R. D. O.; ALVES, A. R. Aporte de serapilheira e nutrientes em uma área de caatinga. *Ciência Florestal*, v. 27, n. 2, p. 621-633, 2017.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, 2012, 271p.

JARDIM, F. C. S.; SERRÃO, D. R.; NEMER, T. C. Efeito de diferentes tamanhos de clareiras, sobre o crescimento e a mortalidade de espécies arbóreas, em Moju-PA. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 37, n. 1, p. 37-47, 2007.

KREMPI. A. P. Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade da cidade de Bauru. Dissertação (Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos) - Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

KRUSKAL, W. H., WALLIS, W. A. Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Am. Stat. Assoc.*, v.47, n.260, p.583-621, 1952.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139–146, 2005.

LEGENDRE, P.; FORTIN, M. J. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**, v. 80, n. 2, p. 107 - 138, 1989.

LIMA, B. G.; COELHO, M. F. B. Fitossociologia e estrutura de um fragmento florestal da Caatinga, Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 809–819, 2018.

LIMA, R. A. F. Estrutura e regeneração de clareiras. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 651-670, dez. 2005.

LOPES, C. M.; GALLÃO, M. I.; ARAÚJO, F. S. Crescimento inicial de *Licania rigida* Benth. (Chrysobalanaceae) sob diferentes níveis de irradiância, em viveiro. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu. *Ecologia no tempo de mudanças globais*. [S.l.]: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

LUCENA, M. S.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A. Regeneração natural da vegetação arbóreo-arbustiva de Caatinga em face de duas formas de uso. *Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos-PB, v.13, n.3, p.212-222, 2017.

LUCENA, M. S.; SILVA, J. A.; ALVES, A. R. Regeneração natural do estrato arbustivo-arbóreo em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó – RN, Brasil. *Biotemas*, v. 29,n.2, p. 17-31. 2016.

MALAVOLTA, E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; LIRA, D. F. S.; SILVA, E. A.; LOUREIRO, G. H. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de Caatinga. *Floresta*, v.43, n.1, p.83-92, 2013.

MARQUETE, N.; LOIOLA, M. I. B 2015. Combretaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16892>>. Acesso em: 27 out. 2021.

MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London: **Academic Press**. 889p.

MATOS, M. Q.; FELFILI, J. M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades. ***Acta Botânica Brasílica***, v. 24, n. 2, p. 483-496, 2010.

MAYORGA, S. L. M.; MOLINA, J. M. J. Usos de información georreferenciada para prestación de servicios a la población: una revisión de literatura. **Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, v. 20, p. 201–229, 2017.

MEDEIROS, W. P. **Estrutura populacional e dependência espacial de *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B. Gillett (Burseraceae) em Caatinga arbórea**. 2017, 69 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

MENINO, G. C. O.; SANTOS, R. M.; APGAUA, D. M. G.; PIRES, G. G.; PEREIRA, D. G. S.; FONTES, M. A. L.; ALMEIDA, H. S. Floristic and structure of seasonally dry tropical forests. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 277–291, 2015.

MIN. **Resolução Nº 107/2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência**. Disponível em: <www.sudene.gov.br>. Acesso em: 7 fev. 2022.

MIYAZAKI, S. L. **Análise de estrutura , chuva de sementes e regeneração natural de populações de plantas em floresta de restinga alta , São Vicente-SP**. 2009, 107 p. Tese (Programa em Biodiversidade vegetal e meio ambiente) – Instituto de Botânica, São Paulo.

MMA. 2006. **Plano de Manejo - Floresta Nacional Contendas do Sincorá**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/contendas_do_sincora1.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2021.

MMA. 2010. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Disponível em: <<https://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/1788-uso-sustentavel-e-conservacao-dos-recursos-florestais-da-caatinga/file>>. Acesso em: 13 out. 2021.

MMA. **Biomass da Caatinga**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/biomass/caatinga/item/191.html>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

MORISITA, M. Id-index, a measure of dispersion of individuals. **Researches on Population Ecology**, Kyoto, v. 4, p. 1-7, 1962.

MOURÃO, G. H. O. **Distribuição espacial de árvores emergentes na Amazônia a partir de dados oriundos de escaneamento laser aerotransportado**. 2021. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2021.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **The Count-Plot Method and Plotless Sampling Techniques** *Aims E Methods of Vegetation Ecology*, 1974.

MURPHY, P. G.; LUGO, A. E. Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v.17, p.67-88, 1986.

NASI, R. Analysis of the spatial structure of a rattan population in a mixed dipterocarp forest of Sabah (Malaysia). *Acta Oecologica*, v. 34, n. 1, p. 73-85, 1993.

NUNES, Y. R. F.; MENDONÇA, A. V. R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Variações da fisionomia, diversidade e composição de guildas da comunidade arbórea em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 213-229, 2003.

ODUM, E. P. *Ecologia*. 1 ed. Rio de Janeiro: Guanabara S.A., 1986. 434p.

ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. (2008). *Fundamentos de Ecologia*. 5ª ed. (Trad.), Cengage Learning, São Paulo.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, n. 1, p.

PAULA, A.; BRILHANTE, F. S.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; SOARES FILHO, A. O.; FONSECA, R. S. Florística e estrutura da regeneração natural de Caatinga

Arbórea na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia. *Agrarian*, v. 14, n. 53, p. 281-294, 2021.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A; ANDRADE, L. A; COSTA, J. R. M; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, 35 no agreste paraibano. *Acta Botânica Brasílica*. Feira de Santana, v.15, n.3, p.413-426, 2001.

PUIG, H. **A Floresta Tropical Úmida**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 496 p.

RIBEIRO, N. M. A. R.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. J. Inventário florestal para manejo sustentável de uma area de vegetação nativa no sudoeste do piauí. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC. Palmas-TO, 2019.

RIBEIRO, P. R.; RIBEIRO, J.; SANTOS NETO, A.; ROCHA, J. R.; CORTE, I. Métodos de recuperação de mata ciliar como proposta de recuperação de nascentes no cerrado. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 1866–1882, 2012.

RICKLEFS, R. E. 2003. *A economia da natureza*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503p.

ROSSI, J. P.; QUÉNÉHERVÉ, P. Relating species density to environmental variables in presence of spatial autocorrelation: a study case on soil nematodes distribution. **Ecography**, v.21, n.2, p.117-123, 1998.

SABINO, F. G. DA S.; CUNHA, M. DO C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 487–497, 2016.

SALAME, C. W. **Análise espaço-temporal da ocorrência de queimadas e desmatamento no estado do Pará no período de 1996 a 2004**. 2008. 67f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Federal do Pará, Pará.

SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; SANTOS, W. S.; RAMOS, G. G.; VASCONCELOS, G. S.; VASCONCELOS, A. D. M. Análise florística-fitosociológica e potencial madeireiro em área de caatinga submetida a manejo florestal.

Agropecuária Científica No Semiárido, v. 13, n. 3, p. 203–211, 2017.

SANTOS, W. S.; SOUZA, M. P.; NÓBREGA, G. F. Q.; MEDEIROS, F. S.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de Upanema-RN. *Nativa*, v.5, n.2, p.85-91, 2017.

SCHMIDT, J. C. J. O clima da Amazônia. **Revista Brasileira de Geografia**, 1942.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. The Mathematical Theory of Communication.

International Business, 1964.

SHEPHERD, G.J. FITOPAC. Versão 2.1. Campinas, SP: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. 2010.

SILVA, A. B. Efeitos da agricultura de corte-e-queima sobre a regeneração da Caatinga. 2021. 68f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2021.

SILVA, J. S.; SALES, M. F.; CARNEIRO-TORRES, D. S. O gênero *Croton* (Euphorbiaceae) na microrregião do Vale do Ipanema, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, v. 60, n. 4, p. 879-901, 2009.

SILVA, M. A.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R. S.; CZANCK JÚNIOR, L.; ANDRADE, I. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo portamentos. **Cerne**, v. 14, n. 4, p. 311 - 316, 2008.

SILVA, S. O.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M. A.; ALVES JUNIOR, F. T.; CANO, M. O. O.; TORES, J. E. L. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Revista Arvore**, v. 36, n. 3, p. 441–450, 2012.

SOUSA, V. F.; RIBEIRO, R. T. M.; LOIOLA, M. I. B.; VERSIEUX, L. M. Combretaceae no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Rodriguésia*, v. 69, n.4, p. 1771-1787, 2018.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological groups in tropical rain forests. *Vegetatio*, The Hague, v. 75, p. 81-86, mai. 1998.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. Manual de Métodos de Análise de Solo. 3. Ed. Brasília: Embrapa, 2017.

THOMAS, C. D.; KUNIN, W. E. The spatial structure of populations. *Journal of Animal Ecology*, v.68, p.647-657, 1999.

VIEIRA, D. S. Padrão espacial de espécies arbóreas no baixo rio Tapajós. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

VIRGENS, A. P.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A.; CARVALHO, F. F.; ARAGÃO, M. A.; MONROE, P. H. M. Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 555–561, 2017.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. *Ecology*, Washington, v. 70, n. 3, p. 536-538, jun. 1989.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; BARREIRO, A. P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 1, p. 09-15, 2006.