



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

Northeast Geosciences Journal

v. 8, n° 2 (2022)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2022v8n2ID26459>



Uso e ocupação do solo no município de Mossoró/RN (1998-2018)

Land use and land cover in the municipality of Mossoró/RN (1998-2018)

João Paulo Bezerra Rodrigues¹; Wendson Dantas de Araújo Medeiros²

¹ Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró/RN, Brasil. Email: jotapaulo87@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-6272>

² Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Mossoró/RN, Brasil. Email: wendsonmedeiros@uern.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1463-8876>

Resumo: O presente trabalho está relacionado aos estudos da dinâmica da paisagem e tem como objetivo realizar uma análise multitemporal do uso e ocupação do solo do município de Mossoró/RN ao longo de um período de 20 anos, com fins de contribuição ao planejamento ambiental e ordenamento territorial. Os procedimentos metodológicos estão fundamentados em pesquisa bibliográfica, técnicas de sensoriamento remoto em ambiente de sistemas de informação geográfica e análise multitemporal da paisagem. Os resultados permitiram a espacialização de 13 classes de uso e ocupação do solo no município e a compreensão de sua evolução ao longo do período analisado. Foi possível identificar que as principais alterações estão associadas a atuação de agentes antropogênicos e à dinâmica produtiva do município. Os resultados obtidos possibilitam ampla aplicação na área de planejamento ambiental, ordenamento territorial e gestão ambiental.

Palavras-chave: Paisagem; Sensoriamento remoto; Mossoró.

Abstract: The present work is related to the studies of landscape dynamics and aims to carry out a multitemporal analysis of land use and occupation in the municipality of Mossoró In the state of Rio Grande do Norte, Brazil, over a period of 20 years, in order to contribute to environmental planning and land use planning. The methodological procedures are based on bibliographical research, remote sensing techniques in Geographic Information Systems environment and multitemporal landscape analysis. The results allowed the spatialization of 13 classes of land use and occupation in the town and the understanding of their evolution over the analyzed period. It was possible to identify that the main changes are associated with the performance of anthropogenic agents and the productive dynamics of the municipality. The results obtained allow for broad application in the area of environmental planning, land-use planning, and environmental management.

Keywords: Landscape; Remote sensing; Mossoró.

Recebido: 27/08/2021; Aceito: 09/05/2022; Publicado: 30/06/2022.

1. Introdução

A análise do uso e ocupação do solo tem se tornado frequente nos estudos geográficos e, na maioria das vezes, com a intenção de se compreender a dinâmica da paisagem de um dado lugar visando contribuir para processos de gestão ambiental e ordenamento territorial.

A paisagem é um dos conceitos-chave da ciência geográfica de grande polissemia, pois tem aplicações em diversas ciências: Geografia, Artes, Arquitetura entre outras. Sua composição envolve, além dos elementos naturais, isto é, a paisagem natural na concepção de Dokuchaev (MAXIMIANO, 2004), elementos decorrentes da ação humana no meio, sendo compreendida como uma entidade global (BERTRAND, 2004). Atualmente, há certa consensualização de que a paisagem é produto da interação entre componentes naturais (físicos, químicos e biológicos) e antrópicos (sociedade), sendo que cada um desses componentes possui dinâmicas próprias que podem ser individualizadas (MEDEIROS, 2017). Para Rodrigues (1998), é um produto estabelecido pela intervenção da sociedade no meio ambiente.

Esse produto estabelecido torna a visível os elementos da paisagem em consonância com os criados artificialmente (FORMAN, 1995) que, ao longo de um determinado período, podem explicar os mecanismos de interação que a formou, além de expor o nível das alterações implementadas pela ação antrópica.

Sendo assim, há várias óticas de análise da paisagem, desde a sua concepção vertical, onde se busca compreender os fluxos sistêmicos relacionados à sua evolução e funcionamento, bem como a concepção horizontal ou geográfico-espacial, onde o foco da análise recai sobre a organização e distribuição espacial de classes de uso e ocupação do solo. A principal aplicação dos estudos da paisagem tem se voltado à análise do desenvolvimento sustentável e ao planejamento ambiental e ordenamento territorial (RODRIGUEZ et al., 2021).

Dessa maneira, a classificação dos usos e ocupação do solo forma uma base fundamental para compreender os fenômenos, devido à complexidade de formas e elementos distribuídos no espaço. Essa complexidade, exposta principalmente pela dinâmica natural de uma área e as ações antrópicas, conduzem a uma análise onde a classificação e hierarquização, levando em conta a escala a ser trabalhada e o período (BERTRAND, 2004), são fundamentais para que se possa entender a dinâmica da paisagem.

O uso das geotecnologias identificadas com o sensoriamento remoto (JENSEN, 2009) consolidou importantes métodos para a análise da paisagem, ao utilizar os instrumentos disponíveis para observação da superfície terrestre. O satélite tornou possível através de seus diversos recursos ópticos a leitura da superfície, proporcionando uma excelente capacidade de interpretação de aspectos naturais e antrópicos a serem classificados pelas imagens fornecidas (LIU, 2007). Essas possibilidades de observação da superfície através de imagens com resoluções espaciais e espectrais, processadas por técnicas de sensoriamento remoto (SR) em softwares especializados, trazem aplicações e classificações de elementos de áreas mais amplas sem a necessidade de percorrer por toda ela.

Diante dessas possibilidades técnicas, este estudo objetiva compreender a dinâmica da paisagem a partir de uma análise multitemporal do uso e ocupação do solo no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte, ao longo do período compreendido entre os anos de 1998, 2008 e 2018 com fins de contribuição ao planejamento ambiental e ordenamento territorial do município.

2. Metodologia

2.1 Breve caracterização da área

O município de Mossoró está localizado na região geográfica intermediária de Mossoró (IBGE, 2017) estado do Rio Grande do Norte, sendo considerado um dos mais importantes municípios do estado, tanto no que se refere à população (2º mais populoso do estado) quanto à economia. Situado a 257 km da capital Natal, com área territorial total de 2.100 km² (IBGE, 2018), é um dos maiores municípios do Rio Grande do Norte, sendo o principal município da região geográfica intermediária, considerada a Capital do Semiárido brasileiro (BRASIL, 2017).

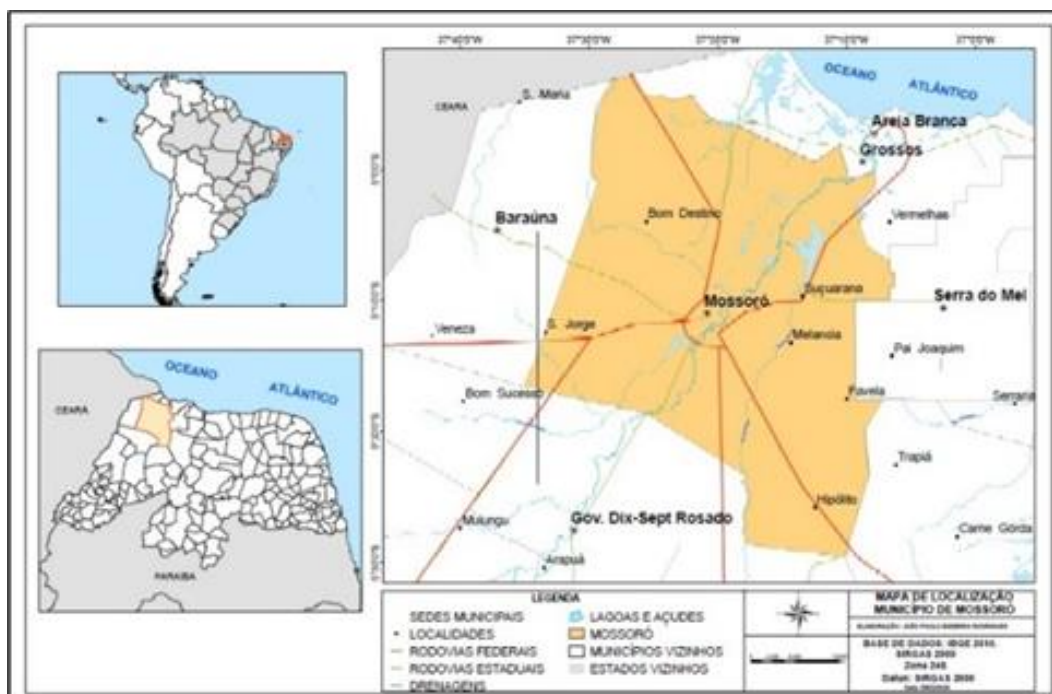


Figura 1 – Mapa de localização do município de Mossoró.

Fonte: elaborado pelo autor a partir da base de dados IBGE (2010).

Com toda a sua área no polígono das secas, no município de Mossoró predomina o clima semiárido (NIMER, 1977), que possui dentro 6 meses secos (DINIZ e PEREIRA, 2015), com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. A pluviosidade é inteiramente influenciada pela Zona de Convergência Intertropical – ZCIT, com regime de chuvas concentrado entre os primeiros 3 a 4 meses do ano, e o restante do ano é seco (INMET, 2018). As médias pluviométricas anuais são de 672, 5 mm/ano (DINIZ e PEREIRA 2015). Por essas condições, a vegetação predominante é a Caatinga, adaptada ao estresse hídrico em períodos de estiagem e a elevada radiação solar anual, pois, a Caatinga possui, como uma de suas características, a rápida formação de folhas no período chuvoso e a perda de folhas (caducifólia) durante a estação seca (ALMEIDA et al., 2009).

Geologicamente, o município de Mossoró localiza-se sobre a Província Borborema. Está assentado sobre a Bacia Potiguar, que, de acordo com Maia e Bezerra (2015), é resultado de ações tectônicas, do clima e processos eustáticos provenientes da Placa Sul-Americana. Estes processos ocorridos na formação da Bacia Potiguar, durante o Mesozoico, estão associados com a separação da América do Sul da África (MATOS 2000). Com a deposição ocorrida principalmente durante o Cenozoico (BEZERRA e VITA-FINZI, 2000), os sedimentos aluviais e depósitos eólicos e marinhos nas bordas da linha da costa brasileira, deu origem ao grupo Barreiras (BARRETO et al, 2004). As unidades litoestratigráficas encontradas no município de Mossoró se configuram como uma variedade de sedimentos, que podem ser agrupados em: formação Jandaíra (Kj2), datada do Cretáceo, oriunda de sedimentação em plataforma de mar raso (TIBANA E TERRA, 1981), onde a precipitação do carbonato de cálcio pôde assentar-se, formando as várias camadas de rocha calcária dessa formação; e grupo Barreiras (ENb), que se configura como sedimentos terrígenos continental e marinho, de acordo com Arai, 2006; Suguio, 1999, de idade miocênica, oriundos de processos de erosão, após soerguimentos cíclicos da plataforma sulamericana no final do cretáceo (CECERO, 1997).

A geomorfologia do município de Mossoró é constituída por diversas unidades, segundo as classificações mais recentes realizadas em escala a nível estadual, abrangendo: planície flúvio-marinha, planície fluvial, relevos estruturais, tabuleiros costeiros e Chapada do Apodi (ROCHA et al., 2009; MAIA, 2012; DINIZ et al., 2017). Outra classificação apresneta as unidades dos tabuleiros costeiros setentrionais, tabuleiros interiores, Chapada do Apodi e parte da planície costeira enquadrando-as dentro do domínio mofoescultural das bacias sedimentares marginais (DINIZ et al., 2017). Já segudno Dantas e Ferreira (2010), a área do município integra os Baixos platôs da Bacia Potiguar e os tabuleiros costeiros.

No território do município, desenvolvem-se diversas atividades, como a petrolífera, salineira, fruticultura irrigada e carcinicultura marinha. Algumas dessas atividades estão instaladas historicamente no município, favorecidas pelas condições naturais bem como por sua localização estratégica entre duas capitais, Natal/RN e Fortaleza/CE.

O processo de instalação e desenvolvimento destas atividades associado ao crescimento de núcleos de assentamento humano, tanto no meio urbano, quanto no meio rural, produziu um quadro de alteração paisagística, muitas vezes gerando impactos ambientais significativos, que necessita ser melhor conhecido para que se possa subsidiar planos de gestão ambiental e de ordenamento territorial, voltado à maximização dos seus benefícios e minimização de impactos ambientais negativos.

2.2. Procedimentos metodológicos

Para a realização deste trabalho, foi necessária pesquisa bibliográfica, além do processamento de imagens de satélite e elaboração de modelos estatísticos em laboratório. A pesquisa bibliográfica utilizou trabalhos acadêmicos publicados em revistas especializadas, além de livros especializados na temática.

Para a elaboração dos mapas foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5 sensor TM (Thematic Mapper), LANDSAT 7 sensor ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus) e LANDSAT 8 sensor OLI (Operational Terra Imager) nas rotas 63/64, órbita 224 disponíveis nas plataformas do USGS (United States Geological Survey) e na plataforma DGI/INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), das seguintes datas: a primeira cena é de 01 de março de 1998; a segunda, de 13 de março de 2008; e as últimas cenas são de 13 de março de 2018; todas com resolução espacial de 30 metros. Levando em consideração a imagem referente a 01 de março de 1998 em relação as demais do dia 13 março de 2008 e 2018 ser diferente ao não haver imagem para esta data no ano de 1998. Na etapa de pré-processamento, foi feito um mosaico da área de estudo, devido a esta ser dividida em duas cenas do LANDSAT e, em seguida, foram submetidas às técnicas de correção atmosférica e correção radiométrica, no software SPRING 5.5. 6, diminuindo as interferências captadas pelo sensor, eliminando os ruídos e distorções geométricas. Após esse processo, as cenas foram submetidas ao método de realce Linear controlando os níveis de cinza da imagem no histograma de cada canal (Red, Green e Blue).

Após o pré-processamento das imagens, foi iniciado a extração dos índices NDVI, SAVI, e NDWI; foram processados em ambiente SIG no software ArcGis 10.2©, utilizando o método de fusão de imagens. Depois deste processo foram criados os mapas temáticos de uso e ocupação do solo utilizando a ferramenta Image Analyst, utilizando o método de classificação por distância Euclidiana, dado pela fórmula:

$$D(x, m) = (x^2 - m^2)^{1/2}$$

Onde: D=distância

x = pixel que está sendo testado;

m = média de um agrupamento.

Isto consistiu em associar um pixel a determinada classe (GAUCH, 1982; BORGES et al., 2007), na qual a extração dentro do software se deu através da ferramenta Image Analyst, selecionando o pixel ou agrupamento de pixels na determinação das classes. Este processo foi repetido 6 vezes até chegar a um resultado satisfatório. Ao final da classificação, foram gerados os mapas no software ESRI ArcGis 10.2©, onde foram feitas as vetorizações para a classificação de uso e ocupação do solo como resultado dos índices gerados, sendo estes importantes meios de aquisição de atributos para esta finalidade.

Após este processo, foram realizados os cálculos de área utilizando a ferramenta calculate geometry no software onde foi extraída a dimensão de cada classe de uso e ocupação do solo, em hectare. A etapa que se seguiu foi a tabulação dos dados e criação de gráficos e tabelas, utilizando o Windows Office Excel 2010 ©, para a sua apresentação e representação estatística.

Dentro dessa construção, as classes do uso e ocupação do solo foram definidas com base no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), adaptando-as aos elementos identificados e mapeados na área de estudo. Assim, as classes foram escolhidas a partir dos objetos individualizados na imagem mais recente, sendo estas as seguintes: agricultura irrigada, área de agricultura de sequeiro, atividade de carcinicultura, atividade petrolífera, atividade salineira, áreas urbanas, loteamentos, áreas de mineração, caatinga arbórea arbustiva densa, caatinga arbórea arbustiva aberta, vegetação ciliar, massas d'água e solo exposto.

Após o processo de classificação foi realizada a etapa de campo que visava verificar as áreas classificadas se correspondiam ao que foi apresentado no processamento das imagens. Com isso realizado foi identificado a eficácia em 95% sendo o restante editado para corresponder o que foi visualizado em campo.

3. Resultados e discussão

Os resultados relacionados ao mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Mossoró, para os anos de 1998, 2008 e 2018 são apresentados na figura 2, 3 e 4, além dos dados quantitativos expostos na tabela 1. Com isso, é possível identificar as principais alterações no uso e ocupação do solo, as quais são importantes para a compreensão da dinâmica da paisagem ao longo do período analisado.

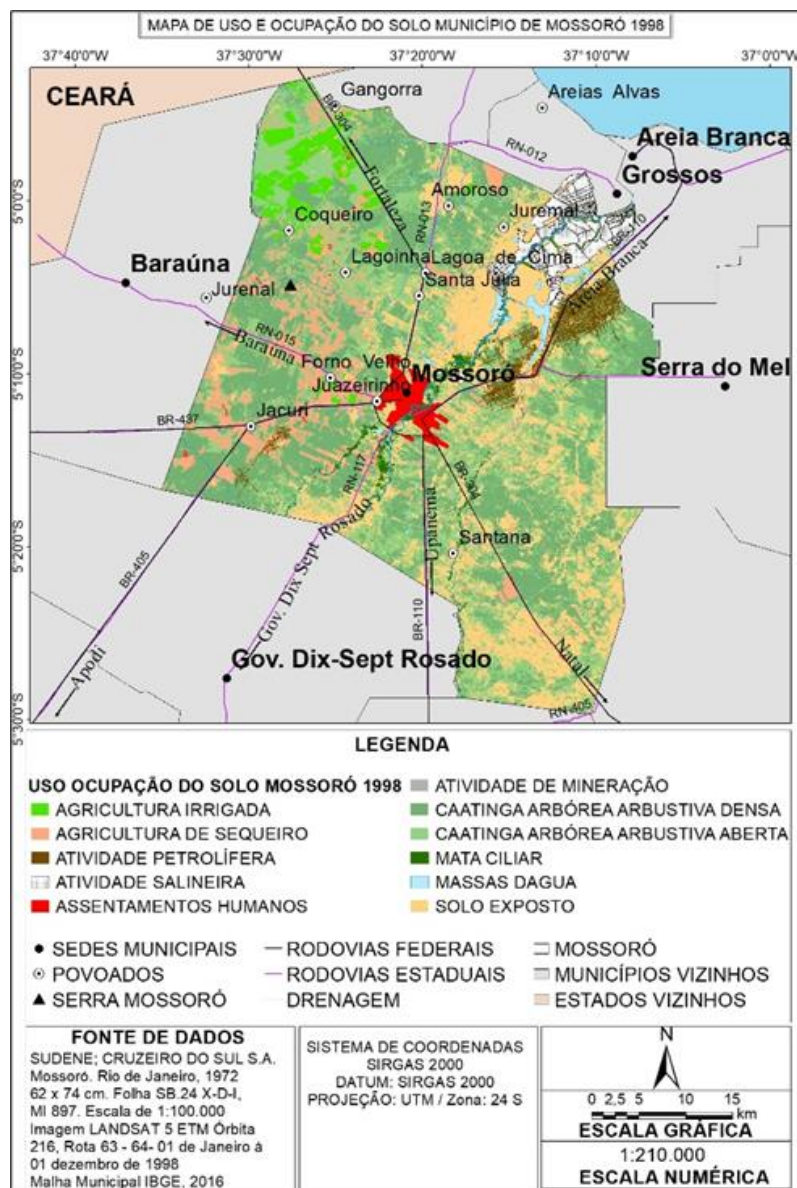


Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo, ano de 1998.

Fonte: autores (2020).

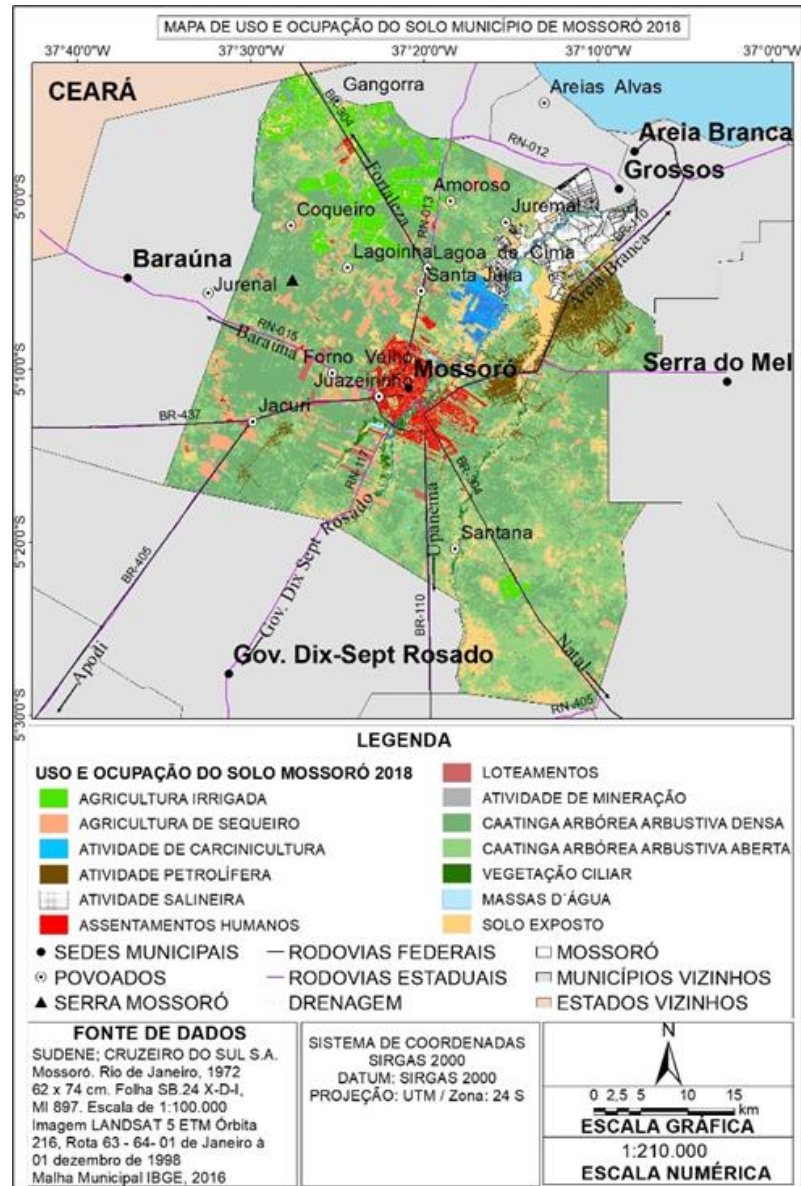


Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo, ano de 2018.

Fonte: autores (2020).

Foram identificadas 11 classes de uso e ocupação do solo referente ao ano de 1998 e 13 classes para os anos de 2008 e 2018. Conforme identificadas na tabela 1 essas classes foram;

Tabela 1 – Classificação do uso e ocupação do solo no ano de 1998, 2008 e 2018.

CLASSES DE USO	1998		2008		2018	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Agricultura irrigada	41,39	1,97	58,73	2,80	87,79	4,18
Agricultura de sequeiro	146,94	7,00	113,51	5,40	70,36	3,35
Atividade petrolífera	2,78	0,13	8,37	0,40	8,63	0,41
Atividade salineira	72,49	3,45	79,44	3,78	79,41	3,78
Atividade de carcinicultura	Não identificada		6,88	0,33	15,90	0,76
Atividade de mineração	1,09	0,05	1,15	0,05	1,40	0,07
Assentamentos humanos	30,80	1,47	81,11	3,86	103,46	4,93
Loteamentos	Não identificada		3,75	0,18	11,73	0,56
Caatinga arbórea arbustiva densa	630,43	30,02	168,29	8,01	763,19	36,34
Caatinga arbórea arbustiva aberta	620,90	29,56	738,94	35,18	654,81	31,18
Mata ciliar	12,31	0,59	11,66	0,56	7,75	0,37
Massas d'água	13,86	0,66	18,14	0,86	9,80	0,47
Solo exposto	527,18	25,10	810,20	38,58	285,94	13,62
TOTAL	2.100,17	100,00	2.100,17	100,00	2.100,17	100,00

Fonte: autores (2021).

A agricultura irrigada, atividade que foi impulsionada a partir dos anos de 1990 e no decorrer dos anos 2000 (HESPANHOL, 2016) apresenta-se concentrada na porção noroeste da área de estudo. No ano de 1998, esta classe ocupava 1,97% da área do município, tendo tido um crescimento contínuo ao longo do período estudado, passando para 2,8% em 2008 e 4,18% em 2018, o que representa um acréscimo em torno de 112% em área ocupada ao longo dos 20 anos analisados. Por se tratar de uma atividade que demanda desmatamento e uso de insumos diversos, como água, defensivos agrícolas e fertilizantes, o crescimento desta atividade implica em diversos impactos ambientais negativos. Apenas no que respeita ao consumo de água, a irrigação tem sido responsável pela captação de quase 50% da água bruta em mananciais, no Brasil, sendo a atividade que mais consome água no país (ANA, 2021).

A agricultura de sequeiro, mais tradicional em função das limitações do clima, apresentou uma redução contínua ao longo dos anos. Com uma ocupação de 7% de área em 1998, reduziu essa participação para 3,35% em 2018, isto é, uma redução superior a 50% na área ocupada. Esta alteração pode ter várias hipóteses explicativas, dentre elas o abandono agrícola ou êxodo rural, haja vista o acréscimo das áreas de assentamentos humanos e de loteamentos, sobretudo em função da expansão urbana; e/ou a transformação de partes das áreas de sequeiro em áreas irrigadas, tendo em vista o crescimento da agricultura irrigada ao longo do período.

A atividade petrolífera também apresentou crescimento ao longo do período analisado, sendo este mais significativo entre os anos de 1998 e 2008, quando a atividade teve um incremento de 201% de área ocupada, passando de 2,78 km² para 8,37 km². De 2008 a 2018, a área ocupada pela atividade teve uma desaceleração significativa no crescimento (menor que 10%), talvez em função da redução dos investimentos, sobretudo públicos, na expansão desta atividade nos terrenos da Bacia Potiguar, bastante explorados desde a década de 1970 (ROCHA, 2013). Atualmente, além de não se verificar novos investimentos nesta área no município, observa-se um forte desinvestimento, principalmente, nas áreas de produção da Petrobras. Desativação de unidades produtivas e transferência de pessoal para áreas de produção focadas no pré-sal foi a tônica vivenciada nos últimos anos no município e em toda a área da Bacia Potiguar, com forte impacto na dinâmica econômica que teve um dia no petróleo sua redenção.

No que respeita à atividade salineira, importa destacar que se trata de uma atividade secular, instalada inicialmente às margens do estuário do rio Apodi-Mossoró, a partir de sua foz e adentrando em toda zona de influência estuarina e expandindo-se de modo a ocupar a quase totalidade da planície fluviomarinha entre os municípios de Areia Branca, Grossos e Mossoró. Ao longo do tempo, esta atividade tem se mantido relativamente estável em termos de área ocupada. Medeiros (2017) identificou isso quando analisou o município de Areia Branca. Com uma área ocupada em torno de 72,49 km², em 1998, a partir de 2008 é que se percebe um pequeno incremento desta atividade inferior a 10% da área anteriormente ocupada, mantendo-se estável para 2018. Este crescimento justifica-se por um possível licenciamento ambiental de novas áreas, muitas vezes em Áreas de Proteção Permanente, o que motivou ação civil pública por parte do Ministério Público Federal (DE FATO, 2019).

Outra atividade que passou a ocupar áreas da planície fluvio-marinha e áreas de influência estuarina, muitas vezes de modo contíguo às áreas das salinas, foi a atividade de carcinicultura marinha. Introduzida nos anos 2000, com um rápido crescimento em áreas de manguezais nos estuários do Rio Grande do Norte, essa atividade estava presente no ano de 2008 em Mossoró, ocupando 6,88 km² da área do município. Em 2018, verificou-se uma área ocupada superior a 131% em relação à década anterior. Trata-se de uma atividade responsável por significativos impactos ambientais negativos, sobretudo em função de se desenvolver o cultivo de camarões exóticos, como o *Litopenaeus vanammei* sp., a espécie predominante, e fazer uso de insumos que podem comprometer a qualidade ambiental do ecossistema em que se instala. Isto reforça a necessidade de uma atenção especial no processo de planejamento e ordenamento territorial do município.

Presente desde a década de 1970, a atividade de mineração aqui classificada está fortemente associada à extração de rochas calcárias para a produção da cal e do cimento. Não se considerou a atividade petrolífera nesta classe, haja vista possuir uma dinâmica própria e um comportamento particular na paisagem. No caso da atividade aqui tratada, o seu crescimento tem sido pouco significativo em termos de área, tendo se observado um crescimento de 28% ao longo de todo o período analisado. Isto pode ter diversas razões, entre as quais algumas limitações do ponto de vista ambiental para a expansão dessa atividade, principalmente, devido ao fato de, em muitos casos, as áreas exploradas estarem próximas dos limites com cavernas, que são protegidas por lei. Além do mais, vale citar a instalação de uma unidade de proteção integral federal, o Parque Nacional da Furna Feia, em áreas dos municípios de Mossoró e Baraúna, que tem como objetivo a preservação de diversas cavernas nessa localidade e que se encontra com algumas unidades de produção cimenteira em sua zona de amortecimento. Outra possível justificativa é a semelhança da resposta espectral de algumas dessas áreas com os solos expostos, categoria que será objeto de análise a posteriori.

Os assentamentos humanos representam as áreas ocupadas ou artificializadas em função de construções humanas. Englobam tanto áreas rurais como urbanas, no entanto, o seu crescimento significativo ao longo do período analisado, que correspondeu a mais de 236% quando comparado ao ano de 1998, deve-se, sobretudo, à expansão urbana. A partir do ano de 2008 já se identificam os primeiros condomínios horizontais fechados no município, intensificação da verticalização urbana, instalação de shopping center e, mais recentemente, uma significativa área que passou a ser ocupada por novos loteamentos para edificação de bairros planejados. Há que se destacar que boa parte das áreas encontradas como loteamentos e áreas urbanas, sobretudo a partir de 2008 tiveram um crescimento de 212,8% entre 2008 e 2018, estão destinadas, em sua maioria, a esse tipo de expansão urbana. A evolução dessas atividades humanas é marcada por uma escala mais acentuada decorrente do momento econômico vivido pelo município, sobretudo no início dos anos 2000 (OLIVEIRA, 2017; PEQUENO e ELIAS, 2010).

É certo que a evolução destas atividades, sobretudo relacionadas à expansão urbana, está associada a ocupação de áreas verdes, geralmente nas áreas limítrofes às áreas rurais, o que implica em ações de desmatamento, remoção e revolvimento do solo que geram outros impactos de ordem direta e indireta que, em regra, contribuem para um maior desequilíbrio ambiental em função da degradação generalizada. Considerando essa redução de áreas verdes, há que se deduzir que os impactos, sobretudo associados ao conforto térmico, são significativos. Contudo, é preciso analisar as alterações relacionadas à cobertura vegetal do município para as conjecturas e hipóteses.

Nesse caso, ao longo do período analisado, a cobertura vegetal total correspondia a 60,17% do território municipal em 1998 – aqui incluídas as classes de caatinga e mata ciliar –, reduzindo para 43,75% em 2008 e voltando a aumentar para 67,89% em 2018. Isto deixa claro que a cobertura vegetal é a classe mais significativa na paisagem do município, em termos de área ocupada. Mas, esse dado em si não reflete as condições ambientais e nem as diversas possibilidades de alterações e impactos relacionados ao ambiente. É preciso, por exemplo, analisar o grau de conectividade e de fragmentação desta classe para compreender melhor sua implicação na paisagem e para o equilíbrio ambiental, o que não será objeto desse estudo.

Do ponto de vista da redução observada entre 1998 e 2008 está associada à caatinga arbórea arbustiva densa, que teve um decréscimo de cerca de 73% de área ocupada. Parte disso se deve, provavelmente, à transformação em caatinga arbustiva arbórea aberta, uma vez que esta classe registrou um aumento de quase 20% no mesmo período, bem como ao aumento da área de solo exposto, que aumentou de 527,18 km² para 810,20 km². No período de 2008 a 2018, contudo, observa-se uma recuperação da classe de caatinga arbustiva arbórea densa, que passa a ocupar 36,34% do território municipal, sendo a mais representativa entre as categorias relacionadas à cobertura vegetal. Esta recuperação pode estar associada, ainda, à diminuição das áreas de solo exposto, que caiu para 285,94 km² em 2018. A classe relacionada à caatinga arbórea arbustiva aberta tem uma ligeira redução em 2018, quando comparada à 2008, mas ao longo de todo o período há um acréscimo em torno de 5%, o que pode confirmar a tese de que as áreas de solo exposto passaram a ser ocupadas por esse tipo de cobertura vegetal. Se se considerar que o solo exposto pode ser resultado da resposta espectral

da caatinga seca, isto pode ser ainda mais justificado. São hipóteses que se apresentam mas que precisam ser validadas em outro momento por outros estudos com tais objetivos.

Quanto à mata ciliar, que tem uma importante função ambiental e ecológica, percebe-se um quadro de redução contínua ao longo de todo o período, sendo algo em torno de 5,3% em 2008 e 38% em 2018 de perda em termos de área ocupada. Isto pode estar relacionado à expansão de atividades humanas ao longo e à margem do rio Apodi-Mossoró e, em alguns casos, a algum tipo de crime ambiental, haja vista boa parte dessa mata ciliar estar, muito provavelmente, em área de proteção permanente, conforme previsto na Lei nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012)

As massas d'água, por sua vez, obtiveram oscilação ao longo do período, aumentando a área ocupada em 2008 e reduzindo em 2018. Tomando como referência o ano de 1998, a redução total foi de de quase 30%. Contudo, considerando que estamos em uma área de clima semiárido onde os principais mananciais superficiais são de caráter temporário, onde o volume das massas d'água estão associados aos regimes pluviométricos e, considerando que os últimos anos (2012-2018) foram marcados por seca severa, essa redução pode estar associada a este fator.

Em síntese, as 5 atividades que mais predominam na paisagem do município no ano de 2018 são, por ordem decrescente de área ocupada: caatinga arbórea arbustiva densa, caatinga arbórea arbustiva aberta, solo exposto, assentamentos humanos e agricultura irrigada. Porém, as atividades que mais tiveram acréscimo em termos de área ocupada, ao longo de todo o período analisado, foram: assentamentos humanos (235%), atividade petrolífera (210%), agricultura irrigada (112%), atividade de mineração (28%) e caatinga arbórea arbustiva densa (21%). As atividades listadas são bastante dependentes de áreas amplas, gerando impactos diretos mais uma série de impactos indiretos que implicam alterações significativas nas funções ecológicas da paisagem, que precisam receber atenção especial nos processos de planejamento ordenamento territorial voltados a uma gestão ambiental municipal mais eficiente. Por outro lado, as categorias de uso com maior redução são mais associadas à natureza, como mata ciliar (-37%) e massas d'água (-29%) ou às atividades tradicionais, como agricultura de sequeiro (-52%). A principal exceção é o solo exposto, que teve redução de -45% ao longo do período analisado.

4. Considerações finais

Com este estudo foi possível identificar que as principais alterações na paisagem do município de Mossoró envolvem a interação direta entre componentes naturais e antrópicos, sendo, no entanto, os componentes antrópicos os principais agentes de transformações na paisagem ao longo do período analisado. Tais transformações podem levar a um quadro de degradação ambiental que necessita ser conhecido, haja vista os impactos ambientais gerados por aquela dinâmica que devem ser considerados nas políticas públicas de gestão ambiental em nível municipal.

Os resultados da análise do uso e ocupação do solo ao longo do período estudado, tanto em termos quantitativos, quanto relativo à espacialização dos fenômenos, possibilitam dados de grande serventia à aplicação no planejamento ambiental e ordenamento territorial com o intuito de promoção do desenvolvimento sustentável.

Este estudo é pertinente para as futuras análises sobre a vegetação, urbanização, conservação ambiental pois apresentou o processo e a evolução de fatores determinantes que são estabelecidos pelas atividades humanas sobre o meio, além de procedimentos técnicos e metodológicos para a obtenção de dados para aplicação em outras áreas de pesquisa.

Também foi apresentado neste trabalho que os fatores humanos foram fundamentais na construção da paisagem que se identificou, assim como deixou em aberto outros agentes como possíveis modeladores da paisagem no município de Mossoró.

A utilização do sensoriamento remoto e dos SIGs confirmou, mais uma vez, a relevância destas técnicas e ferramentas de análise espacial seja para o estudo da paisagem seja para a sua aplicação no âmbito de políticas públicas territoriais, no caso em tela, aplicadas à escala municipal. Portanto, são de grande utilidade para estudos de monitoramento ambiental a partir de diagnósticos prévios.

Dessa forma, o estudo contempla os objetivos estabelecidos quando expõe a configuração do uso e ocupação do solo no município de Mossoró durante os 20 anos, a partir das amostras dos anos de 1998, 2008 e 2018, mostrou como se constituiu as interações produtivas da sociedade em relação ao meio e as mudanças que essa interação ocasionou durante este período.

Agradecimentos

Ao Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – NESAT/UERN.

Referências

- Arai, M. *A Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras*. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA (Brasil). *Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada*. 2ª. ed. Brasília: ANA, 2021.
- Almeida, S. A. S.; França, R. S.; Cuellar, M. Z. *Uso e ocupação do solo no Bioma Caatinga do Estado do Rio Grande do Norte*. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal – RN, Brasil pp. 5555-5561, 25 a 30 de abril de 2009.
- Bezerra, F. H. R, Vita-Finzi. How active is a passive margin? Paleoseismicity in *Northeastern Brazil*. *Geology* 28:591–594, 2000.
- Bertrand, G. *Paisagens e geografia física global*. R.RA'E GA, Coritiba, n.8, p 141 – 152, 2004.
- Borges, R. de O.; Silva, R. A. A. da.; Castro, S. S. de. *Utilização da classificação por distância euclidianaa nenhum mapeamento dos focos de arenização no setor sul da bacia alta do Rio Araguaia*. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Florianópolis, 2007. INPE, p. 3777-3784.
- BEZERRA, F.H.R; SRIVASTAVA N.K; SOUSA, M.O.L. (Org). *GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA MOSSORÓ*. Recife: UNIKA Editora, 2014.
- Dantas, M; Ferreira, R. V. RELEVO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. In: *Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte*. Recife, 2010, pp. 80-91.
- Diniz. M.T.M.; Oliveira, G. P. de.; Maia, R. P.; Ferreira, B. *MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE*. Rev. Bras. Geomorfologia. (Online), São Paulo, v.18, n.4, (Out-Dez) p.689-701, 2017.
- DE FATO (JORNAL). MPF ingressa com ações contra 18 empresas salineiras e pede desocupação de áreas. Caderno Estado. Disponível em: <https://defato.com/estado/80196/mpf-ingressa-com-aes-contr-18-empresas-salineiras-e-pede-desocupao-de-reas#>.
- Acesso em: 07 ago. 2021.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe Sobre A Proteção da Vegetação Nativa; Altera As Leis nos 6.938, de 31 de Agosto de 1981, 9.393, de 19 de Dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de Dezembro de 2006; Revoga As Leis nos 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e 7.754, de 14 de Abril de 1989, e A Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de Agosto de 2001; e Dá Outras Providências.
- BRASIL. Lei nº 13.568, de 21 de dezembro de 2017. Confere o título de Capital do Semiárido à cidade de Mossoró, no Estado do Rio Grande do Norte. Brasília, 21 de dezembro de 2017; 196º da Independência e 129º da República. Publicado no DOU de 22/12/2017.
- ELIAS, D; PEQUENO, R. Mossoró: o novo espaço da produção globalizada e aprofundamento das desigualdades socioespaciais. In: *Agentes econômicos e reestruturação urbana e regional: Passo Fundo e Mossoró*. São Paulo: Expressão Popular, 2010. P. 101-283.
- Forman, R. T. T *Alguns princípios gerais da ecologia regional e da paisagem*. *Landscape Ecology* 10, 133-142 1995.
- Gauch, H. G *Análise multivariada em ecologia de comunidades*. Cambridge: *Cambridge University Press*, 1982. 298p.
- Hespanhol, A N. *Constituição e Reestruturação Produtiva da Fruticultura Irrigada no Baixo-Açu e no Vale do Apodi-Mossoró-RN – Brasil*. Revista Formação, n.23, volume 1, 2016, p. 62 – 91.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico – 2010: Características da população e dos domicílios*. Resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <http://portal.mj.gov.br/sedh/rdh/Carta%20do%20>

Acesso em: ago. 2018.

_____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades. Mossoró*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>

Acesso, 11/11/2020.

_____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias*. Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. *Dados históricos anuais*. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>

Acesso, 02/03/2021.

Jensen, J. R. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. Editora Parêntese, São José dos Campos, SP, 2009. 598p.

Liu, W. T. H. *Aplicações de Sensoriamento Remoto*. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908p.

Maximiano, L. A. *Considerações sobre o conceito de paisagem*. R. RA'E GA, Curitiba, n. 8, p. 83-91, 2004. Editora UFPR.

Matos, R. M. D. *History of the northeast Brazilian rift system: kinematic implications for the break-up between Brazil and West Africa*. Geological Society, London, Special Publications, 153, 55-73, 1 January 1999. Disponível em: <https://sp.lyellcollection.org/content/153/1/55.shor>

Acesso 20/11/2019.

MEDEIROS, W.D.A. *Dinâmicas territoriais recentes e riscos ambientais no Litoral: estudo comparativo entre os municípios de Areia Branca (RN, Brasil) e da Figueira da Foz (Centro, Portugal)*. Tese de doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2017. 315 p.

NIMER, E. *Clima*. In: *Geografia do Brasil; região Nordeste*. Rio de Janeiro, 1977.p.47-84.

Pessoa-Neto, O. C.; Soares, U. M.; Silva, J. G. F.; Roesner, E. H.; Florencio, C. P.; Souza, C. A. V. *Bacia Potiguar*. Boletim Geoc. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, 2007, p. 357-369.

Oliveira, J. P. de. *Uma análise da formação e expansão do urbano de Mossoró: dinâmica e contradições*. Revista Pensar Geografia, v. I, nº. 1. Junho de 2017.

Rodrigues, A. M. *Produção e Consumo do e no Espaço. Problemática ambiental e Urbana*. Editora Hucitec. São Paulo, 1998.

Rocha, A. B; Baccaro, C. A. D; Silva, P. C. M; Camacho, R. G. V. *Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Apodi-Mossoró - RN – NE do Brasil*. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 08, número 16, 2009.

ROCHA, A. P. B. *A atividade petrolífera e a dinâmica territorial no Rio Grande do Norte: uma análise dos municípios de Alto do Rodrigues, Guamaré e Mossoró*. 279 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

Suguio, K. *Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: (passado + presente = futuro?)*. São Paulo; Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 1999.

SILVA, S. A De O. *Análise de variáveis meteorológicas no município de Mossoró-RN (1970-2013)*. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido -- Mossoró, 2014.

Tibana, P.; Terra, G. J. S. *Seqüências carbonáticas do cretáceo na Bacia Potiguar*. Boletim Técnico da Petrobrás, vol.24, p. 174-183.