

ANÁLISE DA ESTRUTURA ESPACIAL DA PAISAGEM EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DA CAATINGA

Janaína Oliveira¹

Eduardo Rodrigues Viana Lima²

Bartolomeu Israel Souza³

Diógenes Félix da Silva⁴

Paulo Jerônimo Lucena Oliveira⁵

117

Resumo

A Caatinga apresenta uma fitofisionomia vegetal caracterizada por espécies caducifólias, determinada por uma dinâmica complexa regida por fatores climáticos, hidrológicos e de intenso uso do solo para subsistência da população local. Com o uso da classificação orientada a objeto em imagens Sentinel-2, o trabalho visou analisar a estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação (UC) no Cariri Paraibano a partir de métricas específicas. O mapeamento apresentou exatidão global de 86,94%, com distinção de cinco classes temáticas: Afloramento Rochoso, Agropecuário, Algaroba, Caatinga Rarefeita e Caatinga Densa. As métricas apontaram elevado estágio de preservação no interior da UC, que apresentou a Caatinga Densa como unidade dominante da paisagem, mas com perda de representatividade no entorno, caracterizado pelo aumento da classe Agropecuária. Este trabalho traz contribuições que podem subsidiar estratégias de conservação e evitar o isolamento dos remanescentes de Caatinga existentes na UC.

Palavras-chave: ecologia de paisagem; caatinga; conservação; uso do solo; fragmentos.

¹ Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba.

² Docente em Geografia na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, <https://orcid.org/0000-0003-1116-9090>

³ Docente em Geografia na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, <https://orcid.org/0000-0003-2173-8314>

⁴ Docente em Geografia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, <https://orcid.org/0000-0002-4210-7805>

⁵ Doutorando no Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Aplicados (LABGEO/UECE), <https://orcid.org/0000-0002-7620-5681>

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

LANDSCAPE SPATIAL STRUCTURE ANALYSIS IN A CAATINGA CONSERVATION UNIT AREA

Abstract

The Caatinga have a vegetal phytophysiognomy characterized by deciduous species, determined by a complex dynamic result by climatic, hydrological and intense land use factors for the subsistence of the local population. With the use of object-oriented classification in Sentinel-2 images, the work aimed to analyze the spatial structure of the landscape in a Conservation Unit (UC) in Paraíba's Cariri from specific metrics. The mapping showed a global accuracy of 86.94%, with distinction of five thematic classes: Rocky Outcrop, Agricultural, Mesquite, Sparse Caatinga and Dense Caatinga. The metrics demonstrated a high level of preservation within the UC, which presented the Dense Caatinga as the dominant landscape unit, but with a loss of representation in the surroundings, characterized by the increase in the Agricultural class. This work brings contributions that can subsidize conservation strategies and avoid the isolation of the remnants of Caatinga existing in the UC.

Keywords: landscape ecology, caatinga, conservation, land use, fragments

ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA ESPACIAL DEL PAISAJE EN UNA UNIDAD DE CONSERVACIÓN DE CAATINGA

Resumen

La Caatinga tiene una fitofisonomía vegetal caracterizada por especies caducifolias, determinada por una dinámica compleja regida por factores climáticos, hidrológicos y de intenso uso del suelo para la subsistencia de la población local. Con el uso de clasificación orientada a objetos en imágenes Sentinel-2, el trabajo tuvo como objetivo analizar la estructura espacial del paisaje en una Unidad de Conservación (UC) en Cariri de la Paraíba a partir de métricas específicas. El mapa presenta una extensión global del 86,94 %, con distinción de cinco clases temáticas: Afloramiento rocoso, Agrícola, Algarroba, Caatinga Rarefeita y Caatinga Densal. Las métricas demostrado un alto nivel de conservación dentro de la UC, que presentó a la Caatinga Densa como la unidad de paisaje dominante, pero con una pérdida de representatividad en el entorno, caracterizada por el aumento de la clase Agrícola. Este trabajo trae aportes que pueden subsidiar estrategias de conservación y evitar el aislamiento de los remanentes de Caatinga existentes en la UC.

Palabras clave: ecología del paisaje; caatinga; conservación; uso del suelo; fragmentos.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Introdução

A vegetação de Caatinga apresenta uma dinâmica complexa e fisionomias variadas regidas, majoritariamente, por fatores climáticos e hidrológicos, que proporcionaram sua disjunção fitogeográfica ao longo do processo evolutivo, moldando a sua dinâmica de adaptação e sazonalidade para se estabelecerem em ambientes de longo estresse hídrico (AB'SABER, 2003; PENNINGTON; LAVIN; OLIVEIRA-FILHO, 2009).

Essas fitofisionomias, adaptadas a determinados ambientes de instabilidade geocológica, caracterizam a Caatinga como uma Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS). Explicada a partir da teoria dos Arco Pleistocênico, a atual distribuição das FTSS é caracterizada como áreas residuais de uma formação contígua que atingiu sua extensão máxima durante os períodos de contração das florestas úmidas, encontradas com tamanhos variados ao longo da América do Sul (OLIVEIRA; JARENKOV; RODAL, 2006; LINNARES-PALLOMINO et al., 2011; LIMA et al., 2018).

Nesse sentido, a Caatinga apresenta uma fitofisionomia vegetal caracterizada por espécies caducifólias com estrutura predominantemente arbustivo-arbórea do tipo xerófila, com espinhos, microfilia e, às vezes, suculência (ANDRADE-LIMA, 1981; CHAVES et al., 2008; GRAEFF, 2015). Além disso, em relação aos agentes que modelam as suas fisionomias, somou-se também as interferências causadas pela ação antrópica, que desestabiliza ainda mais o ambiente (ALVES; ARAÚJO; NASCIMENTO, 2009).

Assim como em outros domínios das FTSS encontrados na América do Sul, a Caatinga apresenta um elevado grau de interferência antrópica, com mais de 60% de sua área modificada pela atividade humana (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2017). Esse número pode ainda ser maior, de acordo com cada área pesquisada. Nesse contexto, autores como Souza; Artigas e Lima (2015) e Freire et al. (2018) apresentam que, em muitas dessas áreas, cerca de 80% da sua cobertura original já foi modificada ou sofreu alguma alteração direta por ações humanas.

Em termos de áreas protegidas, dos aproximadamente 844 mil quilômetros quadrados de área ocupada pelo domínio fitogeográfico da Caatinga, cerca de 36% estão em

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Unidades de Conservação (UC) de uso sustentável, enquanto apenas 1% estão em UCs de proteção integral, caracterizadas como áreas mais protegidas dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (FREIRE et al., 2018). Dentre as UCs de uso sustentável, destaca-se a Reserva Particular do Patrimônio Natural enquanto área privada destinada para a conservação da diversidade biológica, sendo permitidas pesquisas científicas e visitas para turismo, recreação e educação ambiental.

Para compreender o atual cenário de degradação da Caatinga, estudos com diversas metodologias de mensuração e quantificação de paisagens a partir de comunidades biológicas e da atividade humana nos ecossistemas se intensificaram no início do século XXI. A Ecologia de Paisagem e suas abordagens tem contribuído na compreensão das relações entre padrões espaciais e processos ecológicos, de acordo com a escala adotada (FORMAM; GODRON, 1986; MCGARIGAL; MARKS, 1995; METZGER, 2001; SIQUEIRA; CASTRO; FARIA, 2013).

Sob a perspectiva geográfica da Ecologia de Paisagem, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise da estrutura espacial da paisagem em uma RPPN da região do Cariri Paraibano. O uso de métricas de paisagem permitiu contextualizar o uso e cobertura da terra, bem como identificar as áreas de maior interferência antrópica e de maior conservação dos fragmentos de Caatinga, que podem ser utilizados para manejo ambiental dessa importante UC da Paraíba.

Área de estudo e caracterização geoambiental

Localizada na Província/Planalto Borborema, a Reserva Particular do Patrimônio Natural Fazenda Almas (7°28'45"S e 36°54'18"W) está na divisa dos municípios de São José dos Cordeiros e Sumé, região do Cariri Paraibano. A UC foi legalmente instituída como RPPN a partir da Portaria do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA nº 1.343, de 01 de agosto de 1990. Mesmo inserida em uma região de alto nível de degradação da vegetação natural, a RPPN apresenta fragmentos vegetais

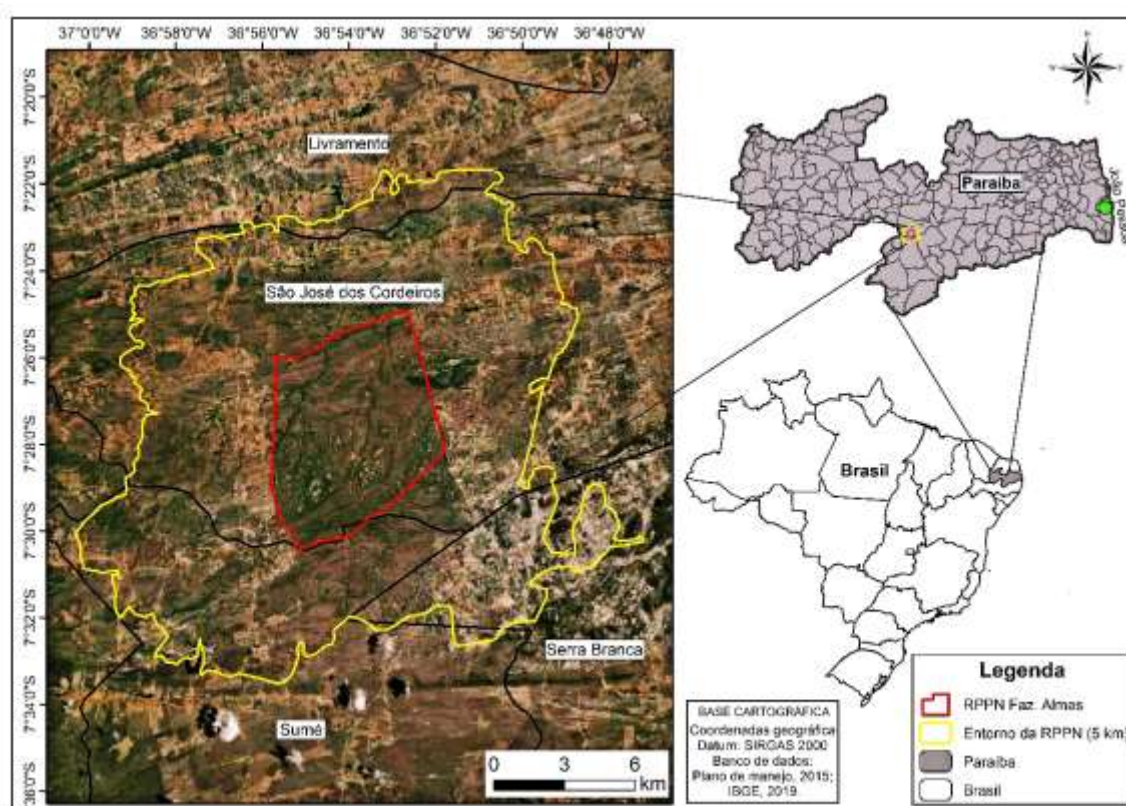
OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

considerados de bom estado de conservação na região, sendo definido como uma área prioritária para conservação (MMA, 2007).

Conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, 2000), as RPPNs não possuem zona de amortecimento – área do entorno de uma UC onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições previstas no Plano de Manejo para minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

Com intuito de evitar que ações de caçadores e demais pressões antrópicas atingissem o interior da UC, o Plano de Manejo definiu uma área de entorno que engloba um raio de 5km, adequado conforme as características de uso antropogênico da Caatinga e a presença de remanescentes de vegetação. Tal limite foi criado para subsidiar ações estratégicas de conservação e evitar o isolamento dos remanescentes de Caatinga existentes na RPPN. Assim, a área total de estudo possui cerca de 31.900ha, apresentada na Figura 1.

Figura 01 – Mapa de localização da área de estudo.



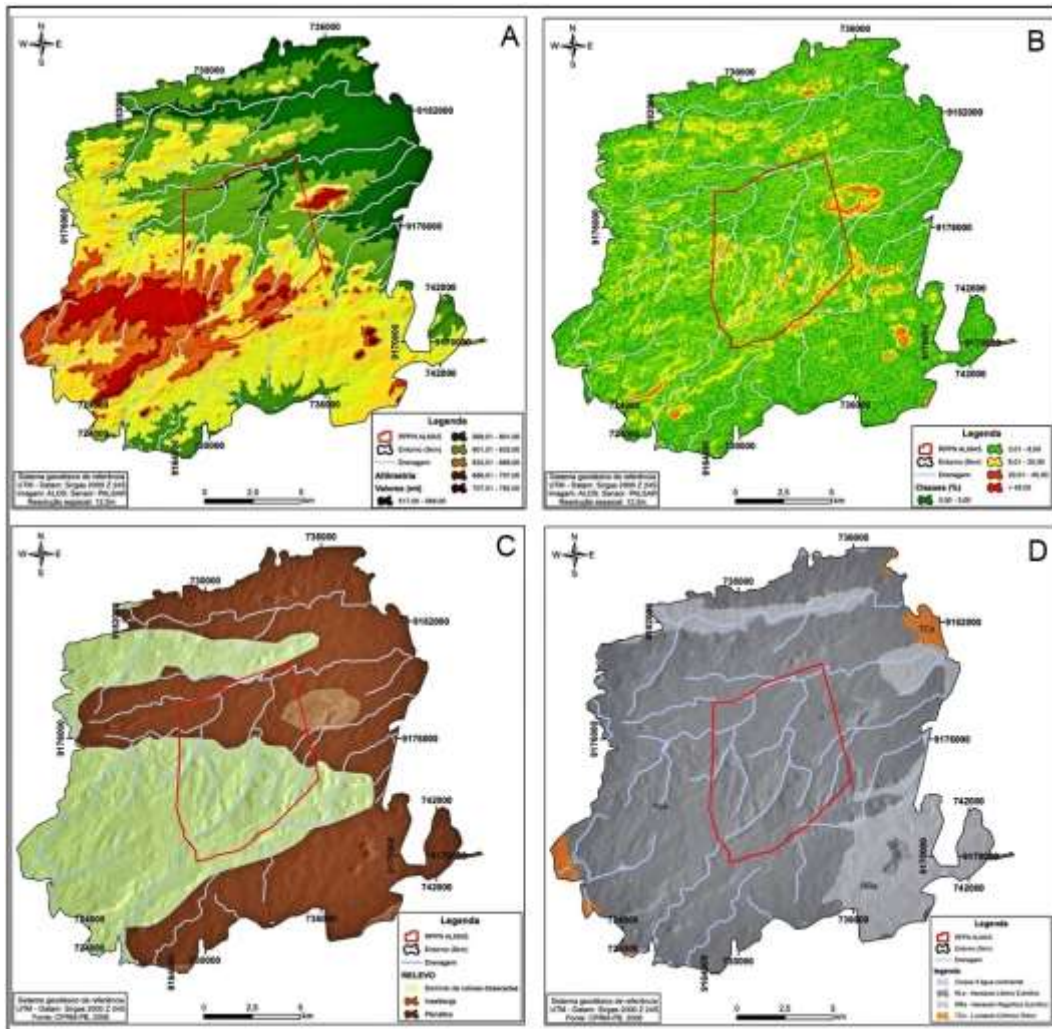
Fonte: Autores.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Em termos ecorregionais, de acordo com Velloso et al. (2002), Silva; Leal; Tabarelli, (2017) e Barbosa et al. 2007, a área de localiza-se na Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional e na Ecorregião Planalto da Borborema, com uma vegetação arbustivo-arbórea densa e aberta, entremeada por lajedos. Nos aspectos geoambientais, a área apresenta um relevo suave ondulado e ocorrências de inselbergs com a altimetria variando entre 540 e 770 m e uma declividade que, muitas vezes, ultrapassa os 45°.

Os solos são derivados do embasamento de origem cristalina, com o clima, segundo a classificação de Köppen, caracterizado como semiárido quente e seco (BswH) e uma precipitação média anual de aproximadamente 630 mm, concentrando-se entre os meses de janeiro e maio (BARBOSA et al., 2015). A temperatura média anual de 26 °C (Barbosa et al., 2007; Barbosa et al. 2015), com temperatura média máxima de 30 °C e mínima em torno de 20°C (CPC, 2019). A Figura 2 apresenta as características geoambientais da área de estudo.

Figura 02 – Características Geoambientais da área de estudo: A – Altimetria; B – Declividade; C – Relevo; D – Solo.



Fonte: Autores.

Análise estrutural da paisagem na RPPN e entorno

No âmbito da Ecologia da Paisagem, as métricas são algoritmos utilizados para quantificar a estrutura da paisagem em três níveis: de mancha, com a descrição dos fragmentos individualizados; de classe, que caracteriza o conjunto de fragmentos de uma mesma classe; e de paisagem, que contempla todas as manchas e as classes (McGARIAL, 2013).

De acordo com a Metzger (2001) e McGarial (2013), diferentes modelagens são utilizadas para representar a paisagem, sendo modelo mancha-corredor-matriz

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

amplamente difundido. Nesse modelo, a matriz é a unidade dominante da paisagem; as manchas são áreas homogêneas de um determinado tipo de uso e cobertura da terra; e os corredores conectam duas ou mais manchas existentes na matriz.

Para analisar a paisagem da RPPN e entorno, as métricas foram aplicadas no mapa de uso e cobertura da terra gerado a partir da classificação orientada a objeto (GEOBIA), realizada no *software* Definiens e-Cognition® com uso de imagem Sentinel-2. Para a segmentação da imagem foi utilizado o algoritmo de multirresolução, parâmetro de similaridade 100, forma 0,1 e compacidade 0,5, considerando as médias e desvios padrões das imagens utilizadas com pesos equivalentes a 1.

A média das bandas B2, B3, B5, B8, B12; o desvio padrão da banda B7; e a média dos índices espectrais MNDWI, NDWI e SAVI foram utilizadas como descritores no processo de classificação. Por fim, a confiabilidade da classificação foi validada estatisticamente pela matriz de confusão, que relaciona os 342 pontos amostrais utilizados para avaliar a verdade terrestre.

Conforme Silva e Cruz (2018), mapear a Caatinga por sensoriamento remoto orbital é extremamente complexo devido à sazonalidade da disponibilidade hídrica e da rápida resposta espectral da vegetação, predominantemente caducifólia. Além disso, Almeida e Medeiros (2017) destacam que no semiárido brasileiro a variabilidade interanual de chuvas pode ser influenciada pelos fenômenos El Niño e La Niña que, respectivamente, indicam uma tendência de anos com maior ou menor intensidade de chuvas.

Para evitar que a resposta espectral da vegetação subestimasse ou superestimasse a Caatinga, foi selecionado um ano com neutralidade pluviométrica, ou seja, sem influência significativa do El Niño ou La Niña. Assim, 2017 representa a melhor forma de caracterizar a vegetação na escala adotada, conforme dados da precipitação média anual observada na Estação Meteorológica de Monteiro/EMBRAPA de 585,8mm (CPC, 2019; AESA, 2019). A classificação se baseou na imagem Sentinel-2 gerada no dia 12/11/2017, adquirida no site do *United States Geological Survey* (USGS, 2019), data escolhida pela ausência de nuvens.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

De acordo com Silva e Cruz (2018) e Lima *et al.* (2018), a classificação GEOBIA tem se mostrado eficiente para o mapeamento de ambientes dinâmicos como a Caatinga, pois permite maior intervenção do intérprete para distinguir alvos espectralmente semelhantes. Ao todo, cinco classes de uso e cobertura da terra foram definidas, a saber:

- Afloramento Rochoso: exposição da rocha em superfície, onde normalmente abriga fauna e flora típica;
- Agropecuária: áreas marcadas pelas atividades agropastoris passadas e/ou recentes, caracterizadas pelo solo exposto;
- Algaroba: pequenas manchas identificadas pela resposta espectral que indicam a presença da espécie exótica *Prosopis juliflora*, comumente encontrada no Cariri Paraibano;
- Caatinga Densa: mata com vegetação cujo dossel é capaz de cobrir totalmente a superfície, geralmente com a predominância de espécies arbóreo-arbustivas;
- Caatinga Rarefeita: vegetação herbácea, arbustiva e arbórea encontrada em pequenos agrupamentos de modo esparsos – que não recobrem a totalidade da superfície.

Após essa fase, utilizou-se o programa *Vector-based Landscape Analysis Tools Extension 2.0 beta (V-Late)* do ArcGIS® para aplicar cinco grupos de métricas, que conforme McGarrial (2013), quantificam a composição e a configuração da paisagem embasadas no modelo mancha-corredor-matriz. As métricas de área e borda mensuram o tamanho e o perímetro dos fragmentos; métricas de forma revelam a complexidade no formato dos fragmentos; métricas de área núcleo quantificam a área interna do fragmento ao considerar o efeito de borda; e métricas de subdivisão verificam a fragmentação ou uniformidade da paisagem.

Dentre as métricas de área e borda, foram calculados o número de fragmentos (*Number of Patches – NP*), a área de classe (*Class Area – CA*), o tamanho médio dos fragmentos (*Mean Patch Size – MPS*) e o desvio padrão do tamanho dos fragmentos (*Patch Size Standard-Deviation – PSSD*). Já as de área núcleo foram aplicadas apenas para Caatinga OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Densa, que representa ambientes florestais em um *buffer* de borda de 30m – como descrevem Vindolin; Biondi; Wandembruck (2011) e Diniz (2019). As métricas utilizadas para esse grupo foram: área núcleo total da classe (*Total Class Core Area – TCCA*), número de áreas núcleo (*Number of Core Area – NCA*) e o índice de área núcleo (*Core Area Index – CAI*). Por fim, o grau de divisão da paisagem (*DIVISION*), o índice de divisão (*SPLIT*) e o tamanho efetivo dos fragmentos conectados (*MESH*) foram as métricas de subdivisão utilizadas.

O conjunto das métricas foram aplicadas em nível de paisagem e de classe, sendo também dividida em grupos de tamanho de fragmentos por classe (menores que 10ha; entre 10ha e 50ha; e maiores de 50ha). Para verificar a importância da RPPN na perspectiva estrutural da paisagem, bem como mensurar o nível de degradação que o entorno exerce sobre a UC, a análise se baseou em dois momentos: apenas na RPPN e, depois, no seu entorno conforme apresentado no Plano de Manejo, adaptando a porção norte com o limite municipal de São José dos Cordeiros.

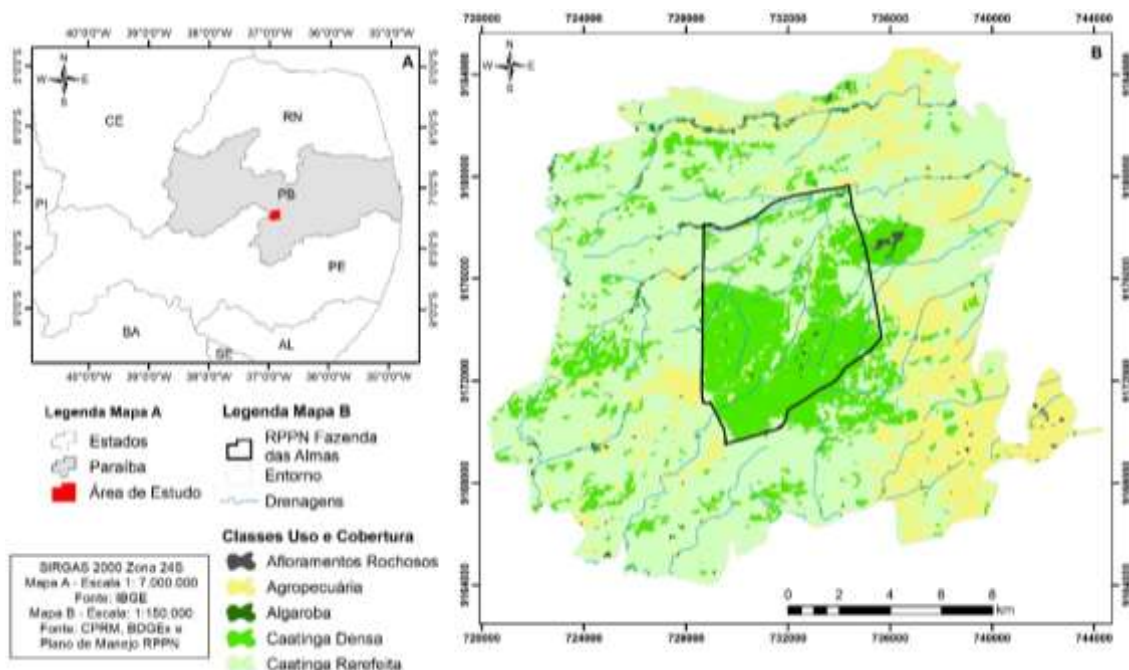
Resultados e Discussão

A Figura 03 contextualiza a localização da área de estudo e apresenta o mapa elaborado pela classificação GEOBIA, validado estatisticamente através da matriz de confusão (Tabela 01). Os resultados qualificam o mapeamento como excelente, atingindo valores de 0,85 no Índice *Kappa* e 86,94% na exatidão global (LANDIS; KOCH, 1977). Eficiência similar de qualidade foram encontradas em estudos que envolveram a classificação de mapas temáticos de uso e cobertura do semiárido brasileiro realizados por Coelho *et al.* (2014); Lima *et al.* (2019); Silva *et al.* (2018); Silva, Souza e Bacani (2019).

Figura 03 – Mapa de uso e cobertura da terra na RPPN Fazenda das Almas e entorno:

A– Localização da área de estudo; B – Classes de Uso e Cobertura.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*



Fonte: Autores.

Tabela 01 – Matriz de confusão do mapeamento temático.

		Amostras de Referência					
Verdade Terrestre	Classes	afloramento rochoso	algaroba	agropecuária	caatinga rarefeita	caatinga densa	Total
		Afloramento Rochoso	54	0	0	0	0
	Algaroba	0	57	0	1	2	60
	Agropecuária	7	8	61	2	0	78
	Caatinga Rarefeita	2	0	7	61	4	74
	Caatinga Densa	0	5	2	5	64	76
	Total	63	70	70	69	70	342

Fonte: Autores.

Métricas de Área e Área Núcleo

Com área total de 5.119,39ha, a paisagem na RPPN Fazenda Almas tem a Caatinga Densa como unidade dominante (matriz), correspondendo a 60,81%, seguida pela Caatinga Rarefeita, com 36,13%; e em menor proporção, as classes Agropecuária, com 2,51%,

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Afloramento Rochoso, com 0,29%, e Algaroba, com 0,25%. A representação dos remanescentes de vegetação nativa recebe destaque, e juntos equivalem a 96,13%. A Tabela 02 apresenta os resultados obtidos pelas métricas CA, NP, MPS e PSSD, que auxiliam a análise em nível de classe.

Tabela 02 – Resultados das métricas: número de fragmentos (NP), área de classe (CA), tamanho médio dos fragmentos (MPS) e desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD) na RPPN Fazenda Almas.

Classe	NP (un.)	CA (ha)	MPS (ha)	PSSD (ha)
Afloramentos Rochosos	18	14,93	0,83	0,65
Agropecuária	74	128,47	1,74	3,55
Algaroba	11	13,05	1,19	0,93
Caatinga Densa	41	3.113,21	75,93	433,28
Caatinga Rarefeita	88	1.849,74	21,02	184,13
Paisagem	232	5.119,39		

Fonte: Autores.

Em termos de quantidade de fragmentos encontrados na paisagem, os resultados obtidos pela métrica NP mostram um total de 232 manchas, que correspondem à área total de 5.119,39ha. Em nível de classe, os maiores valores de NP estão associados à classe Caatinga Rarefeita, com 88 fragmentos; seguidos da Agropecuária, com 74; da Caatinga Densa, com 41; dos Afloramentos Rochosos, com 18; e da Algaroba, com 11 fragmentos.

Tais resultados, juntamente com as métricas CA, MPS e PSSD, apontam a Caatinga Densa como a classe com maior área (3.113,21ha) e média de tamanho de seus fragmentos (75,93ha). O elevado desvio padrão do tamanho dos fragmentos (433,28ha) indica alta variação das manchas em relação à média. No entanto, tal resultado pode ser considerado positivo e revela a uniformidade da Caatinga Densa, pois um único fragmento maior que 50ha equivale a área de 2.815,40ha (90,43% da classe).

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

As métricas de área núcleo corroboram com a afirmativa. Quando comparado com o número de fragmentos da Caatinga Densa, houve um aumento quantitativo da fragmentação após eliminar o *buffer* de borda (NP=41 e NCA=101). Ao todo, sete fragmentos foram eliminados após aplicar o *buffer* de 30m, todos menores que 10ha; e 20 apresentaram áreas núcleo disjuntas, sendo 11 do grupo de fragmentos menores de 10ha, oito entre 10ha e 50ha e uma acima de 10ha. Apesar disso, a área núcleo total da classe permaneceu expressiva (TCCA=2.560,59ha e CAI= 82,25%).

Ainda na Tabela 02, a Caatinga Rarefeita, que também contribui com a paisagem natural da RPPN (1.849,74ha), demonstra estar mais fragmentada pelos elevados valores NP (88 fragmentos) e PSSD (184,13ha); e baixos resultados de MPS (21,02ha). Contudo, foi verificado que um único fragmento corresponde a 1.738,32ha, 93,98% da classe, que indica o resultado positivo da classe para a composição da paisagem.

Os Afloramentos Rochosos, embora tenham baixa representatividade na paisagem, estão associados com a presença da vegetação nativa. A Agropecuária, com CA=128,74ha e NP=74, apresenta valores de MPS e PSSD baixos, respectivamente com 1,74ha e 3,55ha, sendo 71 fragmentos menores que 10ha responsáveis por 59,33% (76,44ha) da classe. Juntamente com a Algaroba, que possui todos os fragmentos menores que 10ha (NP=11 e CA=13,05ha), considera-se que os resultados não foram significativos no âmbito da paisagem estrutural na RPPN.

Excluindo a área da RPPN Fazenda Almas, o entorno possui 26.762,45ha e as métricas indicam uma paisagem mais fragmentada e com substituição da matriz. Na Tabela 03 é possível verificar o elevado número de fragmentos da paisagem (NP=1.381), onde a unidade dominante passa a ser representada pela classe Caatinga Rarefeita (CA=17.232,37ha). Ainda que se tenha uma perda na representatividade da Caatinga Densa (CA=2.884,18ha) em valores absolutos e proporcionais quando comparado à área da RPPN, pode-se dizer que os ambientes naturais dessas duas classes prevalecem na paisagem do entorno (juntos equivalem a 75,17%).

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Tabela 03 – Resultados das métricas: número de fragmentos (NP), área de classe (CA), tamanho médio dos fragmentos (MPS) e desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD) no entorno da RPPN Fazenda das Almas.

Classe	NP (un.)	CA (ha)	MPS (ha)	PSSD (ha)
Afloramentos Rochosos	44	84,86	1,93	5,71
Agropecuária	636	6.311,91	9,92	124,26
Algaroba	116	249,13	2,15	3,22
Caatinga Densa	296	2.884,18	9,74	59,10
Caatinga Rarefeita	289	17.232,37	59,63	927,86
Paisagem	1.381	26.762,45		

Fonte: Autores.

Embora a Caatinga Rarefeita seja a unidade dominante da paisagem, a classe possui elevado desvio padrão do tamanho dos fragmentos (PSSD=927,86ha), ainda que a média também seja maior (MPS=59,63ha). Tal valor está associado a uma diferença muito grande no tamanho dos fragmentos, sobretudo no grupo maior que 50ha, que apresentou NP=6, CA=16.315,36ha, com MPS=2.330,77ha e PSSD=5.500,55ha. No grupo entre 10ha e 50ha, os 23 fragmentos, com CA=541,58ha, apresentaram MPS=23,55ha e PSSD=11,32ha; e no grupo menor que 10ha, ainda que mais significativos em quantidade de fragmentos (NP=259), não foram tão expressivos em área (CA=375,43ha), tamanho médio (MPS=1,45ha) e desvio padrão (PSSD=1,88ha).

Cabe salientar o aumento significativo da Agropecuária no entorno da RPPN, o que pode ser uma ameaça à proteção ambiental da UC. Com 636 fragmentos e tamanho médio de 9,92ha, a classe apresentou o segundo maior valor de área (CA=6.311,91ha) e de desvio padrão (PSSD=124,26ha). Ao analisar os grupos de fragmentos, constatou-se a presença da Agropecuária em todos, o que não ocorria no limite da RPPN, principalmente no grupo maior que 50ha, onde 11 manchas correspondem a 5.070,82ha (80,34% da classe).

Quanto à Caatinga Densa, a baixa contribuição de área (CA=2.884,18ha), a elevada quantidade de fragmentos (NP=296) e o pequeno tamanho médio (MPS=9,74ha) são

OLIVEIRA, Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga

fatores preocupantes, pois a contribuição de área da classe na paisagem é menor do que a Agropecuária. Ao analisar os grupos de fragmentos, constatou-se que seis manchas com média de 263,25ha correspondem 54,76% da classe, ainda que o desvio padrão permaneça elevado nesse grupo (PSSD=323,01ha).

As métricas de área núcleo indicam que na perspectiva de classe, dos 296 fragmentos de Caatinga Densa, 57 foram eliminados após aplicar o *buffer* de borda de 30m e 85 manchas tiveram áreas núcleo disjuntas. Isso significa que a área núcleo total da classe (TCCA=1.593,61ha) representa pouco mais da metade de toda a classe (CAI=55,25% e CA=2.884,18ha). Por isso, no entorno, os remanescentes florestais demonstram estar mais susceptíveis ao efeito de borda, o que pode comprometer a preservação de espécies mais sensíveis, beneficiar as mais generalistas e prejudicar a manutenção da biodiversidade na RPPN.

Como já exposto, os Afloramentos Rochosos são estruturas associadas com a vegetação natural. O entorno apresentou maior número de manchas e de área (NP=44 e CA=84,86ha) quando analisado apenas no interior da Unidade de Conservação (NP=18 e CA=14,93ha). Um detalhe importante é que uma única mancha dessa classe equivale a 38,64ha, localizada em um granitoide no município de São José dos Cordeiros, limítrofe à RPPN, que pode facilitar o deslocamento de espécies nativas.

Já o aumento da quantidade e área da Algaroba, com NP=116 e CA=249,13ha, são resultados negativos, pois indicam invasão da espécie no entorno, ainda que incipiente. No entorno fica mais fácil relacionar a presença dessa classe associada às drenagens (rever Figura 03), sendo que também foi constatado pelas métricas o aumento do tamanho das manchas, com quatro fragmentos totalizando 50,13ha da classe e os 190ha restantes representados pelos 112 fragmentos menores do que 10ha.

Métricas de Borda e Forma

As métricas de borda e forma relacionam o perímetro e a complexidade do formato dos fragmentos. No primeiro grupo foi aplicada a métrica de densidade de borda (*Edge*

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Density – ED), que indica o montante de borda de cada classe (comprimento total de borda por hectare). Já no segundo grupo, o índice médio de forma (*Mean Shape Index* – MSI) e a média da dimensão fractal (*Mean Fractal Dimension* – MFRACT) indicam, respectivamente, a regularidade da forma do fragmento de classe (valor mínimo igual a um quando o formato mais se aproxima a uma circunferência) e a complexidade da borda, que pode variar desde simples até muito irregular (com valores indicativos entre um e dois). A Tabela 04 mostra os resultados obtidos na área de estudo.

Tabela 04 – Resultados das métricas: área de classe (CA), densidade de borda (ED), índice médio de forma (MSI) e média da dimensão fractal (MFRACT) na RPPN.

Classe	CA (ha)	ED (m/ha)	MSI	MFRACT
Afloramentos Rochosos	14,93	467,19	1,251	1,342
Agropecuária	128,47	353,64	1,411	1,368
Algaroba	13,05	464,14	1,384	1,339
Caatinga Densa	3.113,21	59,54	1,812	1,346
Caatinga Rarefeita	1.849,74	106,68	1,450	1,365

Fonte: Autores.

Como previsto para ambientes menos fragmentados, as classes Caatinga Densa e Caatinga Rarefeita apresentaram menores valores de densidade de borda, com ED=59,54m/ha e 106,68m/ha, respectivamente. Percebe-se que, novamente, as métricas destacam a paisagem natural e indicam a uniformidade da Caatinga Densa na RPPN, que permanece demonstrando os melhores resultados das métricas aplicadas. Já os maiores valores da densidade de borda são dos Afloramentos Rochosos (467,19m/ha), da Algaroba (464,14m/ha) e da Agropecuária (353,64m/ha), o que pode ser justificado pelo total de área (CA) que cada classe representa na paisagem.

Quanto ao formato dos fragmentos, nota-se certa semelhança entre a complexidade de forma das classes, com os resultados de MFRACT entre 1,339 e 1,368. Como os valores de referência variam entre 1 e 2, pode-se dizer que a paisagem na RPPN apresenta um formato predominantemente regular, embora os resultados de MSI indiquem que as classes mais próximas a uma circunferência sejam os Afloramentos Rochosos (1,251) e

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Algaroba (1,384). As classes Agropecuária e a Caatinga Rarefeita apresentaram valores semelhantes, com $MSI=1,411$ e $1,450$, respectivamente; já a Caatinga Densa teve maior valor, com $1,812$. No entanto, como o valor mínimo da métrica equivale a um, os resultados de todas as classes indicam constância na forma das manchas.

Em nível de classe, a forma dos Afloramentos Rochosos está associada à geometria mais ovalada dos corpos graníticos expostos na superfície, comumente vistos como pontos de elevação que se sobressaem na paisagem. O formato da classe Algaroba pode ser justificado pelas manchas remanescentes da espécie exótica, possivelmente introduzida para alimentação do gado no passado, mas que pelo grau de conservação da Caatinga e a extinção da atividade pecuária na RPPN, não resultou na invasão e perda de ambientes nativos. No caso da Agropecuária, as manchas mais alongadas estão associadas com a presença de drenagens efêmeras ou intermitentes, que poderiam ser utilizadas para subsidiar a irrigação ou dessedentação de animais quando predominava a atividade agropastoril na área onde hoje é a RPPN.

Já os resultados obtidos pela Caatinga Rarefeita e Caatinga Densa estão relacionados com a área e os maiores fragmentos da paisagem. Ao analisar o grupo de fragmentos dessas classes, a Caatinga Rarefeita apresentou $MSI=1,333$ e $MFRAC=1,364$ e a Caatinga Densa $MSI=1,455$ e $MFRAC=1,342$ em fragmentos menores que 10ha. No grupo de fragmentos entre 10ha e 50ha, os resultados foram $MSI=2,537$ e $MFRAC=1,359$ para Caatinga Rarefeita e $MSI=2,669$ e $MFRAC=1,362$ para Caatinga Densa. O fragmento maior que 50ha apresentou valores mais elevados e, por isso, possui forma mais irregular: $MSI=10,427$ e $MFRAC=1,433$ para Caatinga Rarefeita e $MSI=6,388$ e $MFRAC=1,364$ para Caatinga Densa.

Ao analisar o entorno da RPPN, os resultados das métricas apontam uma influência negativa da paisagem sobre a Unidade de Conservação, havendo a substituição da matriz e perda dos ambientes florestais. A Tabela 05 mostra os resultados das métricas de borda e forma de cada classe.

Tabela 05: Resultados das métricas área de classe (CA), densidade de borda (ED), índice médio de forma (MSI) e média da dimensão fractal (MFRAC) no entorno.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Classe	CA (ha)	ED (m/ha)	MSI	MFRACT
Afloramentos Rochosos	84,86	286,10	1,301	1,357
Agropecuária	6.311,91	139,77	1,423	1,355
Algaroba	249,13	340,63	1,471	1,365
Caatinga Densa	2.884,18	167,47	1,553	1,340
Caatinga Rarefeita	17.232,37	78,46	1,560	1,361

Fonte: os autores (2020).

Para a métrica de densidade de borda, destaca-se a Caatinga Densa como a única classe que apresentou aumento, quando comparado com os resultados na RPPN. O atual valor (ED=167,47m/ha) indica não apenas que houve a perda de área e área núcleo da classe, mas que juntamente com a métrica MSI=1,553, relacionam as manchas mais compactas com as encontradas no interior da UC. Em contrapartida, a Caatinga Rarefeita mostra-se bem uniforme na paisagem do entorno.

Métricas de Subdivisão

A Tabela 06 mostra os resultados das três métricas de subdivisão aplicadas, que mensuram o grau de fragmentação da paisagem considerando a forma, localização relativa ou arranjo espacial das manchas. O grau de divisão da paisagem (DIVISION) baseia-se na distribuição cumulativa de área e na probabilidade de dois fragmentos escolhidos aleatoriamente na matriz não corresponderem à mesma classe de interesse. O índice de divisão (SPLIT) e o tamanho efetivo dos fragmentos conectados (MESH) representam a quantidade e tamanho total de fragmentos que permanecem em um grau de fragmentação definida pela subdivisão das classes analisadas.

Tabela 06 – Resultados das métricas: número de fragmentos (NP), área de classe (CA), DIVISION, SPLIT e MESH na RPPN.

Classe	NP (un.)	CA (ha)	DIVISION (%)	SPLIT (un.)	MESH (ha)
Afloramentos Rochosos	18	14,93	91	11,11	1,34
Agropecuária	74	128,47	92,99	14,27	9,00

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Algaroba	11	13,05	85,37	6,84	1,91
Caatinga Densa	41	3.113,21	18,15	1,22	2.548,25
Caatinga Rarefeita	88	1.849,74	11,67	1,13	1.633,96

Fonte: Autores.

A métrica DIVISION revela que a classe Agropecuária apresentou maior índice de fragmentação, com 92,99%, seguido dos Afloramentos Rochosos, com 91% e Algaroba, com 85,37%. As métricas SPLIT e MESH complementam o entendimento no âmbito da paisagem, sendo que a Agropecuária apresentou maior nível de retalhamento dos seus fragmentos (SPLIT=14,27), com tamanho médio ponderado dos fragmentos conectados (MESH) de 9ha, bem menor do que a área da classe (CA=128,47), representada em sua maioria por pequenos fragmentos disjuntos. Tal resultado é positivo, já que a classe representa um nível de perturbação ambiental no interior da Unidade de Conservação.

Os Afloramentos Rochosos, apesar de estarem relacionados com ambientes capazes de abrigar espécies nativas de flora e fauna, não demonstraram resultados significativos na paisagem estrutural. A classe apresentou elevado valor de DIVISION (91%) e SPLIT=11,11, sendo o menor tamanho médio dos fragmentos MESH=1,34ha. No entanto, sua relevância ambiental ocorre de forma local. A Algaroba, embora represente uma espécie exótica invasora, não caracteriza uma ameaça na paisagem da RPPN, estando bem fragmentada (DIVISION=85,37%), com poucos desses conectados entre si (SPLIT=6,84 e MESH=1,91).

Como fragmentos maiores tendem a diminuir os valores de DIVISION, as classes Caatinga Densa (18,15%) e Caatinga Rarefeita (11,67%) demonstraram, mais uma vez, sua uniformidade no âmbito da paisagem e apontam a relevância da RPPN para a paisagem estrutural da região. Os valores de SPLIT (1,22 e 1,13) e MESH (2.548,25ha e 1.633,96ha) revelam o tamanho significativo de fragmentos conectados, ainda que o número de fragmentos possa parecer significativo (NP=41 e NP=88, respectivamente).

Observa-se na Tabela 07 que no entorno, os ambientes naturais se mostraram mais fragmentados quando comparados com os dados na RPPN.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Tabela 07 – Resultados das métricas: número de fragmentos (NP), área de classe (CA), DIVISION, SPLIT e MESH no entorno.

Classe	NP (un.)	CA (ha)	DIVISION (%)	SPLIT (un.)	MESH (ha)
Afloramentos Rochosos	44	84,86	77,82	4,51	18,82
Agropecuária	636	6.311,91	75,19	4,03	1.565,85
Algaroba	116	249,13	97,20	35,68	6,98
Caatinga Densa	296	2.884,18	87,23	7,83	368,22
Caatinga Rarefeita	289	17.232,37	15,87	1,19	14.498,11

Fonte: Autores.

Nessa área de entorno da UC, a Algobora apresentou maior grau de fragmentação e de retalhamento de seus fragmentos, com DIVISION=97,20% e SPLIT=35,68. Esses valores são justificados pelo aumento do tamanho médio dos fragmentos, inclusive dos que estão conectados (MESH=6,98ha), que tendem a formar ilhas com formato mais alongado acompanhando cursos d'água da região. Como já era previsto pelos resultados das métricas anteriores, a Caatinga Densa foi a segunda classe com maior fragmentação na paisagem (DIVISIO=87,23%), onde apenas 7,85 fragmentos conectados correspondem a 368,22ha.

A Agropecuária, com grande quantidade de fragmentos (NP=636), apresenta poucas manchas (SPLIT=4,03) que perfazem 1.565,85ha de área conectada, a segunda maior apresentada na paisagem. Por fim, a Caatinga Rarefeita apresentou área mais uniforme, com uma rede conexas de 14.498,11ha, o que equivale a 84,13%. No entanto, cabe ressaltar que a classe pode estar representando um processo de degradação ambiental, onde atividades antrópicas como pastoreio e extrativismo têm alterado áreas que no passado poderiam estar relacionadas com a Caatinga Densa.

Considerações Finais

As métricas de área e borda indicaram elevado estágio de preservação no interior da RPPN Fazenda Almas, sobretudo nos significativos fragmentos de Caatinga Densa e na

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

baixa influência da Algaroba. A análise foi complementada pela métrica de área núcleo, que mesmo após a eliminação do *buffer* de borda equivalente a 30m, apresentou valores elevados de TCCA e CAI para a Caatinga Densa.

Mesmo não sendo a unidade dominante na RPPN, a Caatinga Rarefeita mostrou-se importante na formação da paisagem natural local. Ainda que encontrada de forma mais fragmentada, há manchas importantes para a composição da paisagem, como identificado em um único fragmento equivalente a 93,98% da classe. Complementarmente, as métricas de subdivisão foram essenciais na validação sobre a relevância da RRPPN na conservação ambiental da Caatinga. Elas demonstraram uniformidade da Caatinga Densa e Caatinga Rarefeita em seu interior, com grandes fragmentos conectados entre si.

No entanto, a zona de amortecimento encontra-se em uma situação de forte pressão antrópica, evidenciada pelo aumento significativo da Agropecuária e pela perda da representatividade da Caatinga Densa, que passa a ter maior susceptibilidade do efeito de borda. Embora a zona de amortecimento esteja cumprindo seu papel fundamental de filtrar os impactos negativos de atividades que ocorrem fora da UC, os resultados da paisagem indicam a importância em disciplinar o uso das atividades econômicas no entorno e, assim, evitar isolamento dos ambientes preservados. Neste sentido, as métricas de forma e borda indicam a relevância dos Afloramentos Rochosos e das drenagens efêmeras para a manutenção da paisagem natural e podem ser pensados como ambientes passíveis de proteção.

Foi possível, a partir das métricas de paisagem, identificar áreas de instabilidade ecológica, demonstrando a contribuição deste trabalho no sentido de nortear os gestores da UC para subsidiar estratégias de conservação para a manutenção da biodiversidade nessa unidade de conservação.

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, Aziz N. **Domínios da Natureza**. São Paulo. Ateliê Editorial, 2003. 150 p.
- AESA – **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas>>. Acesso em 30 de julho de 2020.
- ALVES, Jose J. A.; ARAÚJO, Maria A.; NASCIMENTO, Sebastiana S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, vol. 22, n.º 3, p. 126-135, 2009.
- ALMEIDA, Hermes A.; MEDEIROS, Everton A. Variabilidade no regime pluvial em duas mesorregiões da Paraíba e sua relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, n.º 02, n.º 03, p. 177-185, 2017.
- ANDRADE-LIMA, Dárdano A. The caatinga dominium. **Rev. Bras. Bot.**, v.4, n.1, p. 149-153, 1981.
- BARBOSA, Maria R. V.; PAREYN, Frans G. C.; LIMA, José R. **Plano de Manejo - RPPN Fazenda Almas**. Associação Plantas do Nordeste – APNE, 2015.
- BARBOSA, Maria R. V.; LIMA, Itamar B.; LIMA, José R.; CUNHA, Josevaldo P.; AGRA, Maria F.; THOMAS, William W. Vegetação e flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n.º 3, p. 313-322, 2007.
- CHAVES, Iêde B.; LOPES, Vicente L.; FFOLLIOTT, Peter F.; SILVA, Albanita P. P. Uma classificação Morfo-Estrutural para descrição e avaliação da biomassa da vegetação da Caatinga. **Revista Caatinga**, vol. 21, n.º, p. 204-213, 2008.
- COELHO, Victor H. R.; MONTENEGRO, Suzana M. G. L.; ALMEIDA, Cristiano N.; LIMA, Eduardo R. V.; RIBEIRO NETO, Alfredo; MOURA, Glawbber S. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p.64-72, 2014.
- CPC – *Climate Prediction Center*. Disponível em: <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php> Acesso em 09 de agosto de 2019.
- DINIZ, Milena F. **Avaliação de estratégias espaciais para otimizar a conservação de redes de habitat**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB), Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, Goiânia, 169 p.
- FORMAN, Richard T. T.; GODRON, Michel. **Landscape Ecology**. Ney work: Jhon wilwy e Sons, 1986. 632 p.
- FREIRE, Nelson C. F. (Org.). **Atlas das Caatingas: o único bioma exclusivamente brasileiro**. Recife: Editora Massangana, 2018. 200 p.
- GRAEFF, Orlando. **Fitogeografia do Brasil: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Nau Editora, 2015.
- OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

- LINARES-PALOMINO, Reynaldo.; OLIVEIRA-FILHO, Ary. T.; PENNINGTON, Toby. Neotropical seasonally dry forests: diversity, endemism and biogeography of woody plants. In: DIRZO, Rodolfo.; YOUNG, Hillary S.; MOONEY, Harold A.; CEBALLOS, Gerardo. (Ed.). **Seasonally dry tropical forests: ecology and conservation**. Washington: Island, p. 3-21, 2011.
- LANDIS, Richard J.; KOCH, Gary G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. **Biometrics**, vol. 33, n.º 1, p. 159-174, 1977.
- LIMA, Natácia E.; CARVALHO, Alexandre A.; LIMA-RIBEIRO, Matheus. S.; MANFRIN, Maura. H. Characterization and biogeographic history of neotropical dry ecosystems. **Rodriguésia**, vol. 69, n.º 4, 2018.
- LIMA, Valéria R. P.; SEABRA, Vinícius S.; XAVIER, Rafael A.; DORNELLAS, Patrícia C. Análise do Padrão Espacial do Uso e Cobertura do Solo e da Fragmentação e Conectividade da Vegetação no Semiárido do Nordeste Brasileiro: Bacias Dos Rios Taperoá e Alto Paraíba-PB. **Revista de Estudios Andaluces**, n. 37, p. 25-49, 2019.
- MCGARIGAL, Kelvin; MARKS, Barbara. J. **FRAGSTATS**: spatial pattern analysis program for quantifying Landscape structure. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.
- METZGER, Jean P. O que é Ecologia de paisagem? **Revista Biota Neotropical**, v. 1, n. 1 e 2, p. 1-9, 2001.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira**: atualização: Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Série Biodiversidade nº 31. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2007.
- MCGARIGAL Kelvin. Landscape pattern metrics. In: EL-SHAARAWI, Abdel H.; PIEGORSCH, Walter. (eds). **Encyclopedia of Environmetrics**. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons Ltda, 2 ed., 2013. p. 1441-1451. Disponível em <<http://www.umass.edu/landeco/pubs/pubs.html>>. Acesso em 30 de julho de 2020.
- OLIVEIRA FILHO, Ary T.; JARENKOV, João. A.; RODAL, Maria. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution pattern. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. **Neotropical savannas and seasonally dry forests**. Boca Raton (EUA): CRC Press, p. 159-190, 2006.
- PENNINGTON, Toby.; LAVIN, Matt; OLIVEIRA-FILHO, Ary. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, vol. 40, n.º 4, p. 37-57, 2009.
- SILVA, José M. C.; LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo. (Org.) **Caatinga: The largest tropical dry forest region in South America**. Cham/Switzerland: Springer Publishing Internacional, 2017. p. 3-22.
- OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*

- SILVA, Diego V. P.; CRUZ, Carla B. M. Tipologias de Caatinga: uma revisão em apoio a mapeamentos através de sensoriamento remoto orbital e GEOBIA. **Revista do Departamento de Geografia**, vol. 33, n.º 1, p. 113-120, 2018.
- SILVA, Richarde M.; SANTOS, Celso A. G.; MARANHÃO, Karinna U. A.; SILVA, Alexandre M.; LIMA, Valéria R. P. Geospatial assessment of eco-environmental changes in desertification area of the Brazilian semi-arid region. **Earth Sciences Research Journal**, v. 22, n. 3, p. 1-22, 2018.
- SILVA, Leandro F.; SOUZA, Bartolomeu I.; BACANI, Vitor M. Intensidade da ação antrópica na Área de Proteção Ambiental do Cariri Paraibano. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 71, p. 364-385, 2019.
- SIQUEIRA, Mariana N.; CASTRO, Selma S.; FARIA, Karla M. S. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. **Revista Soc. & Nat.**, vol. 25, n.º 3, p.557-566, 2013.
- SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação. **Lei 9.985 de 18 de julho de 2000**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- SOUZA, Bartolomeu I.; ARTIGAS, Rafael C.; LIMA, Eduardo R. V. Caatinga e Desertificação. **Revista Mercator**, vol. 14, n.º 1, p. 131-150, 2015.
- USGS – *United States Geological Survey*. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-sentinel-2?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects>. Acesso em 10 de agosto de 2019.
- VELLOSO, Agnes L. et al. **Ecorregiões**: Propostas para o Bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental the Nature Conservancy, 2002.
- VIDOLIN, Gisley P.; BIONDI, Daniela; WANDEMBRUCK, Adilson. Análise da estrutura da paisagem de um remanescente de floresta com araucária, Paraná, Brasil. **Revista Árvore**, vol.35, n.º 3, p.515-525, 2011.

Data de Submissão: 23/03/2023

Data da Avaliação: 20/06/2023

OLIVEIRA, *Análise da estrutura espacial da paisagem em uma Unidade de Conservação da Caatinga*