

## ANÁLISE TEMPORAL DA REDUÇÃO DA ÁREA VERDE DA CIDADE DE MOSSORÓ/RN EM CONSEQUÊNCIA DA EXPANSÃO IMOBILIÁRIA: UM ESTUDO DE CASO, 2013 A 2023

**Thamiris da Silva Aguiar**

Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil  
[thamiris-aguiar@hotmail.com](mailto:thamiris-aguiar@hotmail.com)

**Narjara Walessa Nogueira de Freitas**

Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil  
[narjara.nogueira@ufersa.edu.br](mailto:narjara.nogueira@ufersa.edu.br)

**Kleisson Eduardo Ferreira da Silva**

Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil  
[kleisson.eduardo@gmail.com](mailto:kleisson.eduardo@gmail.com)

**Rômulo Magno Oliveira de Freitas**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, RN, Brasil  
[romulo.freitas@ifrn.edu.br](mailto:romulo.freitas@ifrn.edu.br)

### RESUMO

A partir de meados dos anos 1990, Mossoró/RN iniciou sua expansão da indústria da construção civil, com forte atuação do estado através de políticas públicas no setor habitacional. A pesquisa analisou o impacto da expansão urbana, com foco na evolução da cobertura vegetal e na temperatura superficial terrestre (TST), em três novos bairros, entre 2013 e 2023. Utilizando imagens de satélite, a metodologia permitiu visualizar o crescimento horizontal dos bairros e a supressão da vegetação. A malha urbana de Mossoró expandiu-se consideravelmente: o bairro Cidade Alta emergiu durante o intervalo de dez anos, enquanto Nova Mossoró e Alto das Brisas cresceram horizontalmente. Os resultados revelaram diminuição significativa na cobertura vegetal, sendo o bairro Cidade Alta o mais afetado, com 92,51% da área vegetada reduzida. Os outros bairros também apresentaram perdas preocupantes. Além disso, a TST aumentou em todos os bairros, refletindo o impacto da expansão urbana na temperatura. A importância da vegetação urbana na regulação climática e na qualidade de vida evidencia a necessidade de estratégias de planejamento urbano que mitiguem efeitos adversos da urbanização, como o desconforto térmico. Esses resultados podem fundamentar iniciativas futuras para restauração da vegetação, promovendo ambientes urbanos mais saudáveis e habitáveis em Mossoró/RN.

**Palavras-chave:** Cobertura vegetal. Crescimento urbano. Impactos ambientais. Conforto térmico.

### TEMPORAL ANALYSIS OF GREEN AREA REDUCTION IN THE CITY OF MOSSORÓ/RN DUE TO REAL ESTATE EXPANSION: A CASE STUDY, 2013 TO 2023

### ABSTRACT

It was from the mid-1990s that Mossoró/RN began its expansion in the civil construction industry, driven by strong state action through public policies in the housing sector. The research analyzed the impact of urban expansion, focusing on the evolution of vegetation cover and land surface temperature (LST) in three new neighborhoods between 2013 and 2023. Using satellite images, the methodology made it possible to visualize the horizontal growth of the neighborhoods and the suppression of vegetation. The urban fabric of Mossoró expanded considerably, with the Cidade Alta neighborhood emerging during the ten-year period, while Nova Mossoró and Alto das Brisas grew horizontally. The results revealed a significant decrease in vegetation cover, with the Cidade Alta neighborhood being the most affected, experiencing a 92.51% reduction in vegetated area. The other neighborhoods also showed concerning losses. Furthermore, LST increased in all neighborhoods, reflecting the impact of urban expansion on temperature. The study highlights the importance of urban vegetation in climate regulation and quality of life, pointing to the need for urban planning strategies that mitigate the adverse effects of urbanization, such as thermal discomfort. These

results can support future initiatives to restore vegetation, promoting healthier and more habitable urban environments in Mossoró/RN.

**Keywords:** Vegetal cover. Urban growth. Environmental impacts. Thermal comfort.

## INTRODUÇÃO

A migração da população para áreas urbanas tem ocorrido em ritmo acelerado em nível nacional. Em 1950, aproximadamente 30% da população mundial vivia nas cidades; essa proporção aumentou para 55% em 2018, e as projeções indicam que, até 2050, cerca de 70% da população global estarão residindo em zonas urbanas (*United Nations Human Settlements Programme*, 2022). Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) mostram que a região Nordeste possui 24,2% de toda a área urbanizada do país. O estado do Rio Grande do Norte ocupa a 16ª posição no ranking dos estados com maior percentual de áreas urbanizadas do Brasil.

Foi a partir de meados dos anos 1990 que a cidade de Mossoró/RN iniciou sua expansão na indústria da construção civil, impulsionada pela forte atuação do estado por meio de políticas públicas no setor habitacional. A partir de 2009, ocorreu um “boom” imobiliário, e a produção de moradias atingiu maior dinamismo, abrangendo todos os perfis socioeconômicos da cidade.

As moradias residenciais foram o segmento que mais cresceu no setor da construção civil. Sem uma cultura consolidada de crescimento vertical e com o apoio de diversos programas de financiamento, Mossoró presenciou significativa modificação da sua paisagem, com um nítido crescimento horizontal da cidade (Silva Beserra; Pereira Junior, 2020).

Atualmente, no processo de planejamento urbano, as geotecnologias desempenham papel fundamental, sendo essenciais para orientar as tomadas de decisão pelas entidades públicas, em particular as prefeituras, que têm a responsabilidade direta pela gestão municipal. As ferramentas de sensoriamento remoto tornam-se uma opção viável para a análise do ambiente urbano, pois permitem que seus usuários tenham retratos da realidade atual e anterior, favorecendo análises comparativas e permitindo a inferência de tendências (Silva; Costa; Castro, 2019).

Os estudos relativos à cobertura vegetal tornaram-se viáveis graças ao surgimento de tecnologias que permitem a detecção da assinatura espectral de elementos que compõem o solo a partir do espaço, sendo a vegetação o elemento mais notável pela sua assinatura espectral distinta. Essa distinção possibilita a classificação precisa das áreas (Rezende Rosendo, 2009).

Sem um planejamento socioambiental adequado, pautado pela falta de aplicação de ferramentas e instrumentos de gestão do território, compromete-se a qualidade ambiental e de vida dos residentes nessas áreas. Esses locais são moldados pela busca do lucro e pela contínua transformação do ambiente natural, resultando na deterioração de sistemas ambientais, especialmente o sistema climático. Isso acarreta consequências adversas, como desconforto térmico, formação de ilhas de calor e redução da umidade relativa do ar (Stanganini; Melanda; De Lollo, 2019; Silva; Dos Santos, 2023).

Dessa forma, é importante destacar que a urbanização tem contribuído para a contínua deterioração do meio ambiente. Estudos de Tostes (2012), Ribeiro (2019) e Alves, Freitas e Santos (2020) demonstram como o processo de expansão urbana impactou significativamente as cidades de Macapá, Manaus e Palmas, respectivamente, evidenciando, nas últimas décadas, a transformação contínua de áreas florestais em paisagens fragmentadas.

Grande parte desse impacto decorre da falta de controle e da ausência de integração de políticas públicas urbanas adequadas, resultando na substituição das paisagens verdes por áreas urbanizadas, o que causa grande impacto na vegetação nativa. Salles, Grigio e Silva (2013) apontam que os problemas e impactos decorrentes desse processo de expansão urbana e desenvolvimento podem ser claramente observados em Mossoró e incluem questões como desmatamento descontrolado,

construções e ocupações irregulares, falta de infraestrutura básica, carência de saneamento ambiental, disparidades sociais, especulação imobiliária, fragilização e deterioração dos ecossistemas naturais, descarte inadequado de resíduos sólidos, abastecimento de água, excesso de propagandas e poluição visual, mobilidade populacional, emissão de contaminantes atmosféricos, ampliação da poluição sonora, diminuição da biodiversidade residente, dentre outros.

O objetivo desta pesquisa foi analisar o processo de expansão urbana da cidade de Mossoró/RN, considerando a evolução da área urbana em três novos bairros, bem como os impactos na cobertura vegetal e na temperatura superficial terrestre (TST), com base em imagens de satélite referentes aos anos de 2013 e 2023.

## METODOLOGIA

### **Área de estudo**

O município de Mossoró está situado na mesorregião Oeste do estado do Rio Grande do Norte, localizando-se a 5°11'15" de latitude Sul e 37°20'39" de longitude Oeste, com altitude de 16 metros e área total de 2.099,334 km<sup>2</sup>, distante 245,6 km da capital potiguar. Encontra-se numa localização estratégica, situado entre duas capitais nordestinas (Natal e Fortaleza). A cidade chegou a ser reconhecida como a Capital do Semiárido Brasileiro (lei nº 13.568, de 21 de dezembro de 2017, BRASIL, 2017). Segundo o IBGE (2022), Mossoró possui uma população de aproximadamente 264.577 habitantes, com densidade demográfica de 126,03 hab/km<sup>2</sup>. De acordo com dados apresentados pelo município, do total de habitantes, 8,68% vivem na área rural e 91,92% na área urbana, que soma 30 bairros, distribuídos principalmente na zona urbana da cidade.

A cidade de Mossoró está inserida no semiárido brasileiro, onde predominam fitofisionomias do bioma Caatinga, representadas por vegetação nativa de extrema importância para a região Nordeste (Pereira Júnior; Andrade; Araújo, 2012). Essa vegetação é comumente caracterizada como uma formação arbóreo-arbustiva do tipo xerófito. Distribuída numa área de aproximadamente 826.441 km<sup>2</sup>, a Caatinga ocupa cerca de 54% da região Nordeste e 10% do território brasileiro (IBGE, 2012). Em razão da sua grande extensão territorial, a Caatinga apresenta grande variabilidade fitogeográfica, com fisionomia, densidade e composição de espécies diferenciadas. A região de Mossoró possui clima tropical semiárido, caracterizado pela temperatura média anual em torno de 28°C e dois períodos climáticos bem definidos: um período chuvoso, que ocorre entre os meses de fevereiro e maio, e um período seco, que abrange os demais meses do ano. É importante destacar que, em anos mais chuvosos, a pluviosidade anual pode atingir até 750 mm.

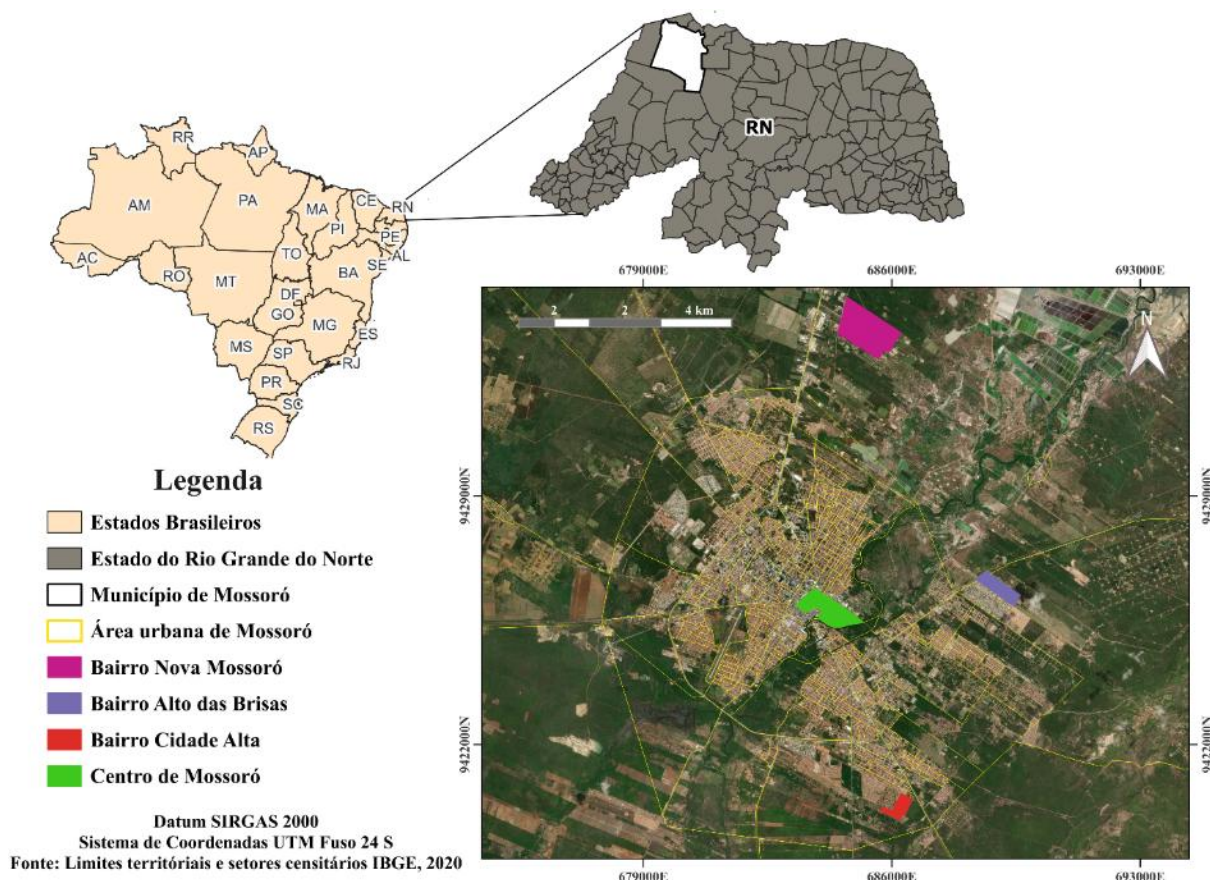
Nesta pesquisa, foi realizada uma análise da expansão urbana por meio de um estudo de caso em três novos bairros de Mossoró/RN: o bairro Nova Mossoró, o bairro Cidade Alta (um complexo residencial do bairro Alto do Sumaré) e o loteamento Alto das Brisas (Figura 1). Foram analisadas a expansão das edificações, a supressão da vegetação existente e a TST numa faixa temporal de dez anos para as três áreas de estudo.

### **Obtenção e análise dos dados**

As imagens de satélite utilizadas para a análise da expansão urbana e da cobertura vegetal foram obtidas por meio do *Google Earth Pro*, um *software* livre que possui imagens orbitais com resolução de 1 metro por 1 metro (1x1 m) e bom intervalo temporal, permitindo a obtenção de imagens de qualidade no período de dez anos, correspondente aos anos de 2013 e 2023.

As imagens dos bairros foram coletadas no formato de arquivo TIF e, em seguida, reprojetadas e georreferenciadas. Para a produção dos mapas e imagens, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS, versão 3.28.10 'Firenze', um *software* gratuito de geoprocessamento e análise espacial. Todos os arquivos foram georreferenciados e padronizados no sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 24 Sul (31984), Datum Sirgas 2000.

Figura 1 - Mossoró (RN): Localização dos três bairros em estudo na área urbana da cidade de Mossoró (RN), 2024



Fonte: IBGE, 2020. Elaboração: O Autor (2023).

Os arquivos vetoriais utilizados foram adquiridos diretamente no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir da base mais recente disponível, referente aos anos de 2010 e 2020. O mapeamento da cobertura vegetal foi realizado por meio de seleção visual, delimitando-se a área vegetal existente nos bairros em cada período, para gerar os dados temporais da vegetação.

As manchas de vegetação foram identificadas por colorações verdes e texturas que indicavam diferentes tipos de cobertura. Todas as áreas vegetais visíveis foram consideradas, independentemente de serem públicas ou privadas, herbáceas ou arbóreas, ou do uso a elas destinado. A quantificação da cobertura vegetal e da área total de estudo foi realizada somando-se todas as áreas identificadas para cada bairro.

Os dados de uso e cobertura do solo dos bairros foram derivados do projeto MapBiomas Coleção 9, que disponibiliza imagens gratuitas com escala de até 1:25.000. Foram realizados recortes das imagens de uso e cobertura para um intervalo de dez anos, referente aos anos de 2013 e 2023.

Para as representações de temperatura, também foi utilizado como suporte o *software* de código aberto QGIS, versão 3.28.10 'Firenze', com imagens de satélite (órbita 216, ponto 63) adquiridas no *site* do projeto Serviço de Levantamento Geológico Americano, que libera as imagens de forma gratuita (USGS, 2018). Foi utilizada a banda 10 do satélite Landsat 8, que corresponde à faixa do infravermelho termal (10.6 – 11.19  $\mu\text{m}$  – micrômetro), obtida pelo sensor *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), com resolução espacial de 100 metros, redimensionada para 30 metros.

A metodologia aplicada para o cálculo da TST foi a de Vale et al. (2021). Foram aplicados parâmetros fixos para a conversão dos níveis de cinza da imagem (NC) em radiância, e, em seguida, realizou-se a conversão dos dados de radiância para temperatura em Kelvin, fundamentada na Equação 1, disponibilizada pelo Serviço Geológico Americano. Posteriormente, foi subtraído o valor absoluto



(273,15), originando a Equação 2, que foi inserida na calculadora raster do QGIS 3.28.10 'Firenze', que gerou o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C) (QGIS Development Team, 2022).

$$T = K2 / \ln(K1 / L\lambda + 1) \quad (1)$$

em que:

T: temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K);

K2: constante de calibração 2 = 1.321.08 (K);

K1: constante de calibração 1 = 774.89 (K);

L  $\lambda$ : radiância espectral do sensor de abertura em Watts (m<sup>2</sup> sr  $\mu$ m).

$$TC = (1321.08 / \ln(774.89 / (3.3420E - 04 * "Banda_10.tiff" + 0.10000) + 1)) - 273.15 \quad (2)$$

Posteriormente, a imagem foi vetorizada a fim de se obter melhor representação dos dados de temperatura para cada bairro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

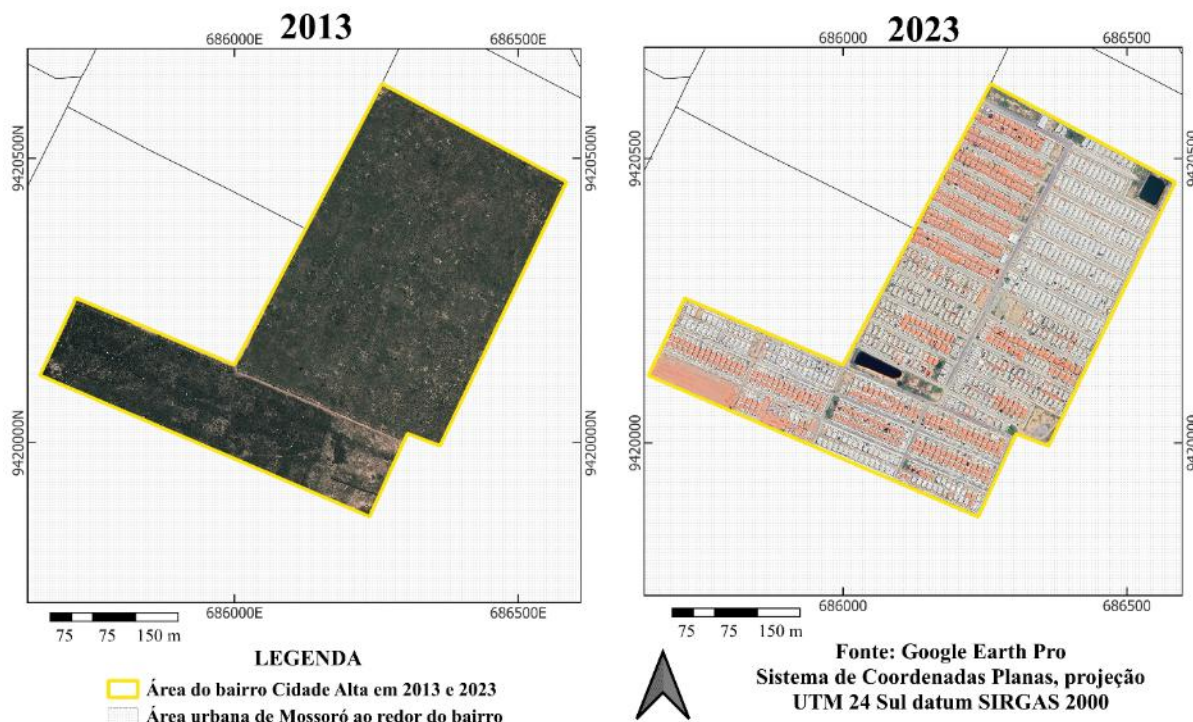
É possível observar a evolução da expansão urbana por meio das imagens de satélite comparativas dos anos de 2013 e 2023, que evidenciam o surgimento e o crescimento horizontal dos assentamentos urbanos mossoroenses. O bairro Cidade Alta surgiu completamente dentro desse intervalo de dez anos, enquanto os bairros Alto das Brisas e Nova Mossoró surgiram no ano de 2012 e, dentro desse período, expandiram-se horizontalmente.

Com o aumento dos investimentos imobiliários no país, a cidade de Mossoró teve grande desenvolvimento no setor da construção civil, onde, entre os diferentes tipos de novas zonas de construção, os loteamentos para moradias — sejam casas individuais, conjugadas, condomínios fechados ou apartamentos — transformaram significativamente a morfologia dos assentamentos residenciais na cidade, causando importante modificação na paisagem (Silva Beserra; Pereira Junior, 2020).

Também é possível observar o padrão dos empreendimentos construídos nos bairros, a maioria pertencente ao programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Esses empreendimentos foram, em sua maioria, destinados à Faixa 1 do programa, que contempla casas com a mesma metragem e plantas idênticas. O bairro Cidade Alta (Figura 2) foi completamente construído nessa configuração, o que resultou numa paisagem padronizada, com residências sem área disponível para a promoção de espaços verdes e amplamente concretada.

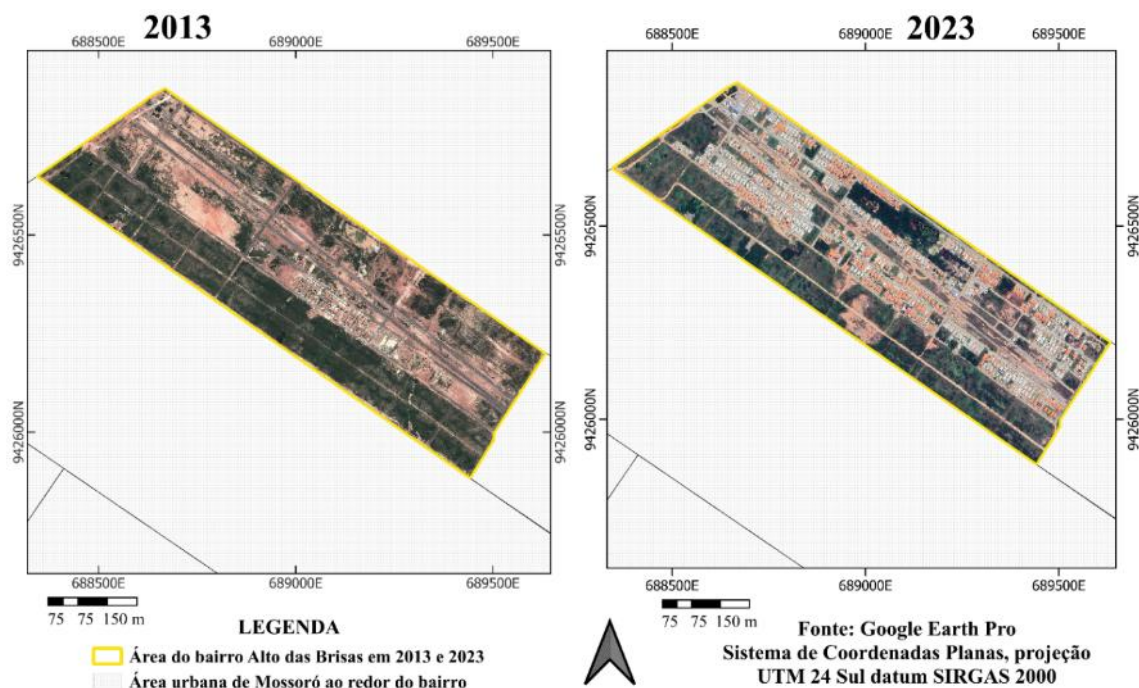
Enquanto isso, o bairro Alto das Brisas (Figura 3), por ser um loteamento de terrenos sem forte investimento das construtoras imobiliárias, ainda possui grande parte de sua área total sem construções e apresenta uma configuração mais variada, com casas de plantas diferenciadas. Já no bairro Nova Mossoró (Figura 4), é possível verificar os dois tipos de configuração. Em razão do forte investimento das construtoras na promoção de um bairro de grande porte nos últimos anos, há muitas casas pré-fabricadas com a mesma planta e uma área predominantemente concretada, mas também é possível observar casas com diferentes configurações, algumas com quintais arborizados e áreas verdes nas calçadas.

Figura 2 - Mossoró (RN): Comparação visual dos bairros Cidade Alta nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



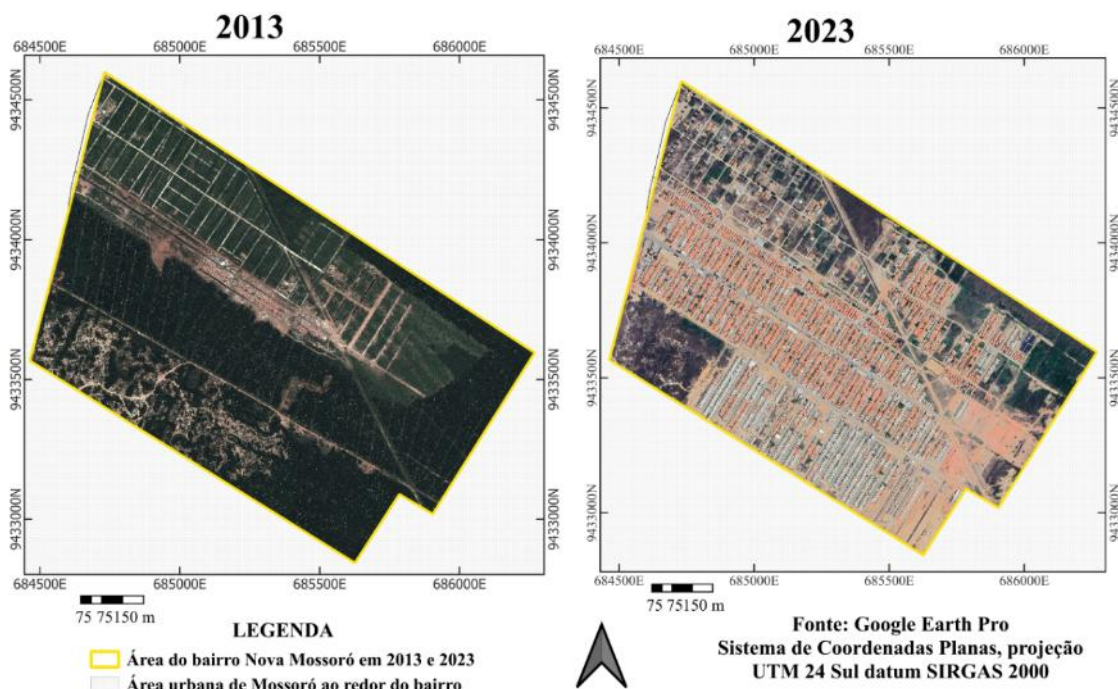
Fonte: Google Earth Pro, 2023. Elaboração: O Autor (2023).

Figura 3 - Mossoró (RN): Comparação visual dos bairros Alto das Brisas nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Google Earth Pro, 2023. Elaboração: O Autor (2023).

Figura 4 - Mossoró (RN): Comparação visual dos bairros Nova Mossoró nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Google Earth Pro, 2023. Elaboração: O Autor (2023).

Considerando os conceitos de Cavalheiro et al. (1999), Nucci (2001) e Angelis e Angelis Neto (2001) sobre cobertura vegetal, foi somada toda a área verde de cada um dos novos bairros em estudo, cujo resultado, agrupado por bairro e ano, está expresso na Tabela 1. Foi contabilizada a área total dos bairros, verificando-se que o maior bairro é Nova Mossoró, seguido de Alto das Brisas e Cidade Alta. Quanto à redução da cobertura vegetal, o bairro Alto das Brisas teve a menor perda, que foi na ordem de 7,11%, enquanto Nova Mossoró reduziu mais da metade de sua área vegetada, com decréscimo de 59,45%. Já o bairro Cidade Alta teve a maior contração líquida de todas, com 92,51%. Esse fato, porém, é justificável, dado que esse conjunto não existia no ano de 2013 e a área era completamente vegetada. Assim, em 2023, apenas 3,66% do bairro possuía área vegetada, o que apresenta resultados preocupantes, pois, em locais sem vegetação ou com índices abaixo de 5%, a qualidade ambiental e de vida da população é significativamente inferior à desejável (Nucci, 2001).

Tabela 1 - Mossoró (RN): Área total dos bairros e somatório das áreas de vegetação dos anos de 2013 e 2023, 2024

	Área total do bairro (m²)	Área de vegetação			
		2013 (m²)	2013 (%)	2023 (m²)	2023 (%)
<b>Cidade Alta</b>	299.746,64	288.251,96	96,17	10.956,1	3,66
<b>Alto das Brisas</b>	463.817,68	307.821	66,37	274.870	59,26
<b>Nova Mossoró</b>	1.626.028,80	1.529.117,04	94,04	578.782	35,59

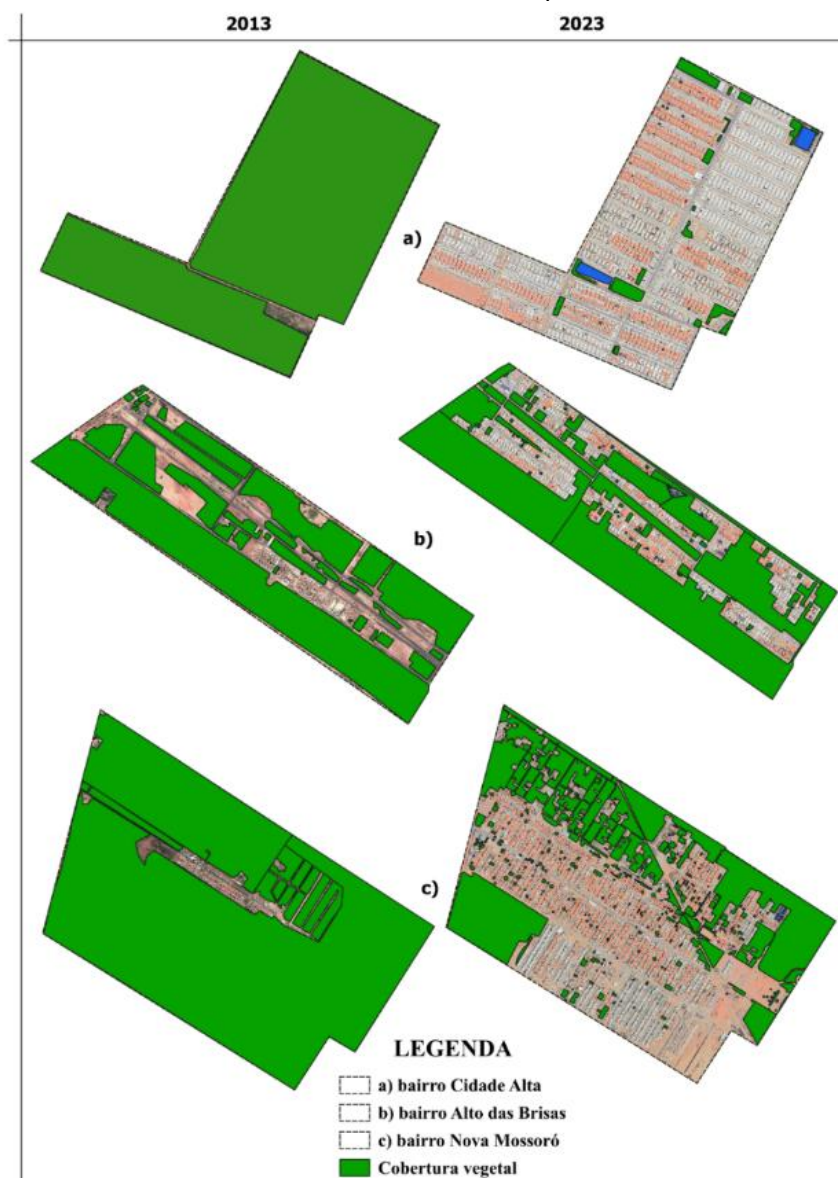
Fonte: IBGE, 2020; Google Earth Pro, 2023. Elaboração: O Autor (2023).

Esses resultados também corroboram os encontrados por Silva Costa, Farias e Botrel (2019), que realizaram levantamento no bairro planejado Monte Olimpo, que começou a ser desenvolvido em 2012, o qual é um empreendimento também pertencente ao programa MCMV, do governo federal. Assim como o Cidade Alta, o bairro Monte Olimpo está localizado nas imediações do bairro Alto do Sumaré (Mossoró/RN), e apresenta cobertura vegetal extremamente baixa.



Logo, é possível notar um padrão para os bairros construídos por programas como PMCMV. Por serem um programa de casas pré-fabricadas, essas moradias não possuem área verde disponível e nenhum planejamento de arborização das vias que esteja em concordância com a fiação elétrica e calçadas de circulação dos pedestres. Sem nenhuma manutenção das mudas em estágio juvenil que são implantadas inicialmente, estas acabam morrendo, ficando a cargo dos moradores a implantação e manutenção de novos indivíduos. O que gera um cenário como o do bairro Cidade Alta, onde não se encontra quase nenhum indivíduo arbóreo ou arbustivo nas vias. Está definido no Plano Diretor de Mossoró, lei complementar nº. 012/2006, que “no parcelamento do solo serão destinadas áreas ao arruamento e à implantação de equipamentos públicos urbanos e comunitários e áreas verdes, obedecendo ao traçado e ao regime urbanístico estabelecido nesta lei” (Mossoró, 2006, p. 29). Porém, não existe maior regulamentação e, até o presente momento, nenhum manual oficial do município que estabeleça técnicas e recomendações relacionadas à arborização e à criação de áreas verdes urbanas, o que afeta todos os bairros estudados, independentemente de serem bairros de classe média com um bom nível socioeconômico. Na Figura 5 é possível visualizar a situação da cobertura verde/vegetal nos bairros, onde a coloração verde refere-se à cobertura vegetal observada para cada ano estudado.

Figura 5 - Mossoró (RN): Cobertura vegetal dos bairros a) Cidade Alta, b) Alto das Brisas e c) Nova Mossoró, nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



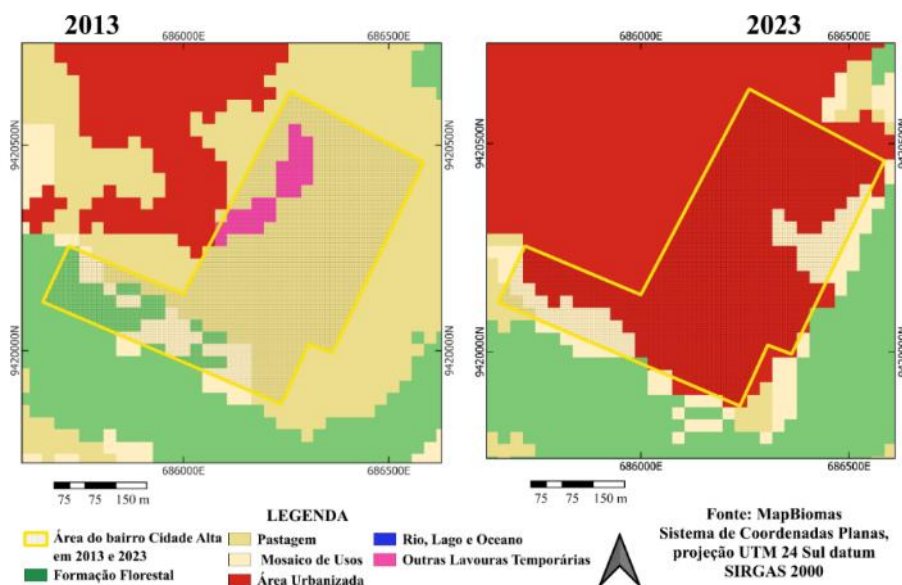
Fonte: IBGE, 2020; Google Earth Pro, 2023. Elaboração: O Autor (2023).



Nas Figuras 6, 7 e 8, as imagens de uso e ocupação do solo permitem observar o processo de urbanização ao longo de um intervalo de dez anos para cada bairro. Nota-se, de forma evidente, a dinâmica da expansão

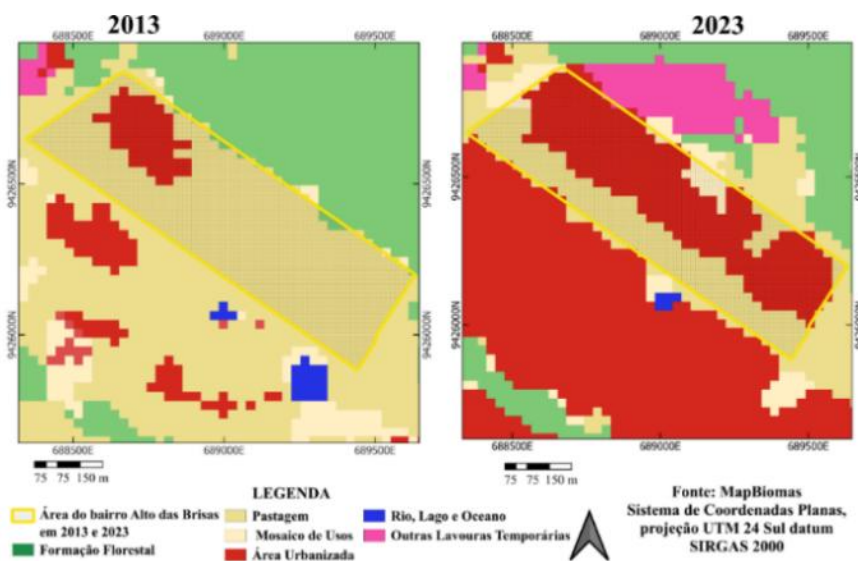
urbana, tanto nas áreas delimitadas dos bairros quanto em suas imediações, bem como os impactos causados sobre os remanescentes de vegetação nativa. Stanganini, Rosendo e Lollo (2019) afirmam que a análise do uso e ocupação do solo através do geoprocessamento permite identificar o rápido crescimento da área urbana, juntamente com as mudanças ocorridas ao longo dos períodos estudados. Em seu trabalho que estuda o caso da sub-bacia do córrego do Chibarro em São Carlos/SP, os autores verificaram que um aspecto significativo identificado foi a redução das áreas de vegetação natural. Essas perdas contribuíram no aumento dos impactos ambientais, como assoreamento, erosão, degradação ambiental e supressão da vegetação.

Figura 6 - Mossoró (RN): Mapa temático de uso e ocupação da terra para o bairro Cidade Alta nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



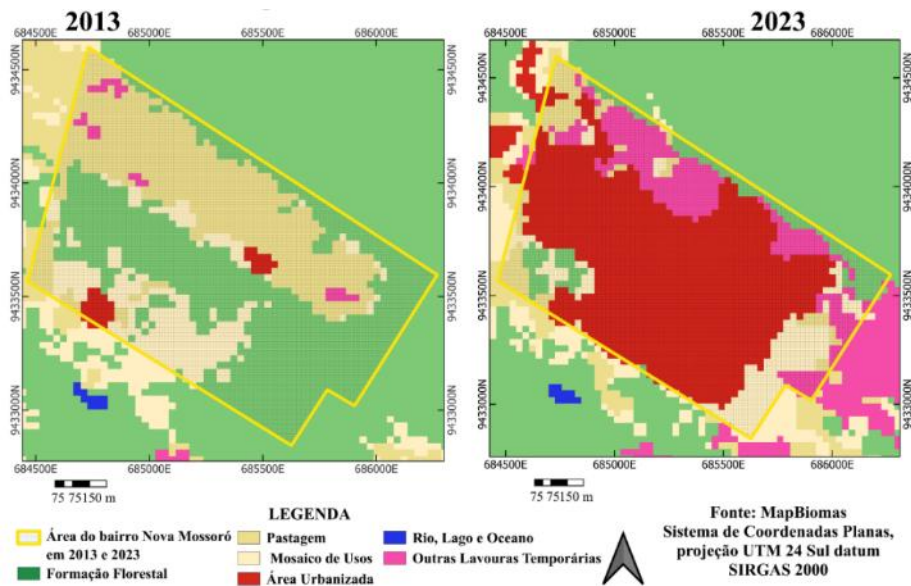
Fonte: Projeto MapBiomas, 2024. Elaboração: O Autor (2024).

Figura 7 - Mossoró (RN): Mapa temático de uso e ocupação da terra para o bairro Alto das Brisas nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Projeto MapBiomas, 2024. Elaboração: O Autor (2024).

Figura 8 - Mossoró (RN): Mapa temático de uso e ocupação da terra para o bairro Nova Mossoró nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Projeto MapBiomias, 2024. Elaboração: O Autor (2024).

A Tabela 2 apresenta a evolução das classes analisadas pelo projeto MapBiomias, evidenciando a redução significativa das áreas permeáveis (pastagem), com diminuição de quase 100% no bairro Cidade Alta, 56% no Alto das Brisas e 80% em Nova Mossoró. Em contrapartida, verificou-se aumento expressivo da área urbana, passando para 251.981,38 m<sup>2</sup> no Cidade Alta, 214.584,85 m<sup>2</sup> no Alto das Brisas e 943.818 m<sup>2</sup> em Nova Mossoró, corroborando os resultados obtidos nesta pesquisa.

Tabela 2 - Mossoró (RN): Quantificação de uso e ocupação do solo para os bairros nos anos de 2013 e 2023, 2024

	Cidade Alta			Alto das Brisas			Nova Mossoró		
Classes	2013 (m²)	2023 (m²)	Mudança (%)	2013 (m²)	2023 (m²)	Mudança (%)	2013 (m²)	2023 (m²)	Mudança (%)
Formação savânica	33.834,96	890,39	-97,37	6.232,75	-	-100	778.204	125.545	-83,87
Pastagem	214.584,96	1.780,79	-99,17	398.896,31	172.736,35	-56,70	547.592	107.738	-80,33
Mosaico de usos	26.711,81	41.848,50	-56,67	-	17.807,87	100	243.077	170.956	-29,67
Área urbanizada	-	251.981,38	-	56.094,79	270.679,64	382,54	30.273	974.091	3.117,69
Outras áreas não vegetadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Outras lavouras temp.	21.369,45	-	-	-	-	-	24.931,00	245.749	885,72
Total	296.501	296.501		461.224	461.224		1.624.078		1.624.078

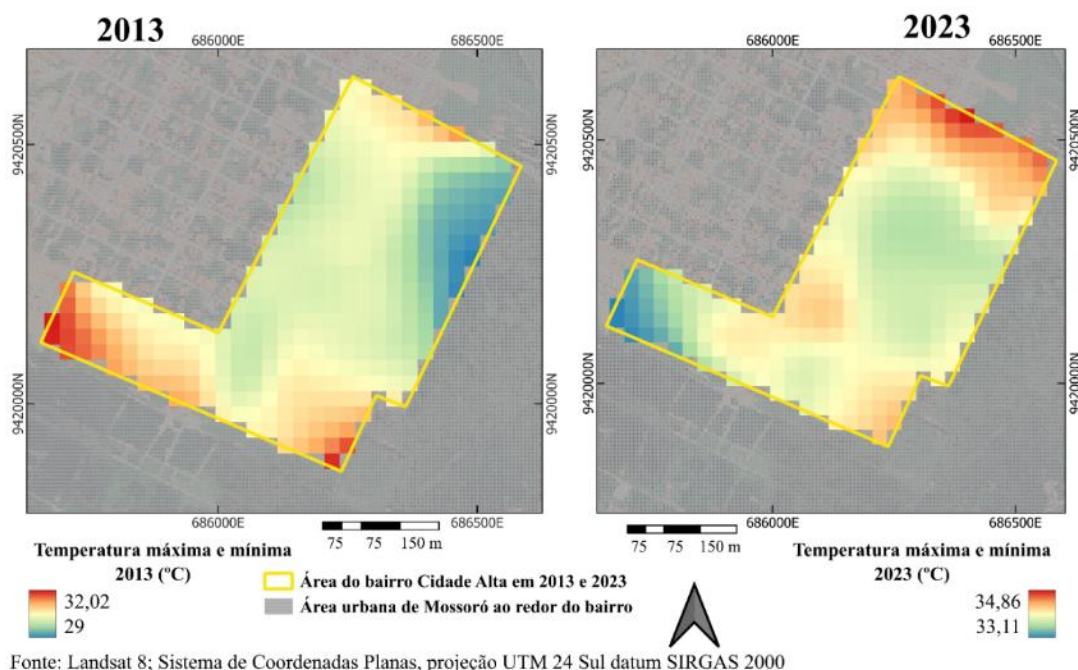
Fonte: Projeto MapBiomias, 2023. Elaboração: O Autor (2024).

Uma vez que para as cidades serem formadas a vegetação nativa é suprimida na terraplanagem e o solo é impermeabilizado, para poder dar espaço às residências, às vias e aos empreendimentos, a qualidade ambiental é perdida e a paisagem urbana é formada com base nesse processo (Duarte *et al.*, 2017; Pereira, Nunes, -Araújo, 2021). Costa, Maneschy e Lopes (2022) afirmam que os novos bairros influenciam no aumento da área urbana e redução da cobertura vegetal. Em seu trabalho também se constatou a influência da redução dos novos bairros na e mudança da paisagem urbana da capital Macapá ao passar dos anos. Silva e Farias Filho (2019) analisaram a zona norte costeira de São Luís (MA) onde foi possível constatar a diminuição de 32,18 % do total da vegetação e a expansão de 29 % da área urbana da cidade. Da mesma forma, Lima *et al.* (2021) caracterizaram a expansão urbana da cidade de São Miguel/RN, não apenas por imagens de satélite, mas também através de arquivos públicos de registros de loteamentos e arrecadação de contribuintes, para um período de 17 anos. Toda a sua análise mostrou que os bairros estudados tiveram ampliação no número de vias e edificações, além de mais de 20 novos loteamentos registrados nesse período.

As áreas ocupadas pelo processo de urbanização tornam-se mais frágeis e vulneráveis, e enfrentam maior risco ambiental pela ausência de áreas verdes e pela grande proporção de áreas impermeabilizadas. Em contrapartida, áreas com maior cobertura vegetal oferecem proteção à superfície e, conseqüentemente, reduzem fatores associados a processos de degradação ambiental, como erosão, assoreamento dos corpos d'água e enchentes (Stanganini; Melanda; De Lollo, 2019). A presença de vegetação urbana também ameniza o microclima local, além de ajudar na purificação do ar ao absorver partículas tóxicas e poeira, na absorção de ruídos e com a reflexão da energia solar. Isso contribui para criar um ambiente propício para a habitação (Alves, 2019).

Nas Figuras 9, 10 e 11, são apresentados os mapas referentes à TST para cada bairro e ano estudado. É possível verificar o aumento das temperaturas em no mínimo um grau para os bairros, com aumento tanto nas temperaturas mínimas como máximas. Esse aumento é resultado da remoção da vegetação nativa e da impermeabilização do solo, evidenciando os impactos negativos que a expansão urbana acarreta para a população local.

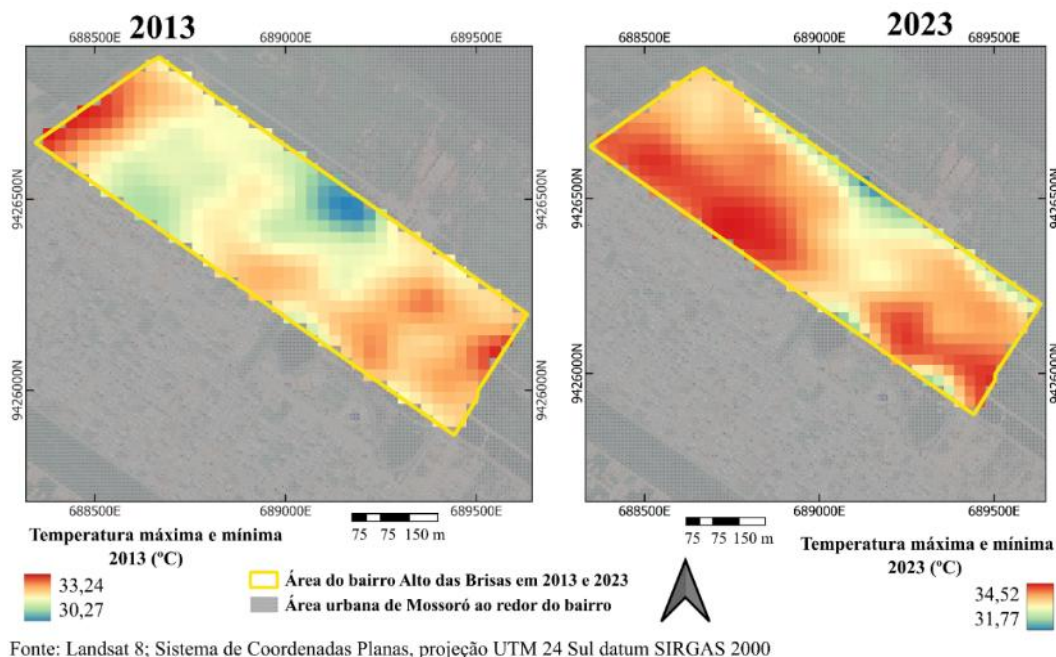
Figura 9 - Mossoró (RN): Espacialização da temperatura superficial terrestre para o bairro Cidade Alta nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Landsat 8, 2023. Elaboração: O Autor (2024).

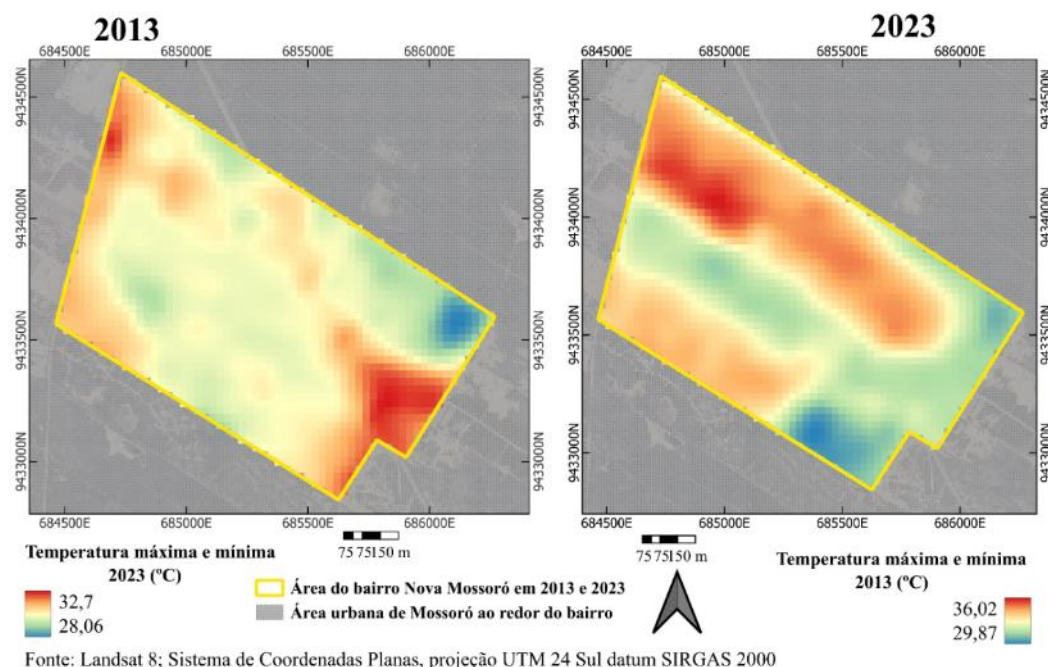


Figura 10 - Mossoró (RN): Espacialização da temperatura superficial terrestre para o bairro Alto das Brisas nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Landsat 8, 2023. Elaboração: O Autor (2024).

Figura 11 - Mossoró (RN): Espacialização da temperatura superficial terrestre para o bairro Nova Mossoró nos anos de 2013 e 2023, respectivamente, 2024



Fonte: Landsat 8, 2023. Elaboração: O Autor (2024).

É importante destacar que a cidade de Mossoró está localizada numa região semiárida, de clima quente e de elevada incidência solar. Com as altas temperaturas na região, a presença de vegetação no ambiente urbano é fundamental, já que ela ajuda a reduzir a temperatura local, aumenta a umidade e

proporciona uma série de outros benefícios, como facilitar a mobilidade urbana e convivência social da comunidade (Goulart; Günther, 2018).

Outros estudos também comprovam o impacto que a ausência de cobertura vegetal causa na temperatura das cidades. Costa, Costa e Silva (2022) demonstram em seu trabalho que a expansão urbana afetou diretamente o microclima da região do município do Paço do Lumiar (MA), registrando temperaturas de até 37°C no período analisado, além do fenômeno das ilhas de calor. De mesmo modo, foram registradas as menores temperaturas nas áreas de água e vegetação densa, evidenciando que áreas com maior disponibilidade de água e presença de vegetação podem ajudar a reduzir os efeitos das anomalias térmicas, como as ilhas de calor.

Aires e Bezerra (2021) realizaram uma análise da TST para a cidade de Pau dos Ferros (RN), onde registraram temperatura máxima de 47°C em áreas de solo exposto e de 28°C em regiões com maior índice de vegetação. Além disso, constataram que os bairros mais afastados do centro da cidade apresentam maior TST, pelo menor vigor vegetativo. Romero *et al.* (2020), em sua pesquisa, confirmaram que a temperatura de superfície é mais alta onde há pavimentação asfáltica, telhado de amianto e telhado de metal, e ainda reforça dizendo que áreas com pouca vegetação arbórea têm impacto direto no aumento da temperatura local da superfície, portanto, é de grande importância considerar a recomposição paisagística dessas áreas, aumentando a vegetação.

A ausência da cobertura vegetal urbana causa impacto direto na vida diária das pessoas, afetando tanto o estado de espírito quanto a saúde, podendo levar a problemas cardiovasculares, respiratórios e mentais. Os espaços verdes devem ser avaliados, compreendidos e planejados de acordo com suas funções, podendo ser integrados em praças, corredores viários, bosques, parques, canteiros e calçadas. Isso cria um ambiente propício para a boa qualidade de vida, que é essencial para o equilíbrio do ecossistema urbano (Borges; Marim; Rodrigues, 2010; Moura *et al.*, 2020).

## CONCLUSÃO

A análise da expansão urbana em Mossoró, com foco nos bairros Nova Mossoró, Alto das Brisas e Cidade Alta, evidenciou os impactos significativos do crescimento horizontal na paisagem urbana e na redução da cobertura vegetal. Através das imagens de satélites estudadas, é notável que houve aumento significativo nos loteamentos e na variedade de residências populacionais, principalmente, para o bairro Cidade Alta, sendo sua área urbana até dez vezes maior que a registrada no ano de 2013. Quanto à cobertura vegetal, o bairro Alto das Brisas apresentou o maior percentual de área vegetada entre os bairros estudados, com 59,26%, enquanto isso o bairro Cidade Alta teve os níveis mais preocupantes, com apenas 5% de área vegetada em 2023.

Observou-se que os bairros planejados apresentam padrões construtivos que priorizam a maximização do espaço urbano em detrimento da preservação de áreas verdes, contribuindo para o aumento das superfícies impermeabilizadas e a degradação ambiental. Esse processo compromete a qualidade ambiental, intensificando os efeitos de ilhas de calor e aumentando as temperaturas médias locais, conforme demonstrado pelas análises de TST. As áreas verdes fundamentais para o equilíbrio do microclima e a promoção de uma qualidade de vida satisfatória foram negligenciadas, reforçando a necessidade de regulamentações mais rigorosas e de um planejamento urbano sustentável.

Estudos complementares, como os de Stanganini, Melanda e Lollo (2019) e Romero *et al.* (2020), corroboram os resultados desta pesquisa, ressaltando que a ausência de vegetação e o aumento das superfícies impermeáveis impactam negativamente o microclima e a saúde ambiental das cidades. A ausência de arborização planejada e a responsabilidade transferida aos moradores para a manutenção da arborização, agravam a situação. Além disso, a falta de um manual técnico municipal para arborização e urbanização sustentável compromete o desenvolvimento de bairros que possam conciliar expansão urbana e conservação ambiental.

É importante que políticas públicas priorizem a criação e a manutenção de áreas verdes urbanas, considerando as particularidades do semiárido e o importante papel da vegetação no controle térmico e na melhoria da qualidade de vida. Propõem-se estudos futuros mais detalhados sobre a relação entre a perda de cobertura vegetal e seus impactos na qualidade de vida da população local. Portanto, os resultados desse estudo podem servir de base para iniciativas futuras de restauração da vegetação, além de orientar estratégias de planejamento urbano para futuros empreendimentos imobiliários, com o objetivo de promover um ambiente urbano mais saudável que incorpore estratégias sustentáveis, aumentando áreas verdes e arborização planejada nos novos bairros de Mossoró/RN. Essas medidas

são essenciais para mitigar os impactos negativos do crescimento urbano e promover um ambiente mais saudável e equilibrado para a população.

## REFERÊNCIAS

- AIRES, A. A.; BEZERRA, J. M. Mapeamento do índice de vegetação e temperatura de superfície da cidade de Pau dos Ferros-RN. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 113-131, 2021. <https://doi.org/10.3895/rts.v17n48.12459>
- ALVES, A. C.; FREITAS, I. S.de.; SANTOS, M. Q.dos. Análise Multitemporal da Expansão Urbana da Cidade de Manaus, Amazonas, utilizando imagens de satélite. **Geosaberes** [online], v. 11, p. 305-317, 2020. <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.802>
- ALVES, A. D. L. Intensidade e modelagem das ilhas de calor urbanas de superfície em cidades de pequeno porte: análise da região do oeste goiano, **Boletim Geográfico de Maringá**, v. 37, n. 1, p. 50-63, 2019. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i1.37346>
- ANGELIS, B. L. D.; DE ANGELIS NETO, G. Os topônimos das praças de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 23, p. 1561-1567, 2001.
- BORGES, F. R. A. C.; MARIM, G. C.; RODRIGUES, J. E. C. Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: Um estudo de caso no bairro da Pedreira – Belém-PA. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6. SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010. **Actas....** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em: <https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cezar>. Acesso em: 5 nov. 2023.
- 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, 22 de dezembro 2017. <https://doi.org/10.36776/ribsp.v1i3.27>
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim informativo da SBAU**, v. 7, n. 3, p. 7, 1999.
- COSTA, J. M.; COSTA, J. M.; SILVA, A. L. G. Ilhas de calor e a importância da arborização urbana para o município de Paço de Lumiar, MA, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e175111436198-e175111436198, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36198>
- COSTA, L. C. S.; MANESCHY, R. Q.; LOPES, L. O. D. C. O processo de expansão urbana e seu impacto na cobertura vegetal de Macapá. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 2022. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.2.p694-709>
- DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; da SILVA LEANDRO, D.; BOHRER, J. F. C.; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Desenvolvimento em questão**, v. 15, n. 40, p. 175-203, 2017. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2017.40.175-203>
- GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível em: <http://earth.google.com/>, 2009. Acesso em: 1 nov. 2023.
- GOULART, F.; GÜNTHER, H. O papel da arborização urbana na vivência do pedestre: Um estudo sob a perspectiva pessoa-ambiente. In: PLURIS 2018: LUSO-BRAZILIAN CONGRESS FOR URBAN, REGIONAL, INTEGRATED AND SUSTAINABLE PLANNING, 8., 2018. **Anais...** Coimbra, p. 869-882.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Base de Faces de Logradouros do Brasil**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=30138&t=sobre>. Acesso em: 20 nov. 2023.
- LIMA, D. de F.; SOUZA JUNIOR, A. M. de; LIMA JUNIOR, F. do O.de; QUEIROZ, J. H. de M. Expansão urbana de São Miguel/RN: análise no recorte temporal de 2000 A 2017. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 22, n. 80 p. 182–200, 2021. <https://doi.org/10.14393/RCG228054814>



- MOSSORÓ. **Lei complementar nº 012/2006** cap V. seção III, art. 81, de 11 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mossoró e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Mossoró, Gabinete da Prefeita. Mossoró, 2006.
- MOURA, J. S.; PEREIRA, A.C. de M.; DOS SANTOS, J. S.; SANTANA, S. H. M.; SILVA, M. A. M.; FERREIRA, W. N. Inventário florístico e percepção da população sobre a arborização urbana na cidade de Brejo Santo, Ceará. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 10, p. 75773–75792, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-124>
- NUCCI, J. C. Qualidade Ambiental e adensamento urbano. São Paulo: Editora Fapesp. 2001.
- PEREIRA, P. B.; NUNES, H. K. de B.; ARAÚJO, F. A. da S. Análise multitemporal de uso, ocupação e cobertura da terra na zona Leste da cidade de Caxias/Maranhão/Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1415-1428, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbge.v14.3.p1415-1428>
- PEREIRA JÚNIOR, L. R. P.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociologia de um fragmento de caatinga em Monteiro, Paraíba. **Holos**, v. 6, p. 73-87, 2012. <https://doi.org/10.15628/holos.2012.1188>
- PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 9. **Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/#>. Acesso em: 12 out. 2024.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS **Geographic Information System**. Versão 3.28.10 'Firenze'. 2022. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 15 mai. 2022.
- REZENDE, M.; ROSENDO, J.D. S. Análise da evolução da ocupação do uso da terra no município de Ituiutaba-MG utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. **Rev. Horizonte Científico**, v. 3, n. 1, 2009.
- RIBEIRO, N. G. R. **Análise Multitemporal da Cobertura Vegetal no Plano Diretor Urbano de Palmas-To**. Dissertação (Mestrado). Porto Nacional, UFT. 2019. Disponível: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/2077>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- ROMERO, C. W. D. S.; SILVA, H. R.; MARQUES, A. P.; MACEDO, F. L. D.; FARIA, G. A.; ALVES, M. C. Relação entre as ilhas de calor e uso e ocupação do solo em centros urbanos de pequeno porte utilizando o sensoriamento remoto. **Geosciences= Geociências**, v. 39, n. 1, p. 253-268, 2020. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v39i1.14399>
- SALLES, M. C. T.; GRIGIO, A. M.; SILVA, M. R. F. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN-Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 25, p. 281-290, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132013000200006>
- SILVA, J. S.; FARIAS FILHO, M. S. Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA). **Ra'e Ga**, v. 46, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.5380/raega.v46i1.52552>
- SILVA COSTA, J. R.; FARIAS, D. T.; BOTREL, R. T. Levantamento da população arbórea em bairro recém-planejado de Mossoró-RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, 2019. <https://doi.org/10.30969/acsa.v15i2.1110>
- SILVA, S. C. T. N.; DOS SANTOS, J. S. Capítulo 7, A formação de ilhas de calor no espaço geográfico intraurbano da cidade de Mossoró/RN. Mossoró, RN: **Edições UERN**, 2023.
- SILVA BESERRA, F. R.; PEREIRA JÚNIOR, E. A. Diferenciação espacial na escala intraurbana: análise dos impactos da indústria da construção civil na cidade de Mossoró. **Geografares**, n. 30, 2020.
- SILVA, L. S.; COSTA, I. S.; CASTRO, A. A. B. C. Geotecnologias como auxílio no Planejamento Urbano - O uso do Google Earth como ferramenta de visualização espacial para o planejamento urbano. ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL- ENANPUR, 18 – Natal. **Anais...** 2019. Disponível: <http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais-sts/#>. Acesso em: 1 nov. 2024.
- STANGANINI, F. N.; MELANDA, E. A.; DE LOLLO, J. A. O uso de imagens multitemporais na reconstrução do processo de crescimento urbano. Estudo de caso: sub-bacia do córrego do chibarro em São Carlos–SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., Santos. **Anais eletrônicos...** INPE, 2019.
- TOSTES, J. A. **Além da Linha do Horizonte**. João Pessoa: Sal da terra Editora. 2012.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME. **World cities report 2022**: envisaging the future of cities. United Nations Research Institute for Social Development, 2022.

USGS. United States Geological Survey. **Landsat 8**. Sensor OLI. Canal 10. Órbita 216 ponto 63. De 06 de junho de 2018. 2018. Disponível em <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 3 jan. 2024.

VALE, W. K. S.; DIODATO, M. A.; GRIGIO, A. M.; SARAIVA, A. L. B. C.; SOUZA NETO, L. T. Mapeamento da Temperatura Superficial Terrestre (TST), com base em imagem de satélite: caso da área urbana de Mossoró/RN. In: PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; PESSI, D. D.; GAMARRA, R. M.; SILVA, N. M. da; RIBEIRO, V. de O.; CHAVES, J. R. (Org.). **Geotecnologias para Aplicações Ambientais**. 1. ed. Maringá: Uniedusul, 2021, p. 277-287.

---

Recebido em: 20/11/2024

Aceito para publicação em: 07/02/2025