



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Nathan Emanuel Silva de Paiva

Modelagem Espacial da distribuição de serviços urbanos no município de Mossoró-RN

MOSSORÓ

2025

Nathan Emanuel Silva de Paiva

Modelagem Espacial da distribuição de serviços urbanos no município de Mossoró-RN

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da
Silva.

MOSSORÓ

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P142m Paiva, Nathan Emanuel Silva de .
Modelagem Espacial da distribuição de serviços
urbanos no município de Mossoró-RN / Nathan
Emanuel Silva de Paiva. - 2025.
43 f. : il.

Orientador: Paulo Cesar Moura da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

1. Geoprocessamento. 2. Planejamento Urbano.
3. Interpolação. I. Silva, Paulo Cesar Moura da,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Nathan Emanuel Silva de Paiva

Modelagem Espacial da distribuição de serviços urbanos no município de Mossoró-RN

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 27 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Paulo Cesar Moura da Silva, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Daniela da Costa Leite Coelho, Prof.^a. Dr.^a. (UFERSA)
Membro Examinador

Camila Gabrielle de Araújo Santos, Esp.^a
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, saúde e perseverança para concluir mais esta etapa da minha jornada acadêmica.

Aos meus pais e à minha família, pelo apoio incondicional, pelos ensinamentos e pelo incentivo contínuo, que foram fundamentais para minha formação, tanto pessoal quanto profissional.

Aos professores que contribuíram com seus conhecimentos e orientações ao longo da minha trajetória acadêmica, proporcionando uma base sólida para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador, por sua dedicação, paciência e valiosas contribuições, que foram essenciais para a realização deste estudo. Seu comprometimento e incentivo foram determinantes para que este trabalho fosse concluído com êxito.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, e que sempre estiveram torcendo por mim, meu sincero agradecimento.

RESUMO

O mapeamento de serviços urbanos é uma ferramenta essencial para compreender a distribuição espacial da infraestrutura urbana e auxiliar no planejamento urbano. A desigualdade no acesso a esses serviços pode impactar diretamente a qualidade de vida da população, tornando fundamental a utilização de métodos de análise espacial para identificar padrões de concentração e carência. Este trabalho buscou analisar a distribuição espacial dos serviços urbanos na cidade de Mossoró, estado brasileiro do Rio Grande do Norte, utilizando técnicas de geoprocessamento e modelagem espacial. A metodologia adotada baseou-se na modelagem espacial com equação da reta e técnicas de interpolação para criação de mapas temáticos com a distribuição espacial de serviços. Os resultados indicaram uma concentração significativa de serviços na região central do município, como os bairros Centro e Bom Jardim, enquanto áreas periféricas apresentam baixa oferta destes, tais como os bairros Presidente Costa e Silva e Bom Jesus. A classificação das áreas de influência permitiu identificar zonas de maior e menor acesso aos serviços, fornecendo subsídios para o planejamento urbano. O estudo reforça a importância do geoprocessamento como ferramenta estratégica para a gestão territorial, possibilitando uma análise detalhada da infraestrutura urbana e embasando decisões para um desenvolvimento mais equilibrado. A descentralização dos serviços surge como uma alternativa viável para reduzir desigualdades, promovendo maior equidade no acesso à infraestrutura e contribuindo para o crescimento sustentável da cidade.

Palavras-chave: Geoprocessamento, Planejamento Urbano, Interpolação.

ABSTRACT

Urban service mapping is an essential tool for understanding the spatial distribution of urban infrastructure and supporting urban planning. Inequality in access to these services can directly impact the population's quality of life, making it crucial to use spatial analysis methods to identify patterns of concentration and scarcity. This study aimed to analyze the spatial distribution of urban services in the city of Mossoró, in the Brazilian state of Rio Grande do Norte, using geoprocessing and spatial modeling techniques. The adopted methodology was based on spatial modeling with a regression equation and interpolation techniques to create thematic maps representing the spatial distribution of services. The results indicated a significant concentration of services in the central region of the municipality, such as the Centro and Bom Jardim neighborhoods, while peripheral areas, such as Presidente Costa e Silva and Bom Jesus, showed a low availability of these services. The classification of influence areas allowed the identification of zones with higher and lower service accessibility, providing insights for urban planning. The study highlights the importance of geoprocessing as a strategic tool for territorial management, enabling a detailed analysis of urban infrastructure and supporting decisions for more balanced development. The decentralization of services emerges as a viable alternative to reducing inequalities, promoting greater equity in infrastructure access, and contributing to the city's sustainable growth.

Keywords: Geoprocessing, Urban Planning, Interpolation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Delimitação dos Bairros do município de Mossoró-RN, Brasil	23
Figura 2	–	Serviços urbanos de Mossoró.....	28
Figura 3	–	Distribuição dos pontos aleatórios.....	29
Figura 4	–	Buffers de 400 metros.....	30
Figura 5	–	Distribuição de serviços no buffer 62.....	30
Figura 6	–	Mapa de Calor dos serviços de Mossoró.....	34
Figura 7	–	Mapa de calor reclassificado com intervalos de concentração.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	–	Funções de Kernel.....	20
Quadro 2	–	Intervalo para classificação das áreas.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Quantidade de serviços em cada área	31
Tabela 2	–	Grau de concentração dos serviços.....	33
Tabela 3	–	Classificação das áreas.....	38

SUMÁRIO

1 Introdução.....	11
2 Objetivos.....	13
2.1 Objetivos gerais.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
3 Referencial teórico.....	14
3.1 Planejamento urbano.....	14
3.1.1 Zoneamento.....	15
3.2 Geoprocessamento.....	16
3.2.1 Sistema de Informação geográfica (SIG)	17
3.2.2 Georreferenciamento.....	17
3.2.3 Método de Kernel e Mapas de calor.....	18
3.3 Geoprocessamento no planejamento Urbano.....	20
4 Metodologia.....	22
4.1 Caracterização do local: Cidade de Mossoró.....	22
4.2 Materiais.....	23
4.3 Método.....	24
4.3.1 Geocodificação dos dados.....	24
4.3.2 Definição das áreas de influência.....	25
4.3.3 Catalogação e classificação das áreas.....	25
4.3.4 Geração do mapa de calor.....	26
5 Resultados e Discussões.....	28
5.1 Georreferenciamento dos dados.....	28
5.2 Geração das áreas para coleta de amostras.....	28
5.3 Coleta e Extração de amostras.....	30
5.4 Grau de concentração dos serviços.....	32
5.5 Geração do Mapa de Calor.....	34
5.6 Classificação das áreas.....	36
6 Considerações finais.....	40
Referências.....	41

1 INTRODUÇÃO

A cidade pode ser caracterizada como um produto de uma condição coletiva, envolvendo fatores como a prefeitura, o governo do estado, o poder público e os grupos da sociedade civil; quem produz outros bens de consumo senão as construções, quem constrói tanto formalmente quanto informalmente, quem oferece serviços e dentre outros.

Para a produção de desenvolvimento da cidade, cada um desses fatores tem seus próprios interesses. Segundo Corrêa (2004), as ações e medidas desses fatores resultam na produção de espaços desiguais na cidade, onde algumas áreas acabam recebendo maior atenção e investimentos, enquanto outras áreas são deixadas em segundo plano, provocando diferenças na valorização da cidade, onde quem pode pagar pelos bens e serviços escolhe onde se localizar e quem não pode pagar caro, se aloca onde consegue.

O termo desigualdade urbano se refere a desigualdade dos grupos da população ao acesso de bens serviços e infraestruturas das cidades, impactando aqueles com baixa renda. Dessa forma, privatizando os direitos de parte da população. Villaça (2012) define o termo segregação de classes sociais, como sendo um processo de separação de grupos sociais no espaço urbano, onde diferentes classes ou camadas sociais possuem a tendência de se concentrar em mais em um conjunto de bairros ou diferentes regiões.

Tal desigualdade destes espaços, limitam ou privam o acesso de boa parte da população ao acesso de bens, infraestrutura urbana, locais de ofertas de trabalhos e também os serviços urbanos, sejam elas comerciais, industriais, hospitalares e dentre outros.

Dado esse contexto, isso pode se dar por ocorrências de urbanização acelerada e com mal planejamento, comumente observada em regiões subdesenvolvidas, acarretando numa série de problemas de ordem social, como citadas anteriormente.

A falta de condições ao acesso de serviços e bens públicos necessários, é uma realidade presente em boa parte das cidades brasileiras. A cidade de Mossoró, localizada no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, foco deste trabalho, não é uma exceção a esse caso, o qual não é necessário realizar uma pesquisa muito criteriosa para encontrar casos de diferenças de acesso aos serviços públicos do município, no que diz respeito a diferentes regiões ou bairros da cidade.

É necessário analisar como está a distribuição espacial das áreas de serviços com os bairros e regiões da cidade de Mossoró, para poder analisar as condições para o acesso dentre os bairros.

Ferramentas de monitoramento e técnicas de monitoramento espaciais, como geotecnologias e métodos de geoprocessamento, como Georreferenciamento podem auxiliar na análise espacial.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2012), o geoprocessamento é uma ferramenta tecnológica fundamental que utiliza técnicas computacionais para a coleta, análise, processamento e visualização de dados geográficos. Essa tecnologia integra informações espaciais e atributos descritivos, permitindo a compreensão da realidade e auxiliando na definição de ações em diversas áreas, como planejamento urbano, gestão ambiental e infraestrutura. Os mapas de Kernel por sua vez, são ferramentas que facilitam a visualização da distribuição espacial de eventos, como a densidade de serviços.

Como dito anteriormente, devido a tal desigualdade, a respeito ao acesso de bens e serviços urbanos de Mossoró, isso afeta diretamente o bem estar da população, além da ampliação na disparidade social, econômica e de saúde entre os diferentes grupos da população e regiões da cidade. A compreensão de que, facilitar o acesso a esses serviços, é fundamental para o desenvolvimento sustentável e equitativo de Mossoró, afim de promover a inclusão social, melhora nas condições na qualidade de vida dos moradores.

Além disso, análises das desigualdades ao acesso de serviços pode contribuir para o fortalecimento da resiliência urbana, como orientar intervenções e investimentos que fortalecem a capacidade da população em lidar com adversidades.

Desta forma, este trabalho pode auxiliar no planejamento urbano e no desenvolvimento sustentável da cidade, analisando a distribuição espacial dos serviços, comparado com a densidade e localização populacional, auxiliando em planejamento de infraestruturas, ordenamento territorial, alocação de recursos a fim de um crescimento urbano mais equilibrado organizado e eficiente.

2. Objetivos

2.1 Objetivos gerais

Investigar a desigualdade do acesso a serviços públicos do município, em relação a densidade e a localização populacional, visando entender disparidades espaciais na distribuição de serviços essenciais na cidade de Mossoró-RN. A fim de promover uma maior igualdade no acesso de serviços e melhorar a qualidade de vida dos moradores, esse trabalho, visa contribuir com o desenvolvimento de intervenções urbanas direcionadas e desenvolver políticas mais eficazes, utilizando técnicas de geoprocessamento para auxílio no planejamento urbano e tomadas de decisões.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar e mapear os principais estabelecimentos que fornecem serviços essenciais de Mossoró, tais como saúde, educação, hospitais, lazer, dentre outros;
- Utilizar métodos de georreferenciamento e análise através de mapas de Kernell, para analisar a densidade e a concentração de áreas de serviços, identificando onde a densidade da população influencia a disponibilidade e acessibilidade dos serviços;
- Analisar as disparidades do acesso a serviços entre os diferentes bairros e regiões da cidade em questão, destacando áreas carentes e grupos que são mais afetados pela desigualdade de acesso.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Planejamento urbano

De acordo com Silva (2004) a atividade urbanística, voltada à elaboração e execução do planejamento urbano, é de função do poder público que é feito através de procedimento e normas construídas com o objetivo de transformar a realidade urbana.

Para Villaça (2004) o planejamento urbano também pode ser considerado um conjunto de metas que analisa todos os aspectos do fator envolvido afim de alcançar um certo objetivo. Sendo assim, ele tem a reponsabilidade de estabelecer um equilíbrio entre os limites do desenvolvimento com as necessidades humanas, levando em conta as potencialidades e deficiências locais.

Segundo o entendimento de Villaça (2004),

“Parece-nos evidente que só podem ser consideradas da esfera do “planejamento urbano” apenas aquelas ações do Estado sobre o urbano que tenham sido objeto de algum plano, por mais amplo que seja o conceito de plano. Assim, não são objeto desta análise as ações sem plano, embora o sejam os planos sem ação.” (Villaça, 2004).

Segundo Piérولا e Almeida (2016), é um erro comparar urbanismo e planejamento urbano, pois o primeiro está mais atrelado habitualmente à profissionais de arquitetura, o segundo tem um propósito mais ampliado, onde profissionais de diversas áreas de conhecimento se unem para planejar o espaço urbano. Como pode-se ver, é necessário a participação de todas as áreas de conhecimento na construção do planejamento urbano, em busca de um resultado englobante.

Em outras palavras, para Piérولا e Almeida (2016), o planejamento urbano busca a estruturação ou reestruturação de espaços urbanos, de uma maneira para fornecer instrumentos, garantindo a melhoria de sistemas em declínio devido sua ineficiência e a aplicação de novos instrumentos para alcançar resultados satisfatórios.

Casimiro (2017) ressalta que o planejamento urbano não deve se limitar à organização do espaço físico das cidades, mas deve incorporar a participação ativa da sociedade na

formulação das políticas públicas. Dessa forma, o planejamento se torna um instrumento de gestão democrática, permitindo que a população contribua para a construção e reestruturação do ambiente urbano de maneira mais inclusiva e eficiente. Essa abordagem amplia a visão sobre o desenvolvimento das cidades, considerando não apenas a infraestrutura, mas também as necessidades sociais e econômicas dos cidadãos.

Lacerda (2013) destaca a importância da cooperação entre diferentes áreas do conhecimento no planejamento urbano e regional, enfatizando a necessidade de abordagens multidisciplinares e interdisciplinares. A complexidade das cidades exige que profissionais de diversas especialidades trabalhem em conjunto para desenvolver soluções eficazes e sustentáveis, capazes de lidar com os desafios urbanos presentes e futuros. Esse modelo de planejamento favorece uma compreensão mais ampla do território e das dinâmicas sociais, garantindo que as intervenções sejam mais bem fundamentadas e direcionadas às reais demandas da população.

Tendo em vista disso, pode-se concluir que planejamento urbano, é um conjunto de técnicas que visam um objetivo em comum, mais voltado para o cenário espacial de um município, com a participação do estado, de profissionais de diversas áreas e da população.

3.1.1 Zoneamento

Dos vários instrumentos do planejamento urbano, destaca-se o zoneamento urbano, como um de seus principais parâmetros, e muito utilizado em planos diretores, como uma forma de divisão de áreas da cidade, incidindo diretrizes diferentes quanto ao uso e a ocupação do solo de cada uma delas.

Zoneamento pode ser entendido como, segundo Villaça (1995), a legislação urbanística que divide a área urbana e de expansão urbana dos municípios em zonas, sendo que para cada uma a lei define: a taxa máxima do aproveitamento dos terrenos, a taxa máxima de ocupação dos terrenos e os usos permitidos e proibidos na zona.

Pode-se inferir primeiramente que, zoneamento é um instrumento legal à disposição do Poder público para definir diversos setores da cidade, sendo calcificado a partir dos diversos usos e vistas de diferentes atividades. Dessa forma as definidas “zonas de uso” caracterizadas por Silva (2007), como sendo:

“a) zona de uso estritamente residencial; b) zona de uso predominantemente residencial; c) zona de uso misto; d) zona de uso estritamente industrial; e) zona de uso predominantemente industrial; f) zona de uso comercial; g) zona de uso de serviços; h) zona de uso institucional (educação, saúde, lazer, esporte, cultura, assistência social, culto, administração e serviço público); i) zona de usos especiais; j) zona de uso turístico.” (Silva, 2007).

Silva (2007), ainda menciona que, a definição e a catalogação das diversas combinações possíveis somente podem ser consideradas e tomadas mediante uma realidade que considera as condições locais. Segundo ele, o solo urbano, assim como o de zonas de expansão urbana, o de zonas urbanizáveis e aqueles de interesse urbanístico especial, destinasse ao cumprimento das funções urbanas de habitar, trabalhar, circular e recrear.

Dessa forma, para Silva (2007), o zoneamento urbano, é uma forma de determinar o desenvolvimento físico da terra e definir tipos de uso para cada propriedade, especificando as atividades de suas áreas como residenciais, industriais, recreativas, comerciais e dentre outros. É possível destacar que o zoneamento urbano, é uma ferramenta essencial para o planejamento urbano, sendo confundido com o próprio Plano Diretor em alguns casos. Ele tem como objetivo alcançar os objetivos que o estado e os cidadãos almejam para seu município.

3.2 Geoprocessamento

O termo geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de técnicas e ferramentas computacionais que permitem o tratamento de informações geográficas, incluindo coleta, armazenamento, análise e apresentação de dados espaciais, segundo Silva (2020). Além disso Ferreira (2019) também afirmar que é uma tecnologia que possibilita a análise integrada de dados espaciais e tabulares, sendo amplamente utilizado para planejar, monitorar e gerenciar territórios de forma eficiente

Diante disso, Segundo Araújo (2017), o geoprocessamento de dados vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, prospecção de minérios, transportes, comunicações, energia e planejamento rural e urbano.

Nesse contexto, Lang e Blaschke (2019), afirmam que o geoprocessamento compreende um conjunto de dados processados que permitem conhecimentos diversificados atrelados aos meios de aquisição armazenamento de um conjunto de formações, favorecendo um agrupamento de várias tecnologias, permitindo que os usuários criem técnicas inovadoras quanto a aquisição de elementos característicos, permitindo o arquivamento de fontes,

gerenciamento e manipulações de informações cruzando dados para aplicação em diversos campos do conhecimento para empresas e governos.

3.2.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Um Sistema de Informação Geográfica, consiste em um conjunto de ferramentas computacionais para o geoprocessamento, permitindo a manipulação e integração de dados de diversas fontes, criando um banco de dados digital com informações georreferenciadas, segundo Câmara e Davis (2001).

De acordo com Fitz (2008), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são sistemas computacionais que integram dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Em suma, os SIG's são ferramentas do geoprocessamento, que utilizando um sistema gerenciador de um banco de dados georreferenciados e permitem a realização de análises espaciais complexas através da rápida formação e alternância de cenários, permitindo que planejadores e administradores, subsídios para tomada de decisões.

É possível concluir que a utilização do geoprocessamento, como ferramenta nas áreas de dados espaciais e geográficos para tomada de decisões e solução de problemas, se mostra uma alternativa efetiva a se tomar.

3.2.2 Georreferenciamento

Endereço é a principal maneira de conceitualizar a localização no mundo atual, diz Zandbergen (2009). Esse fato se dá pela utilização dos endereços estarem presentes em diversas aplicações de diferentes áreas de estudos, como na saúde, ciências sociais, análises ambientais, ciência da computação, economia e outros campos.

Zandbergen (2009) ainda afirma que para que se possa utilizar a localizações nas aplicações, é preciso criar uma representação computacional do endereço. Dessa forma, a forma mais comum é a utilização de coordenadas de x e y em um plano, sendo representados por

latitude e longitude. O autor nomeou o processo de converter endereços nessas coordenadas de Geocodificação ou Georreferenciamento e o dividiu em três etapas:

- Processamento do endereço de entrada: os endereços são lidos, dividido em componentes (ruas, números, etc.), padronizado e cada campo é atribuído uma categoria; por fim as categorias são ordenadas;
- Busca na base de referência: dependendo do tipo de algoritmo escolhido, é feito uma busca de referência para selecionar e classificar potenciais candidatos como resposta; e,
- Seleção do(s) candidato(s) para resposta: após a busca, a classificação gerada é analisada e os melhores candidatos são selecionados.

Segundo Longley (2013), o georreferenciamento, além de representar os endereços computacionalmente, utilizando latitude e longitude, oferece várias vantagens:

- Precisão espacial: é capaz de indicar com alta precisão a localização de um determinado endereço;
- Cálculos de distância: sendo um sistema espacial, permite a obtenção de distâncias e, por consequência, o cálculo de outras métricas entre endereços; e,
- Compreensão global: é um sistema usado mundialmente e, geralmente, é mais fácil de identificar e entender.

3.2.3 Método de Kernel e Mapas de calor

Segundo Kawamoto, (2021), a técnica de Kernel é baseada em um estimador de probabilidade da intensidade do processo pontual não-paramétrico através da função Kernel. As ocorrências das variáveis, nas áreas, podam meio de um sistema de coordenada, são as entradas para começar a aplicação.

Segundo Câmara e Carvalho, (2004), a função Kernel faz uma contagem de todos os pontos presentes em uma determinada área, ponderando-as pela distância de cada um em relação a localização de interesse. Para Kawamoto (2012), a densidade Kernel:

“suaviza a superfícies, calculando a densidade para cada região da área de estudo, utilizando interpolação. Isto permite a construção de uma superfície contínua de ocorrências das variáveis, inferindo para toda a área de estudo a variação espacial da variável, mesmo nas regiões onde

o processo não tenha gerado nenhuma ocorrência real, permitindo verificar, em escala global, possíveis tendência de dados.” (Kawamoto,2012).

Diante disso, pode-se concluir que a estimativa Kernel, é um método estatístico que calcula a densidade de pontos ou eventos em um espaço, interpolando-os, criando uma superfície contínua, representando a intensidade do acontecimento. Essas chamadas “áreas quentes”, “hotspots”, ou “mapas de calor”, representam uma ocorrência nas áreas quente como uma concentração de eventos, indicando alguma forma de aglomeração de um fenômeno em uma distribuição espacial, diz Santana, (2014).

A densidade Kernel baseia-se em quantificar as relações dos pontos dentro de um raio de busca, com base em uma determinada função estatística, onde se analisa padrões traçados por um determinado conjunto de dados pontuais, em que se estima a densidade na área de estudo, diz Bergamaschi (2010).

Para Bergamaschi (2010) o estimador de Kernel depende principalmente de dois parâmetros, o raio de influência ou de busca e a função de estimação ou interpolação. Dependendo do raio de busca, pode-se ter uma superfície mais suave, se for um valor muito grande. Ao definir esse parâmetro, é definido a vizinhança ao redor de um ponto, dessa forma será estimado a intensidade Kernel do fenômeno que se deseja estudar.

Kawamoto (2012) define que densidade Kernel é dada pela Equação 1 a seguir:

$$f_h(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right) \quad (1)$$

Onde:

- K – Função de Kernel;
- h – Raio de busca;
- x – posição do centro de cada célula do raster de saída;
- X_i – posição do ponto i advindo do centroide de cada polígono; e,
- n – número total de focos de calor.

O estimador de densidade Kernel desenha uma vizinha circular ao redor de cada ponto da amostra, o que corresponde ao raio de busca, dessa forma, é aplicada uma função matemática

de 1, na posição do ponto, a 0, na fronteira da vizinhança. O valor de cada célula é a soma dos valores kernel sobrepostos e divididos pela área de cada raio de pesquisa, afirma Souza (2013).

A função de estimação Kernel K, pode ser determinada de acordo com o objetivo do trabalho, e com o banco de dados disponíveis. Existem cinco tipos de funções de estimatórias Kernel, sendo elas apresentadas no Quadro 1:

Quadro 1: Funções de Kernel.

Função kernel (k)	Descrição
Quártica	Pondera com maior peso os pontos mais próximos do que pontos distantes, mas o decréscimo é gradual.
Triangular	Dá maior peso aos pontos próximos do que os pontos distantes dentro do círculo, mas o decréscimo é mais rápido.
Uniforme	Pondera todos os pontos dentro do círculo igualmente
Epanechnikov	É o ideal no sentido de variância mínima
Gaussiana ou Normal	Pondera os pontos dentro do círculo de forma que os pontos mais próximos têm maior peso comparados com os mais afastados

Fonte: Adaptado pelo pesquisador Rizzatti (2020) de Kawamoto (2012).

A escolha mais adequada da função kernel (K) a ser utilizada, é de suma importância para o objetivo almejado, por que cada uma das funções leva a um resultado diferentes. É importante destacar a importância da escolha adequada para o raio de busca, que também pode-se obter resultados significativamente diferentes.

3.3 Geoprocessamento no planejamento Urbano

Tendo em vista que o geoprocessamento pode ser utilizado em diversas áreas quando se trata de situações espaciais, pode-se pensar em usufruir de suas técnicas e aplica-las para auxílio do planejamento e desenvolvimento urbano.

Quando se fala em planejamento urbano, o geoprocessamento é destacado como uma importante ferramenta para auxílio em tomadas de decisões da administração pública municipal, permitindo um completo estudo de território em relação as características físicas, socioeconômicas e político-sociais. Uma visão mais detalhada e completa de um município é de suma importância para uma boa gestão, destacam Silva e Leonardi (2016).

Cordovez (2002) afirma que conhecer onde os problemas podem acontecer poder visualiza-los espacialmente facilita seu entendimento, mostrando também as respectivas soluções possíveis. Dento isso em vista, utilizar as ferramentas de geoprocessamento, que permitem o mapeamento de problemas urbanos com informações físicas, geográficas, demográficas, topográficas e de infraestrutura, levando a uma análise espacial, gerando soluções mais racionais do que as sugerias através de análises de informações alfanuméricas.

Segundo Duarte (2010), técnicas de geoprocessamento permitem um melhor planejamento de tarefas e um melhor entendimento aos usuários internos e externos. Além disso, o acesso aos dados geográficos, que permitem uma visualização incisiva da realidade sócio-espacial de cada região pela população se mostra bastante útil no processo de argumentação coletiva como facilitador do diálogo entre os diferentes atores urbanos no processo do orçamento participativo, destaca Duarte (2010).

Como foi possível analisar, o geoprocessamento e suas técnicas possibilitam a visualização e análise detalhada da distribuição espacial de recursos e serviços, tornando-se uma ferramenta indispensável no planejamento urbano moderno para a promoção de cidades mais organizadas e sustentáveis, de acordo com Almeida (2019).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização do local: Cidade de Mossoró-RN

O objeto de estudo escolhido foi a cidade de Mossoró, localizada no estado do Rio Grande do Norte – RN, Brasil. O município possui uma área de aproximadamente 2.100 km², sendo identificado como o maior em questão de território do estado. A população estimada é de aproximadamente 264.577 habitantes com uma densidade demográfica de 126 habitantes por quilômetro quadrado, segundo dados do censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022).

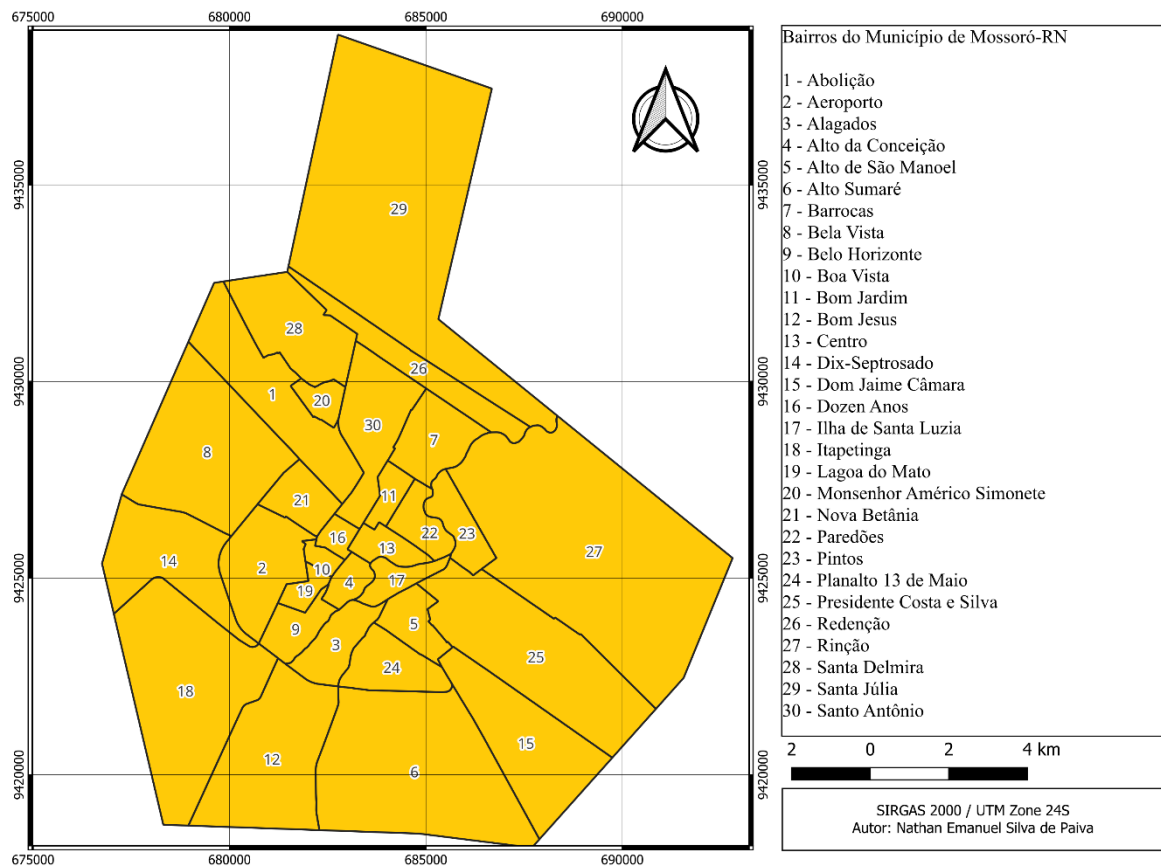
A cidade em questão possui uma área urbanizada de 73,55 km², onde as principais classes de uso urbano são as de uso residencial, comercial e as de serviços, ocupando cerca de 72% da área Urbana. Segundo Fidelis-Medeiros e Grigio (2019), essa classe demonstra a importância de Mossoró para um contexto regional, como uma cidade possuindo uma série de comércios e serviços importantes para a região.

De acordo com um estudo realizado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - IDEMA (2008), o relevo é principalmente plano, com uma altitude média de 100 metros., com uma formação composta pela Depressão Sertaneja/São Francisco, pela Chapa de Apodi, por planícies fluviais e por depressões sublitorâneas.

Em relação ao clima, o IDEMA (2008), averiguou como muito quente e semiárido; apresentando um período chuvoso de fevereiro até abril, com uma temperatura média de 27,4°C, e com picos de 36,0°C e 21,0°C de temperaturas máximas e mínimas, respectivamente. Além disso, foi constatado uma humidade relativa de 70%.

Para ter um entendimento melhor da zona urbana da cidade, ela consta com 30 bairros, como ilustrado na Figura 1 a seguir. Essa divisão será útil para poder comparar a distribuição de serviços ao redor da área urbana.

Figura 1: Delimitação dos Bairros do município de Mossoró-RN, Brasil.



Fonte: Autoria Própria (2025).

4.2 Materiais

Para atender a proposta de uma análise espacial da concentração de edificações urbanas focadas em serviços, na área urbana de Mossoró, foi necessário o auxílio de certos materiais digitais específicos, sendo eles:

- Dados espaciais advindos da Secretaria de Tributação de Mossoró (2022), sendo:
 - Endereços, por meio de CEP, de residências, comércios, prestadores de serviços, hospitais escolas industrias e unidades de saúde da zona urbana de Mossoró, em formado de Planilha do Excel;
- Ferramentas SIG's, como os softwares Google Earth e QGIS;
- Planilhas para catalogação e manipulação dos dados obtidos.

4.3 Método

O método de análise espacial utilizado neste estudo baseia-se em técnicas desenvolvidas por professores e estudantes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Métodos como de Botrel (2018), que em sua pesquisa, qualifica sítios aleatórios para encontrar a melhor localização para instalação de uma Estação de tratamento de esgoto - ETE, enquanto Fonseca (2024) faz uma estimativa para o valor venal de áreas urbanas. Ambos utilizam critérios específicos que direcionam pontos amostrais para áreas mais ou menos suscetíveis a atender determinadas características. Ao final, elaboram uma equação para descrever o comportamento da estatística formada, permitindo a estimativa do território completo via interpolação.

Neste trabalho, a metodologia consiste na classificação das áreas urbanas de Mossoró com base na distribuição espacial dos serviços urbanos. Inicialmente, foram gerados pontos aleatórios dentro do limite urbano da cidade, e, sobre esses pontos, buffers foram criados, estabelecendo zonas de influência.

Com um certo número de pontos amostrais, o estudo se torna suficientemente representativo para o município como um todo. Através da técnica de interpolação Inverse Distance Weighting (IDW), as lacunas entre os pontos são preenchidas, permitindo a visualização da distribuição espacial dos serviços urbanos e a identificação de padrões de concentração e escassez.

O modelo proposto busca fornecer uma caracterização realista da distribuição dos serviços urbanos por meio de ferramentas acessíveis, utilizando softwares livres e métodos geoespaciais para auxiliar no planejamento urbano e na tomada de decisões estratégicas.

4.3.1 Geocodificação dos dados

Inicialmente, serão escolhidos e filtrados dados presentes em uma Planilha do Excel fornecida pela Secretária de Tributação de Mossoró. (2022) A base de escolha baseia-se na classificação de utilização desses estabelecimentos, onde serão filtrados somente aqueles considerados para serviços urbanos, sendo eles de utilização:

- Hospitalares;
- Prestação de Serviços; e,
- Lazer.

Tendo filtrado esses dados, uma nova planilha do Excel, foi criada somente com esses endereços para importação, em formato .csv, para o software Google Earth. Nesse software, como os dados apresentam endereços e CEPs, o próprio software fez o processo de georreferenciamento, ou seja, os dados foram convertidos em coordenadas espaciais e foram representados em pontos espaciais correspondentes com sua localização.

Em posse do arquivo, o mesmo será salvo, em formato .kml, e será importado para o software livre e gratuito QGIS, versão 3.40.4 LTR, e foram convertidos em formato *shapefile* (.shp), para manuseio dentro do software. Os dados geoespaciais utilizados neste estudo foram processados no sistema de referência SIRGAS 2000, projeção UTM, fuso 24S.

4.3.2 Definição das áreas de influência

Para definir as áreas que foram observadas a quantidade de estabelecimentos presentes, foi utilizado uma ferramenta do QGIS a “Geração de pontos aleatórios”, onde como o próprio nome sugere, serão gerados um total de 70 pontos aleatórios, com uma distância mínima de 300 metros de cada um dentro de um mapa, em formato de *shapefile*, da área urbana de Mossoró.

Logo após a geração dos pontos, foi gerado um *shapefile* onde cada ponto representa uma área de influência correspondente a uma circunferência de 400 metros de raio, tendo se mostrado um valor adequado para a amostragem depois de testes com outras distâncias, utilizando a ferramenta de buffers do QGIS.

Foram feitos ajustes estratégicos na localização dos pontos para que os buffers não recaíssem um sobre o outro ou sobre áreas desabitadas, para que pudessem colher o máximo de amostras possíveis.

4.3.3 Catalogação e classificação das áreas de influência

Tendo gerado o shape das áreas ou buffers, foi adicionado o *shapefile* das coordenadas importadas do *Google Earth*, contendo os pontos com as coordenadas de cada estabelecimento escolhido. Após isso é necessário contabilizar a quantidade de estabelecimentos presentes em cada uma das 70 áreas de influência.

Para a contabilização dos serviços dentro de cada área de influência, foi utilizado uma ferramenta do QGIS denominada “Unir atributos por localização”. Uma das propriedades dessa ferramenta permite que, usando a camada de buffers gerados como base, possa ser feito uma contagem (marcando a opção de contar feições) de quantos serviços estão dentro dos limites de cada buffer.

Para a classificação das áreas foi realizado uma divisão de 5 classes, com uma amplitude constante, onde quanto maior for a quantidade de endereços presentes em uma área, maior será sua classe.

Com os serviços contabilizados em cada buffer será feita uma equivalência desses dados em porcentagem, para uma análise mais clara e comparável dos resultados. Para isso foi utilizado a equação da reta, a Equação 2, considerando a área que obteve maiores números de concentração igual a 100%, e a que apresentou os menos números de 0%.

$$Y = aX + b \quad (2)$$

Sendo:

Y – Valor percentual, em relação a quantidade de estabelecimentos;

X – Quantidade de estabelecimentos presentes na área;

a- coeficiente linear; e,

b- coeficiente angular.

4.3.4 Geração do mapa de calor

Em posse dos dados em seus valores percentuais, foi feito a interpolação desses valores para obter os mapas de calor. Para a construção do mapa de calor da concentração de serviços, utilizou-se a função do QGIS de “Interpolação IDW” (Inverse Distance Weighting), uma das abordagens mais comuns para modelar a distribuição espacial de um fenômeno a partir de pontos de amostragem. O IDW foi escolhido por sua capacidade de estimar valores em áreas sem dados diretos, baseando-se na influência das áreas mais próximas.

O resultado dessa interpolação foram mapas temáticos representando a concentração de estabelecimento dentro da área urbana do mapa de Mossoró, onde foram escolhidas diferentes palhetas de cores para diferenciar e analisar os níveis de densidade dos estabelecimentos.

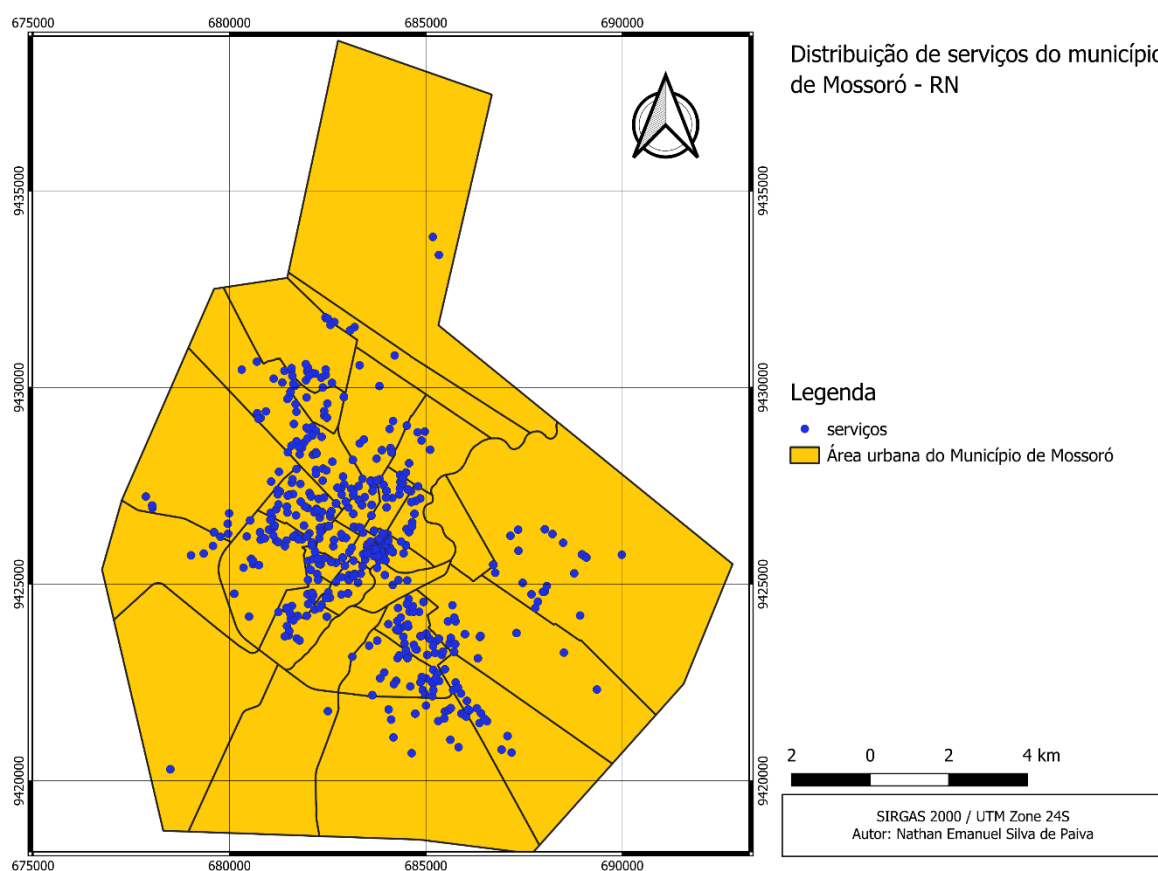
Utilizando um plugin chamado *r.reclass* do Grass, os dados foram reclassificados de uma classificação continua para um conjunto de cores divididas em intervalos baseado nas interpolações dos dados.

5 RESULTADOS e DISCUSSÕES

5.1 Georreferenciamento dos dados

Foi feito um mapa contendo os endereços geocodificados sobre a área urbana do município permitindo uma análise detalhada da distribuição dos serviços no município, como pode ser visto na Figura 2 a seguir.

Figura 2: Serviços urbanos de Mossoró-RN.

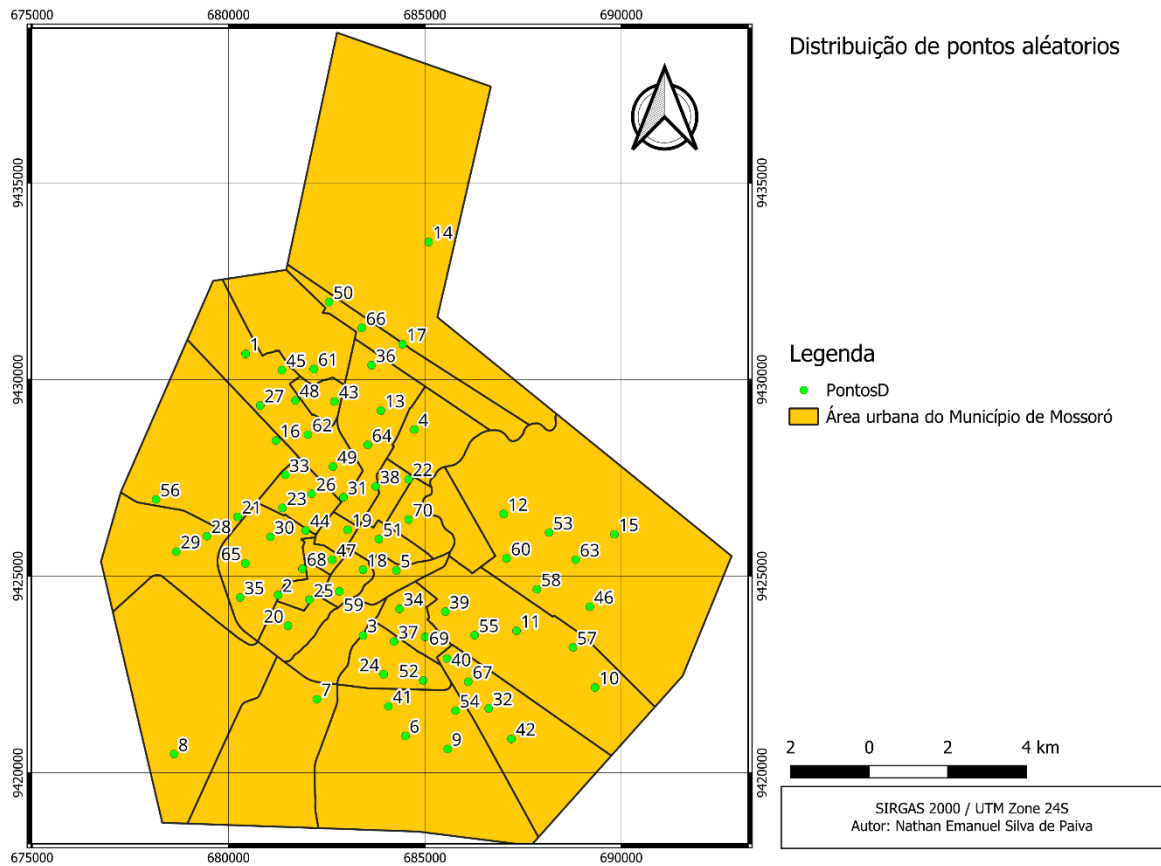


Fonte: Autoria própria (2025)

5.2 Geração das áreas para coleta de amostras

Após o georreferenciamento dos dados e importá-los para o QGIS, sobre um arquivo *shapefile* dos bairros de Mossoró, foram gerados 70 pontos aleatórios enumerados de 1 a 70, com uma distância mínima de 300 metros entre eles, como é possível ver na Figura 3.

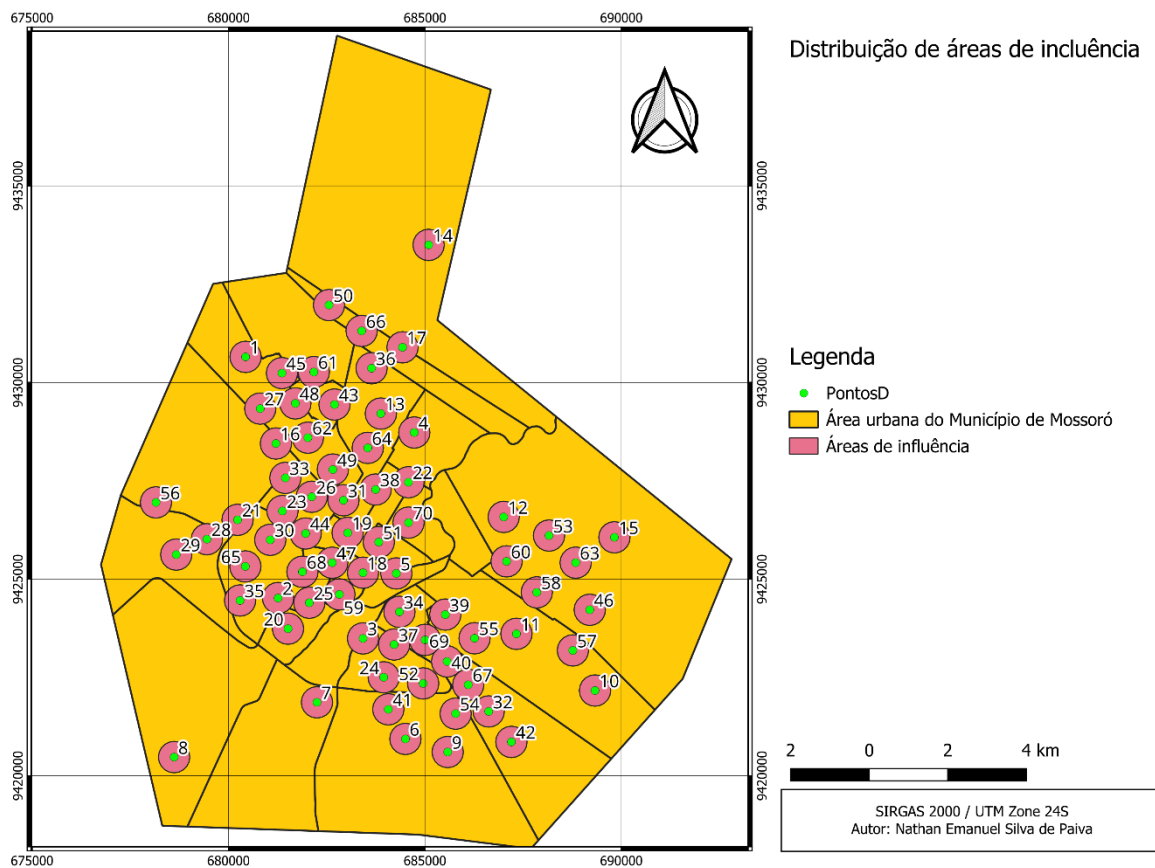
Figura 3: Distribuição dos pontos aleatórios.



Fonte: Autoria própria (2025)

Para ser possível uma coleta de amostra ideal, foram criados buffers de 400 metros centrados em cada um dos 70 pontos, que representam a área de influência dentro do qual os serviços seriam contabilizados. A Figura 4 ilustra as regiões delimitadas pelos buffers.

Figura 4: Buffers de 400 metros.

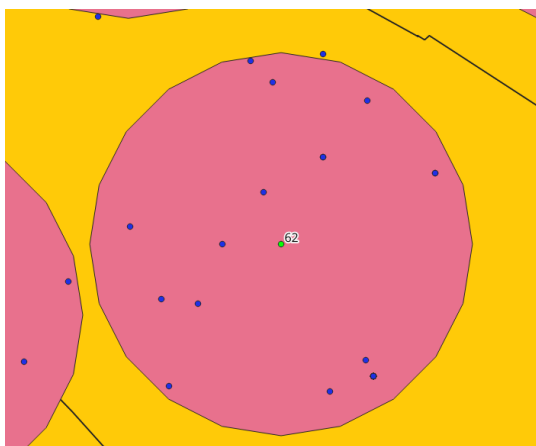


Fonte: Autoria própria (2025)

5.3 Coleta e Extração de amostras

A Figura 5 demonstra um exemplo da distribuição dos serviços em torno do buffer da área 62.

Figura 5: Distribuição de serviços no *buffer* 62



Fonte: Autoria própria (2025).

Utilizando a ferramenta para contagem de serviço dentro de cada buffer,foi possível contabilizar corretamente a quantidade de serviços presentes em cada área, demonstrado na Tabela 1

Tabela 1: Quantidade de serviços em cada buffer.

Áreas	Serviços	Áreas	Serviços	Áreas	Serviços
1	2	26	57	51	244
2	4	27	8	52	15
3	3	28	18	53	6
4	5	29	2	54	24
5	6	30	25	55	10
6	2	31	59	56	4
7	1	32	6	57	1
8	2	33	25	58	7
9	1	34	24	59	15
10	1	35	4	60	17
11	2	36	2	61	18
12	2	37	23	62	26
13	2	38	163	63	8
14	2	39	13	64	5
15	1	40	6	65	7
16	2	41	3	66	4
17	1	42	9	67	8
18	49	43	17	68	8
19	38	44	76	69	45
20	13	45	10	70	14
21	9	46	1		
22	65	47	41		
23	24	48	5		
24	6	49	12		
25	17	50	5		

Fonte: Autoria própria (2025).

Essa tabela é essencial para compreender a distribuição dos serviços na cidade e fornecer insumos para a análise espacial realizada por meio dos mapas. Nota-se que algumas áreas apresentam um número muito reduzido de serviços, como a Área 8 e a Área 10, localizadas nos bairros de Itapetinga e Presidente Costa e Silva o que pode indicar desigualdade na distribuição

desses estabelecimentos. Em contrapartida, áreas como a Área 51 e a Área 38, concentradas nos Bairros Centro e Bom Jardim, possuem um número significativamente maior de serviços, sugerindo uma maior concentração de infraestrutura urbana nesses locais.

5.4 Grau de concentração dos serviços

Tendo a contabilização realizada em cada área, foi aplicada a equação da reta para transformar essa concentração em valores percentuais.

Segundo a Tabela 1, o maior valor possível foi na área 51 contendo 244 serviços, sendo ele 100%, e o menor valor presente nas áreas 7, 9, 10, 15, 17, 46 e 57 contendo apenas um serviço contabilizado, que será considerado o menor valor para essa equação, nesse caso 0%

Dessa forma, a Equação 3 a seguir foi determinada, sendo ela que descreve a distribuição desses endereços, onde os valores obtidos de Y representam o grau de concentração desses serviços em porcentagem, para estimar quais áreas e regiões urbanas possuem maiores atenções de infraestrutura e quais são as mais precárias nesse termo.

$$Y = \frac{100}{243}X - \frac{100}{243} \quad (3)$$

Aplicando a Equação 3 na contagem de todas as áreas é possível obter o grau de concentração de cada uma delas em porcentagem, como demonstra a Tabela 3.

Tabela 2: Grau de concentração dos serviços.

Áreas	Serviços	Concentração de Serviços	Áreas	Serviços	Concentração de Serviços
1	2	0,41%	36	2	0,41%
2	4	1,23%	37	23	9,05%
3	3	0,82%	38	163	66,67%
4	5	1,65%	39	13	4,94%
5	6	2,06%	40	6	2,06%
6	2	0,41%	41	3	0,82%
7	1	0,00%	42	9	3,29%
8	2	0,41%	43	17	6,58%
9	1	0,00%	44	76	30,86%
10	1	0,00%	45	10	3,70%
11	2	0,41%	46	1	0,00%
12	2	0,41%	47	41	16,46%
13	2	0,41%	48	5	1,65%
14	2	0,41%	49	12	4,53%
15	1	0,00%	50	5	1,65%
16	2	0,41%	51	244	100,00%
17	1	0,00%	52	15	5,76%
18	49	19,75%	53	6	2,06%
19	38	15,23%	54	24	9,47%
20	13	4,94%	55	10	3,70%
21	9	3,29%	56	4	1,23%
22	65	26,34%	57	1	0,00%
23	24	9,47%	58	7	2,47%
24	6	2,06%	59	15	5,76%
25	17	6,58%	60	17	6,58%
26	57	23,05%	61	18	7,00%
27	8	2,88%	62	26	10,29%
28	18	7,00%	63	8	2,88%
29	2	0,41%	64	5	1,65%
30	25	9,88%	65	7	2,47%
31	59	23,87%	66	4	1,23%
32	6	2,06%	67	8	2,88%
33	25	9,88%	68	8	2,88%
34	24	9,47%	69	45	18,11%
35	4	1,23%	70	14	5,35%

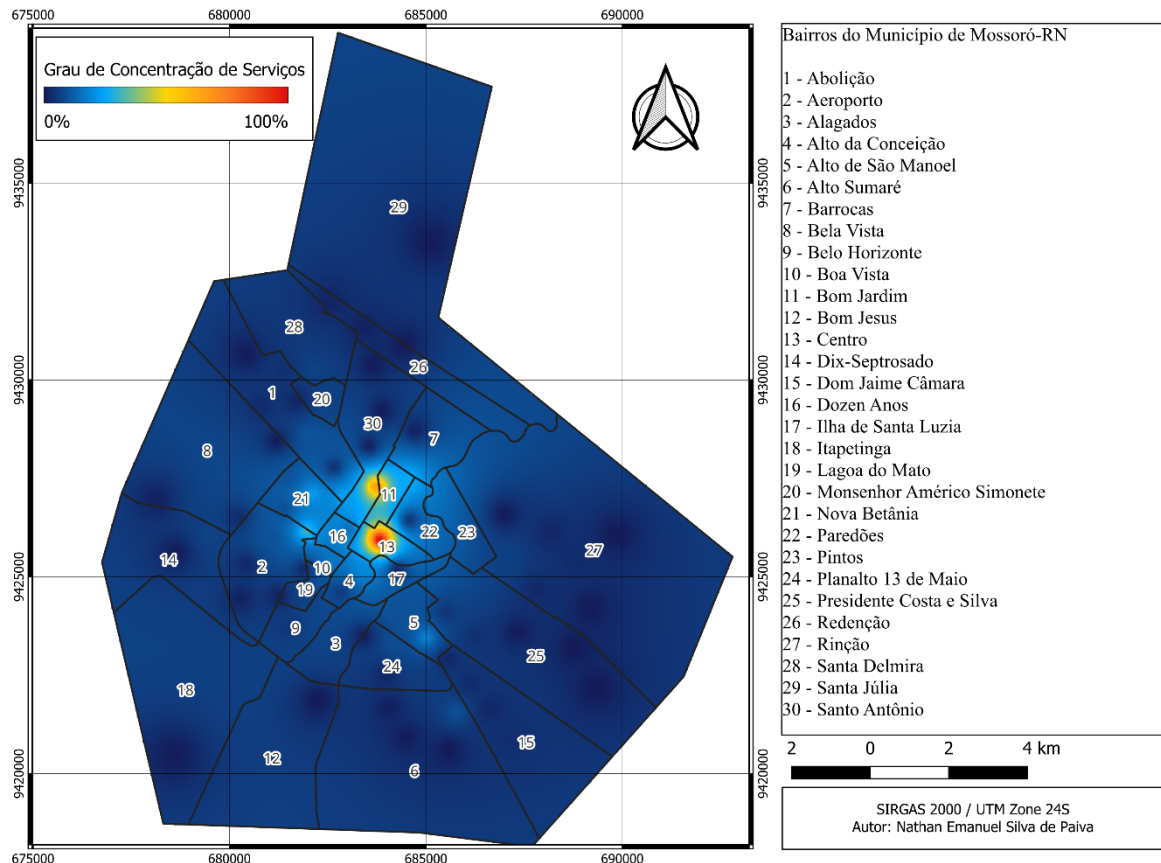
Fonte: Autoria própria (2025).

A análise desses valores possibilita a classificação das áreas em diferentes níveis de concentração de serviços, permitindo identificar setores prioritários para novos investimentos em infraestrutura urbana. Nota-se que áreas com concentração abaixo de 10% possuem pouca oferta de serviços, enquanto algumas áreas superam os 60%, indicando regiões bem atendidas.

5.5 Geração do Mapa de Calor

A seguir, na Figura 6, demonstra o resultado da interpolação dos dados, encontrados pela equação da reta encontrada, para a área total do município. Foi aplicado uma composição falsa cor para melhor visualização e entendimento do mapa.

Figura 6: Mapa de Calor dos serviços de Mossoró.

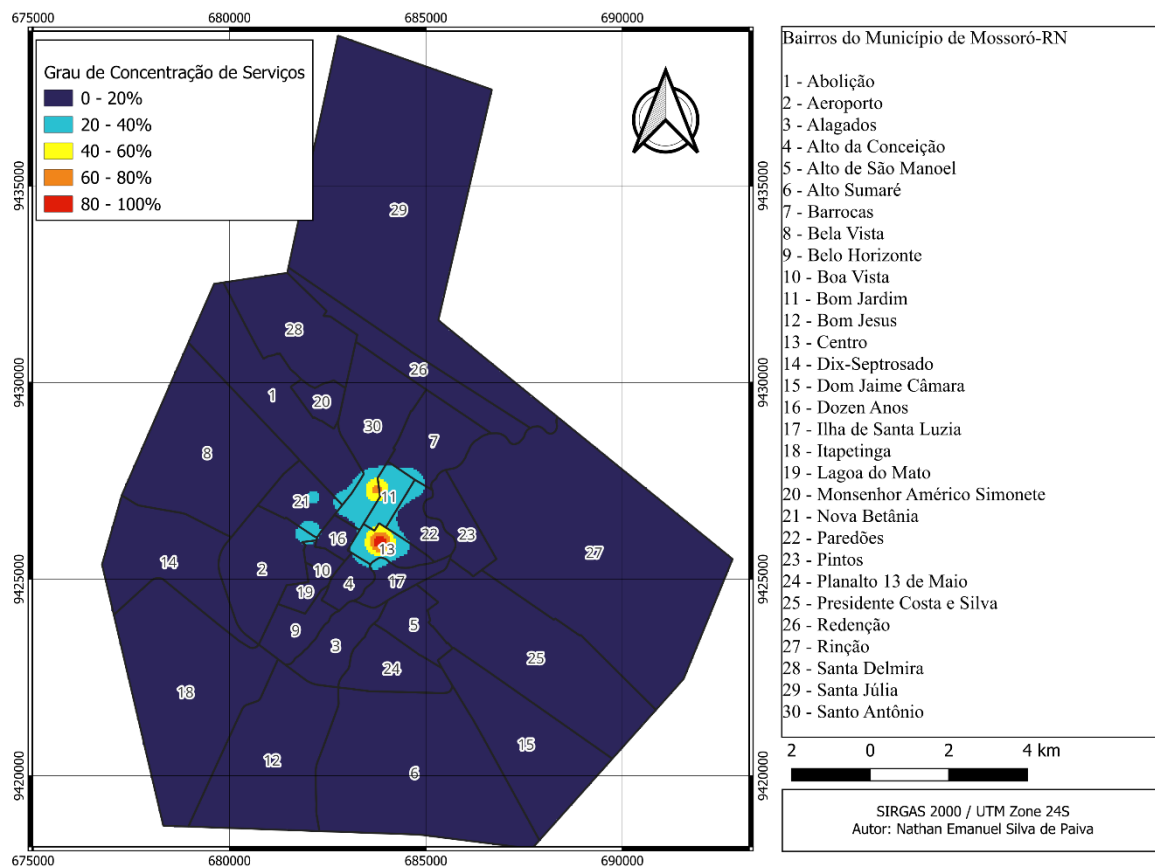


Fonte: Autoria Própria (2025).

É possível perceber que o mapa anterior mostra que a maior concentração de serviços está localizada nas áreas centrais do município, destacando bairros como o Centro, Bom Jardim e Nova Betânia. A transição de cores evidencia que, à medida que se afasta dessa região, a concentração diminui drasticamente, o que está em conformidade com os valores observados na tabela de distribuição de serviços.

A Figura 7 demonstra como resultado da reclassificação dos dados interpolados utilizando o `r.reclass`.

Figura 7: Mapa de calor reclassificado com intervalos de concentração.



Fonte: Autoria própria (2025)

O novo mapa apresenta a distribuição da concentração de serviços na cidade, agora organizada por intervalos de porcentagem reclassificados. Essa abordagem facilita a interpretação dos dados, permitindo uma análise mais clara das áreas de maior e menor oferta de serviços urbanos.

O mapa foi classificado em cinco faixas de concentração de serviços, variando de 0% a 100%. Cada faixa foi representada por uma cor distinta, facilitando a diferenciação visual entre as áreas de menor e maior concentração.

A maior parte do território da cidade encontra-se na faixa de 0% a 20%, indicando baixa concentração de serviços. Exemplos de bairros nesta faixa incluem Abolição, Bom Jesus e Santa Júlia. A região central apresenta níveis mais elevados de concentração, com áreas dentro das faixas de 20% a 40% e 40% a 60%, refletindo a tendência natural de serviços se agruparem no núcleo urbano. Alguns bairros nessas faixas incluem Bela Vista, Dix-Sept Rosado e Monsenhor Américo Simonete.

Pequenas áreas concentram os maiores valores de serviço, representadas pelas faixas de 60% a 80% e 80% a 100% possivelmente correspondendo a centros comerciais, administrativos e hospitalares. Bairros dessas classes incluem Paredões, Bom Jardim, Santo Antônio e o Centro

O mapa sugere uma correlação entre a densidade de serviços e a acessibilidade urbana, com maior concentração ao longo dos eixos principais da cidade. As áreas periféricas apresentam baixa concentração de serviços, o que pode indicar desafios relacionados à infraestrutura e mobilidade para a população residente nessas regiões.

A análise do mapa pode ser utilizada para identificar áreas prioritárias para investimentos em infraestrutura urbana e serviços públicos. Regiões com concentração intermediária de serviços podem indicar zonas de transição, que podem ser exploradas para descentralizar o atendimento à população.

5.6 Classificação das áreas

A classificação das áreas foi construída para agrupar as regiões analisadas em diferentes níveis de concentração de serviços. O critério adotado para definir as classes foi baseado em intervalos com amplitude constante na distribuição dos valores observados, garantindo que cada faixa representasse um nível específico de infraestrutura de serviços. A classificação pode ser observada no Quadro 2.

Quadro 2: Intervalo para classificação das áreas

Classificação	Intervalo (%)	Descrição
Classe 1	0 - 20%	Regiões com pouca ou nenhuma concentração de serviços, predominantemente residenciais ou áreas periféricas com baixa infraestrutura.
Classe 2	20 - 40%	Áreas com alguma presença de serviços, mas ainda insuficiente para atender plenamente a população local.
Classe 3	40 - 60%	Regiões com equilíbrio moderado na oferta de serviços, podendo incluir bairros mistos com comércios e serviços variados.
Classe 4	60 - 80%	Áreas de grande concentração de serviços, normalmente zonas comerciais, administrativas ou educacionais.
Classe 5	80 - 100%	Regiões centrais ou polos de serviços altamente desenvolvidos, com forte presença de infraestrutura urbana e acessibilidade.

Fonte: Autoria própria (2025)

Em seguida tem-se Tabela 2 demonstrando como cada classe foi classificada seguindo os parâmetros decididos anteriormente.

Tabela 3: Classificação das áreas.

Áreas	Classes	Áreas	Classes	Áreas	Classes
1	1	26	2	51	5
2	1	27	1	52	1
3	1	28	1	53	1
4	1	29	1	54	1
5	1	30	1	55	1
6	1	31	2	56	1
7	1	32	1	57	1
8	1	33	1	58	1
9	1	34	1	59	1
10	1	35	1	60	1
11	1	36	1	61	1
12	1	37	1	62	1
13	1	38	4	63	1
14	1	39	1	64	1
15	1	40	1	65	1
16	1	41	1	66	1
17	1	42	1	67	1
18	1	43	1	68	1
19	1	44	2	69	1
20	1	45	1	70	1
21	1	46	1		
22	2	47	1		
23	1	48	1		
24	1	49	1		
25	1	50	1		

Fonte: Autoria própria (2025).

A classificação apresentada acima auxilia na visualização das desigualdades espaciais da oferta de serviços. Nota-se que as áreas pertencentes às **Classes 1 e 2** concentram um número reduzido de serviços, o que pode indicar a necessidade de maiores investimentos para equilibrar a distribuição da infraestrutura urbana. Em contrapartida, as áreas classificadas nas **Classes 4 e 5** apresentam uma oferta consolidada de serviços, sendo geralmente encontradas em regiões centrais e comerciais da cidade.

Um aspecto relevante é a forte disparidade na distribuição dos serviços, com algumas áreas apresentando um número significativamente maior de estabelecimentos do que outras. Essa diferença pode estar relacionada à concentração de comércios e polos de serviços em determinadas regiões, bem como à falta de acessibilidade a serviços básicos em bairros periféricos.

Observando a Tabela 3 foi constatado que somente existe uma área de influência classificada como 5 e 4, sendo as áreas 51 e 38, respectivamente, sendo essas áreas localizadas, em boa parte dos bairros Centro e Bom Jardim, respectivamente.

Não houve nenhuma área na classificação 3, e apenas 4 áreas de influência na classificação 2, sendo eles os buffers 22, 26, 31 e 44, estando mais concentrados na interseção dos bairros Bom Jardim e Paredões, Aeroporto e Nova Betânia e na interseção entre os Bairros Abolição e Santo Antônio.

Dessa forma todos os outros buffers foram classificados de classe 1, sendo um total de 64 áreas de influência espalhados pelo espaço urbano da cidade.

Se for feita uma comparação entre as Tabelas 2 e 3, pode-se observar que os principais buffers da classe 1 que apresentam o maior estado crítico de escassez de serviços, são os buffers que apresentaram um grau de concentração de 0 e 0,41%, tais como os buffers 7, 10 e 17, estando localizados nos Bairros Bom Jesus, Presidente Costa e Silva e Redenção, e os buffers 8, 13, e 29, localizados no Alto do Sumaré, área central do Bom Jardim e Dix Sept Rosado, respectivamente

As análises indicam que os Bairros citados, são os primeiros candidatos que devem receber a devida atenção e investimentos em infraestrutura nessas regiões, e progressivamente, nos demais bairros que ainda apresentam carência desses serviços, principalmente nos bairros nas regiões periféricas da cidade

Os resultados obtidos demonstram que há uma concentração desigual dos serviços urbanos em Mossoró, o que pode impactar negativamente a qualidade de vida da população em determinadas regiões. Esses achados reforçam a importância de políticas públicas voltadas para a descentralização dos serviços.

Diante disso as técnicas utilizadas nesse método, indicam que utilizar o geoprocessamento para análise e modelagem de dados georreferenciados pode se mostrar uma ferramenta útil para fornecer subsídios para o planejamento urbano. Essas técnicas permitiram uma boa visualização e análise do estado da distribuição de serviços do município.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada ao longo deste estudo permitiu compreender a distribuição espacial dos serviços urbanos em Mossoró, evidenciando um padrão de concentração nas áreas centrais e uma menor oferta nos bairros periféricos.

A utilização de técnicas de geoprocessamento, como a interpolação IDW e a análise de densidade por buffers, possibilitou a visualização clara dessas desigualdades e forneceu subsídios para discussões sobre o planejamento urbano e a equidade no acesso aos serviços.

Os resultados revelam que a maior parte da cidade está concentrada nas faixas de baixa disponibilidade de serviços (Classes 1 e 2), como Bom Jesus, Presidente Costa e Silva e Alto do Sumaré, evidenciando a necessidade de investimentos em infraestrutura e acessibilidade nessas regiões. Por outro lado, as áreas centrais e algumas zonas específicas apresentam alta concentração de serviços (Classes 4 e 5), como Centro e Bom Jardim, indicando um padrão de centralização que pode gerar dificuldades de acesso para moradores das regiões periféricas.

Outro aspecto relevante foi a classificação das áreas em diferentes níveis de concentração de serviços, o que possibilitou uma análise comparativa e a definição de prioridades para o desenvolvimento urbano. A classificação gerada pode ser utilizada como ferramenta para auxiliar na formulação de políticas públicas voltadas à redução das disparidades entre os bairros.

Em termos práticos, os dados obtidos podem auxiliar na formulação de planos diretores e políticas urbanas voltadas à melhoria da qualidade de vida da população. Ao compreender a distribuição espacial dos serviços, é possível priorizar investimentos em áreas que apresentam deficiência de infraestrutura e serviços essenciais.

Portanto, este estudo contribui para a compreensão da organização espacial dos serviços em Mossoró-RN e destaca a importância do uso de tecnologias de geoprocessamento na gestão urbana. Espera-se que as análises realizadas possam servir como referência para futuras pesquisas e para a implementação de ações que promovam um crescimento urbano mais equitativo e sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Fernanda. Planejamento Urbano com Geoprocessamento: métodos e aplicações. São Paulo: Editora Urbana Digital, 2019.
- ARAÚJO, Marcelo Henrique Siqueira de. Fundamentos de Geoprocessamento aplicados à Mineração. 2017. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Cruz das Almas, BA, 2017.
- BERGAMASCHI, R. B. SIG aplicado a segurança no trânsito – estudo de caso no município de Vitória – ES. 74 f. (Monografia de Graduação). Universidade Federal do Espírito Santo: Vitória, 2010.
- BOTREL, Otávio Tavares. Aplicação de geotecnologias na seleção de sítio para instalação de uma lagoa de estabilização para tratamento de esgoto em Mossoró-RN. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/fef3a4b8-4050-4f48-aa7a1ecfa6db5f1c/content>. Acesso em: 23 dez. 2024.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Eds e orgs). Introdução à ciência da geoinformação, INPE, São Paulo, 2001.
- CORDOVEZ, J. C. G. O geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana. In: 1º Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2002, Aracaju. ANAIS - 1º Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 2002. v. 1.
- CORREA, R. L. O espaço urbano. 4ª ed. São Paulo: Ed. Ática, 2004.
- CASIMIRO, F. C. Planejamento urbano e participação social: desafios e perspectivas no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 456-472, 2017.
- DUARTE, Romero Meyrelles. Geoprocessamento no Planejamento Urbano. Mundo Geo, dez. 2010. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2010/12/15/geoprocessamento-no-planejamentourbano/>. Acesso em: 21 dez. 2024.
- FIDELIS-MEDEIROS, Francisco; GRIGIO, Alfredo-Marcelo. Identificação das Unidades Homogêneas e Padrão da Ocupação Urbana (UHCT) como subsídio ao ordenamento territorial em Mossoró, RN — Brasil. *EURE (Santiago)*, Santiago, v. 45, n. 135, 2019. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612019000200245 Acesso em: 22 dez. 2024.
- FITZ, Paulo R. Geoprocessamento sem complicação. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FONSECA, Luan Vinícius. Modelo espacial multicritério para estimativa de valor venal de áreas urbanas de Mossoró/RN. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/8bcf2442-e630-4197-a743-ef935523a10f> Acesso em: 23 dez. 2024.
- IBGE. Censo demográfico 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 23 dez. 2024.

KAWAMOTO, M. T. Análise de técnicas de distribuição espacial com padrões pontuais e aplicação a dados de acidentes de trânsito e a dados de dengue de Rio Claro–SP. 69 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu: Botucatu, SP, 2012.

LACERDA, N. *Planejamento urbano e regional: abordagens interdisciplinares e desafios contemporâneos*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2013.

LANG, Stefan; BLASCHKE, Thomas. Análise da paisagem com SIG. 6. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. Grupo A, 2013. ISBN 9788565837651. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837651/> Acesso em: 24 dez. 2024.

Ministério do Meio Ambiente. (2012). Geoprocessamento. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programa-projetos-acoes-obras-atividades/geoprocessamento-1>. Acesso em: 31/03/2025

NASCIMENTO E SILVA, Douglas Antônio; SILVA, Márcio Luiz; LEONARDI, Fernanda Aparecida. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano: proposta preliminar de expansão urbana no Município de Inconfidentes – MG. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, n. 4, p. 1191–1205, 2016. DOI: 10.5935/1984-2295.20150062. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233600> Acesso em: 24 dez. 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MOSSORÓ. Geografia de Mossoró. Disponível em: <https://prefeiturademossoro.com.br/pagina/geografia> Acesso em: 24 dez. 2024.

Direito Ambiental Constitucional. 6. ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

RIZZATTI, M.; LAMPERT B. N.; CEZAR S. P. L.; BOUVIER E. D.; MAURO F. R.; VOLPATO S. A. A.; TRENTIN, R.; PETSCH, C.; TURBA C. I.; QUOOS, J. H. Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel. Metodologias e Aprendizado, [S. l.], v. 3, p. 44–53, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/1312>. Acesso em: 23 dez 2024.

SILVA, João. Introdução ao Geoprocessamento: conceitos e aplicações. São Paulo: Editora Urbana, 2020.

SILVA, José Afonso Da. Direito Ambiental Constitucional. 6. Ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

SOUZA, N. P. et al. Aplicação do estimador de densidade kernel em unidades de conservação na bacia do rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 4958-4965. Disponível em: <http://urlib.net/3ERPFQRTRW34M/3E7GJCH>. Acesso em: 22 dez. 2024.

VILLAÇA, Flávio. Reflexões sobre as cidades brasileiras. São Paulo, SP: Studio Nobel, 2012.

VILLAÇA, Flavio. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. Processo de Urbanização no Brasil, São Paulo: EdUSP, 2004.