



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

LUAN VINÍCIUS FONSECA

**MODELO ESPACIAL MULTICRITÉRIO PARA ESTIMATIVA DE VALOR VENAL
DE ÁREAS URBANAS DE MOSSORÓ/RN.**

MOSSORÓ

2024

LUAN VINÍCIUS FONSECA

**MODELO ESPACIAL MULTICRITÉRIO PARA ESTIMATIVA DE VALOR VENAL
DE ÁREAS URBANAS 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: Paulo Cesar Moura da Silva, Prof.
Dr.

MOSSORÓ

2024

© 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.

FF676 FONSECA, LUAN VINÍCIUS.
m MODELO ESPACIAL MULTICRITÉRIO PARA ESTIMATIVA
DE VALOR VENAL DE ÁREAS URBANAS DE MOSSORÓ/RN. /
LUAN VINÍCIUS FONSECA. - 2024.
51 f. : il.

Orientador: PAULO CESAR MOURA DA SILVA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2024.

1. Geoprocessamento. 2. Planejamento urbano.
3. Modelo multicritério. 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.

LUAN VINÍCIUS FONSECA

**MODELO ESPACIAL MULTICRITÉRIO PARA ESTIMATIVA DE VALOR VENAL
DE ÁREAS URBANAS 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: 17 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA
PAULO CESAR
MOURA DA SILVA:
Assinado digitalmente por PAULO CESAR MOURA DA SILVA:
DN: CN=PAULO CESAR MOURA DA SILVA
OU=UFERSA - Universidade Federal Rural Do Semi-Arido, O=ICPEdu,
C=BR
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2024.04.24 11:13:45 -03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 11.0.0

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

Presidente

JOHN ELOI
BEZERRA
Digitally signed by JOHN ELOI BEZERRA
DN: cn=JOHN ELOI BEZERRA,
- Universidade Federal Rural Do Semi-Arido, o=ICPEdu,
c=BR
Date: 2024.04.24 19:38:47 -03'00'

John Eloi Bezerra, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

Alex Pinheiro Feitosa
Assinado de forma digital por Alex
Pinheiro Feitosa
Dados: 2024.04.25 07:16:03 -03'00'

Alex Pinheiro Feitosa, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que faz em minha vida e por estar me possibilitando alcançar esse objetivo tão almejado que é a minha formatura em Engenharia Civil.

Aos meus pais, ao meu irmão e à toda minha família como um todo, que sempre me deram o suporte necessário para que eu estivesse em condições de realizar todos os meus afazeres da graduação.

Aos meus amigos, sejam eles de amizades dentro ou fora da universidade, por serem companhia nessa minha caminhada e ajudar, dessa forma, a deixá-la mais leve.

Aos professores os quais fui aluno, pelos ensinamentos passados, pelos conselhos dados e pela disposição para ajudar sempre que possível.

E agradeço também a quem mais que tiver torcido por mim nessa jornada, boas energias são sempre bem vindas.

RESUMO

O rápido crescimento urbano apresenta desafios para o planejamento e controle de políticas públicas, como por exemplo a atualização de avaliações fiscais em cidades em expansão, e a utilização de geotecnologias pode ser muito útil nesse contexto. A cidade de Mossoró é um caso onde a expansão urbana impulsionada pelo desenvolvimento econômico requer a existência de sistemas de coleta de dados eficazes e regulamentações urbanas claras. Dessa maneira, este estudo propõe a utilização técnicas de geoprocessamento no desenvolvimento de um método de análise espacial para estimativa de valores de propriedades urbanas em Mossoró a partir de um modelo multicritério. O modelo sugere a classificação de territórios urbanos a partir de quatro critérios: proximidade de comércios e prestadores de serviços; proximidade de escolas, hospitais e unidades básicas de saúde; tipos de vias; e ocorrência de vazios urbanos. O intuito é catalogar informações relacionadas a eles e convertê-las em grau de valoração das áreas do município, gerando como resultado um mapa que descreve a distribuição espacial de Mossoró sob a ótica da valorização imobiliária e que sugere um padrão de modelo utilizável como base para estimativas de valor venal. O mapa revelou uma expectativa de disparidade entre certas regiões da cidade, onde o acúmulo de infraestrutura nas áreas centrais do município as torna extremamente mais valorizadas em detrimento das regiões mais afastadas que são deficitárias nesse quesito e fortemente marcadas pela presença de vazios urbanos.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Planejamento urbano. Modelo multicritério.

ABSTRACT

Rapid urban growth presents challenges for planning and controlling public policies, such as updating tax assessments in expanding cities, and the use of geotechnologies can be very useful in this context. The city of Mossoró is a case where urban expansion driven by economic development requires the existence of effective data collection systems and clear urban regulations. Therefore, this study proposes the use of geoprocessing techniques in the development of a spatial analysis method for estimating urban property values in Mossoró based on a multi-criteria model. The model suggests the classification of urban territories based on four criteria: proximity to businesses and service providers; proximity to schools, hospitals and basic health units; types of roads; and occurrence of urban voids. The aim is to catalog information related to them and convert them into a degree of valuation of areas in the municipality, generating as a result a map that describes the spatial distribution of Mossoró from the perspective of real estate valuation and that suggests a standard model that can be used as a basis for market value estimates. The map revealed an expectation of disparity between certain regions of the city, where the accumulation of infrastructure in the central areas of the municipality makes them extremely more valued at the expense of more distant regions that are deficient in this regard and strongly marked by the presence of urban voids.

Keywords: Geoprocessing. Urban planning. Multi-criteria model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da suscetibilidade de instalação de ETE's em Mossoró.	19
Figura 2 - Mapa do Rio Grande do Norte com o município de Mossoró em destaque.	21
Figura 3 - Mapa topográfico de Mossoró.	22
Figura 4 - Divisão de bairros de Mossoró.	23
Figura 5 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do método multicritério utilizado.	25
Figura 6 - Pontos de comércio de Mossoró.	28
Figura 7 - Prestadores de serviço em Mossoró.	28
Figura 8 - Hospitais em Mossoró.	29
Figura 9 - Escolas e unidades básicas de saúde em Mossoró.	29
Figura 10 - Disposição dos 60 pontos aleatórios na zona urbana de Mossoró.	30
Figura 11 - <i>Buffers</i> criados ao redor dos pontos aleatórios.	31
Figura 12 - Disposição dos elementos dos critérios 1 (comércios e prestadores de serviços) e 2 (hospitais, escolas e UBS's) na zona urbana de Mossoró.	32
Figura 13 - Zoom no ponto 48 para avaliação dos critérios 1 e 2.	33
Figura 14 - Análise das ruas no buffer do ponto 4.	34
Figura 15 - Mensuração de vazios urbanos no buffer do ponto 54.	35
Figura 16 - Mapa da interpolação do grau de valoração de áreas urbanas em Mossoró.	44
Figura 17 - Mapa de interpolação reclassificado com faixas de valoração.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios adotados para a aplicação do modelo.	27
Quadro 2 - Limites para as classes dos critérios 1 e 2.	36
Quadro 3 - Peso para os tipos de ruas no critério 3.	36
Quadro 4 - Notas de avaliação segundo a quantificação de vazios do critério 4.	37
Quadro 5 - Descrição das faixas de valorização geradas na reclassificação.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Banco de dados dos critérios 1 e 2.	39
Tabela 2 - Banco de dados do critério 3.	40
Tabela 3 - Banco de dados do critério 4.	41
Tabela 4 - Somatório das notas de avaliação para cada critério nos pontos.	42
Tabela 5 - Somatório das pontuações dos critérios e grau de valoração das áreas.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Zoneamento urbano	14
3.2 Valor venal	14
3.3 Geoprocessamento.....	15
3.3.1 SIG's.....	16
3.3.1.1 QGis	17
3.3.1.2 Google Earth	17
3.3.2 Mapeamento de modelos espaciais	18
3.4 Modelos multicritérios	18
4 METODOLOGIA.....	21
4.1 Caracterização da região estudada.....	21
4.1.1 Cenário imobiliário de Mossoró.....	24
4.2 Materiais	24
4.3 Método.....	25
4.3.1 Definição dos critérios de análise.....	26
4.3.2 Levantamento das informações para formação do banco de dados.....	27
4.3.2.1 Banco de dados dos critérios 1 e 2: comércios, prestadores de serviço, hospitais, unidades básicas de saúde e escolas	31
4.3.2.2 Banco de dados do critério 3: tipos de ruas	33
4.3.2.3 Banco de dados do critério 4: vazios urbanos	34
4.3.3 Método de classificação das áreas segundo os critérios.....	35
4.3.4 Conversão das pontuações em grau de valoração	37
4.3.5 Interpolação dos parâmetros.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1 Bancos de dados dos critérios adotados	39
5.2 Grau de valoração das áreas	42
5.3 Interpolação dos parâmetros para a área total do município	43
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – EQUAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS	51

1 INTRODUÇÃO

Dado o contexto de urbanização acelerada vivido atualmente, é sabido que o processo de expansão das cidades está relacionado de diversas maneiras a desafios no planejamento urbano e controle de políticas públicas. A rápida modificação do espaço urbano pode dificultar, por exemplo, a atualização eficiente das avaliações fiscais. A avaliação de novas propriedades e o ajuste de valores venais pode ficar defasada, resultando em dificuldades no controle tributário preciso.

Tal cenário exige uma solução que acompanhe essa expansão, e é por isso que o uso de novas tecnologias se torna cada vez mais necessário. Nadolny (2016) menciona a importância da utilização das técnicas avançadas disponíveis no mercado, visto que a realização com qualidade desse tipo de trabalho permite encontrar o valor venal dos imóveis com mais precisão e isso interfere diretamente numa política tributária mais justa.

Dentro da Engenharia Civil, esse assunto é de grande importância pois se trata da gestão de ativos imobiliários, e compreender o cenário dos valores venais impacta diretamente as decisões estratégicas, financeiras e operacionais relacionadas ao desenvolvimento, avaliação e gestão de propriedades. Em outras palavras, estudos nesse contexto podem revelar oportunidades de mercado no momento em que o resultado pode classificar como valorizada, ou seja, dotada de características positivas, uma área que possui um custo real baixo.

A cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte, encara uma realidade que vai de encontro a essa demanda. Rocha (2005) afirma que Mossoró passou por uma grande expansão nas últimas décadas, e que o fortalecimento da economia vem alterando a espacialidade do município, dada essa conjuntura que culmina com o surgimento de novos conjuntos habitacionais.

Para superar esses desafios, é crucial que as autoridades municipais implementem sistemas eficazes de coleta de dados, modernizem os processos de avaliação fiscal, invistam em tecnologia da informação e mantenham regulamentações urbanas claras e atualizadas.

Dado esse cenário, compreender os fatores que influenciam nessa dinâmica é de grande valia. Determinar os critérios de valorização imobiliária não é algo tão direto e objetivo, mas é possível estudar certas características de ocupação urbana que revelam padrões nesse contexto e podem ser úteis para um entendimento mais profundo acerca desse fenômeno tão complexo.

Com a aplicação de técnicas de Geoprocessamento e em posse de informações georreferenciadas, pode-se mapear certas características urbanas para ajudar a interpretar o

padrão que existe por trás de áreas valorizadas e a identificar tendências de uso e ocupação do espaço urbano.

De acordo com Nascimento e Silva, Silva e Leonardi (2016), o uso do geoprocessamento na gestão municipal se mostra amplo e eficaz principalmente pela possibilidade de integrar várias fontes e criar bancos de dados georreferenciados, sendo de grande utilidade na elaboração de planos de expansão urbana.

Existem, na literatura, outros trabalhos acadêmicos que fazem uso do Geoprocessamento para analisar demandas urbanas e propor soluções embasadas em critérios próprios, mas não existem, até o momento, registros de produções focadas no objeto de estudo deste trabalho, a valorização de territórios urbanos em Mossoró.

Em virtude desse contexto, o presente trabalho se propõe a fazer um estudo baseado na elaboração de um método de análise espacial para a estimativa de valores venais para zonas urbanas na cidade de Mossoró a partir de um modelo multicritério e fazendo o uso de técnicas de Geoprocessamento. Sabe-se que esse tipo de análise pode gerar resultados surpreendentes, mas é esperado também que a aplicação do modelo consiga gerar, a partir de aspectos relevantes, resultados condizentes com a realidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um método de análise espacial para estimativa de valor venal em áreas urbanas de Mossoró-RN a partir de multicritério utilizando técnicas de Geoprocessamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar e demonstrar a aplicação do Geoprocessamento no planejamento urbano;
- Identificar variáveis georreferenciáveis que influenciam na valorização de imóveis;
- Coletar dados para criar um banco de dados inerentes às variáveis adotadas;
- Gerar mapas e tabelas que descrevam a distribuição espacial das áreas urbanas sob a ótica da valorização imobiliária.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Zoneamento urbano

No contexto do planejamento urbano, existem vários parâmetros essenciais no desenvolvimento de um município. O zoneamento das cidades, por exemplo, é um instrumento de regulamentação muito importante na ordenação do território.

Silva (apud DORNELES, 2017) define o zoneamento como um instrumento de ordenação do uso e ocupação do solo, com a incumbência de qualificar o solo segundo suas categorias (urbano, de expansão urbana, urbanizável e rural), bem como dividir o território em zonas de uso, de forma que possui um papel essencial no planejamento urbano de um município.

Cassilha e Cassilha (2009) explicam que a função do zoneamento urbano é coordenar a localização das atividades urbanas de modo a reduzir os impactos e melhorar as relações de vizinhança. Além disso, tem o papel de entender a densidade populacional que ajuda a gerenciar o raio de ação ideal dos equipamentos públicos, de modo a não sobrecarregar nem ausentar os serviços.

É, de fato, um trabalho de compatibilização das atividades urbanas. A distribuição espacial de residências, comércios, indústrias, transportes e áreas de preservação ambiental, por exemplo, influenciam diretamente na ocupação das zonas adjacentes, e esse arranjo é uma ferramenta importante nos estudos relacionados à infraestrutura urbana.

Estando diretamente relacionadas ao uso do solo e potencial construtivo do território, as diretrizes do zoneamento urbano exercem influência na valorização de terrenos e propriedades, modificando a dinâmica do mercado imobiliário a nível municipal.

3.2 Valor venal

Em consequência do interesse a respeito das nuances do mercado imobiliário, um conceito que deve ser estudado a fundo é o de valor venal, figura essencial deste trabalho.

Afonso, Araujo e Nóbrega (2013) explicam que o valor venal de um imóvel corresponde ao preço cujo qual ele seria vendido em condições normais de mercado, sendo na realidade um valor estimado para a propriedade e que serve como base para o cálculo do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano). Essa estimativa é de responsabilidade da administração municipal, sendo nítida a importância de se obter valores adequados para que haja um processo

de tributação justo. O valor venal se diferencia do valor de mercado a partir do momento que o seu intuito é servir como base de cálculo para impostos, e não atribuir um valor de venda com fins lucrativos.

Sia (2019) frisa que o preço dos imóveis é sempre algo difícil de mensurar, e para minimizar futuros desgastes, as prefeituras municipais acabam optando por subavaliar o valor do imposto. Manter as avaliações devidamente atualizadas é outro desafio, e é normal que se utilize uma planilha fixa de valores revisados apenas com a correção monetária.

Sabendo das dificuldades na realização desse trâmite, é importante optar por métodos de estimativa de valor venal eficientes para evitar discrepâncias e a necessidade de retrabalho.

Usualmente, no cálculo do valor venal de uma edificação, se levam em consideração aspectos como área total construída; profundidade do terreno; excesso de área; presença em condomínio; tipo do terreno; valor do metro quadrado na região etc. (SERASA, 2023).

Sá *et al.* (2013) destacam a inexistência de um procedimento padrão legal para o cálculo do valor venal e conseqüentemente do IPTU, e não havendo uma solução efetiva para todos os municípios brasileiros, o procedimento é feito de variadas maneiras, respeitando o Código Tributário Nacional.

Nesse contexto, Nadolny (2016) destaca que poucas vezes são usados modelos probabilísticos para esse tipo de avaliação devido à necessidade de conhecimentos técnicos aprimorados para a execução de operações mais complexas, no entanto, o avanço das tecnologias de informação possibilita a obtenção de resultados em cada vez menos tempo. A confiabilidade dos resultados desse tipo de recurso demonstra a necessidade da implementação desses mecanismos na gestão de planejamento urbano.

3.3 Geoprocessamento

Na elaboração de alternativas para problemas urbanos que envolvem informações espaciais, a utilização do Geoprocessamento como ferramenta é uma opção muito viável. Muitas são as aplicações possíveis, e entender o seu conceito é primordial.

O geoprocessamento pode ser definido como sendo o conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações, com diferentes níveis de sofisticação. Em linhas gerais o termo geoprocessamento pode ser aplicado a profissionais que trabalham com cartografia digital, processamento digital de imagens e sistemas de informação geográfica. (ROSA, 2013).

No contexto do planejamento urbano, Nascimento e Silva, Silva e Leonardi (2016) destacam o papel que o Geoprocessamento tem de auxiliar as tomadas de decisões da administração pública municipal, de modo que permite um pleno conhecimento do território no que diz respeito a características físicas, socioeconômicas e político-sociais. A possibilidade de obter uma visão mais completa e detalhada do município é essencial para uma boa gestão.

Na representação de mapas temáticos, dentro da esfera do Geoprocessamento, eles podem ser constituídos de dados matriciais e vetoriais, conceitos distintos e que afetam na metodologia adotada. Neto e Alves (2018) explicam que a representação matricial ocorre através de, como o nome sugere, matrizes, definidas por linhas e colunas e tendo como resultados imagens com valores atribuídos a unidades de pixel; enquanto as representações vetoriais são formadas de pontos, linhas e polígonos através de pares de coordenadas.

Fernandes *et al.* (2021) mencionam a aplicabilidade das técnicas de Geoprocessamento âmbito da gestão territorial, sendo úteis nas mais diversas esferas do segmento, inclusive para fins tributários e de cadastro imobiliário.

De modo geral, é possível, com técnicas de Geoprocessamento, realizar estudos e análises sobre diversos setores e disciplinas científicas, basta que se faça uso das ferramentas adequadas para isso.

3.3.1 SIG's

Sabendo que o Geoprocessamento, de modo geral, é um termo mais amplo que se refere a um conjunto de técnicas, é necessário entender como materializar esses conceitos, e isso ocorre através de ferramentas específicas, como é o caso dos SIG's. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) se referem a sistemas computacionais que fazem o uso e a integração de dados georreferenciados, possibilitando o desenvolvimento de análises espaciais com a capacidade de manipular, gerenciar, analisar e apresentar dados. (BARBOSA e BURITI, 2022).

Fernandes *et al.* (2021) destacam que os SIG's são grandes aliados da administração pública no tocante à tomada de decisões, auxiliando, por exemplo, no processo de elaboração dos Planos Diretores.

De modo geral, os SIG's são uma subcategoria do Geoprocessamento, aonde, de fato, são aplicados os conhecimentos. Nesse contexto, existem vários SIG's disponíveis, cada uma com suas características específicas. Algumas das principais ferramentas são o QGIS e o Google Earth.

3.3.1.1 QGis

Barbosa e Buriti (2022) definem o QGIS como um software livre e aberto que permite criar, editar, visualizar e analisar informações geoespaciais. O QGIS funciona em diferentes sistemas operacionais e é bastante conhecido por ser uma alternativa gratuita e de fácil acesso, com uma comunidade ativa de desenvolvedores.

Fernandes *et al.* (2021) sintetizam esses conceitos ao dizer que “define-se o QGIS como sendo a oficina ou o escritório, o Geoprocessamento como sendo a técnica para poder melhor usar as ferramentas e o ambiente urbano como matéria-prima”.

O QGIS destaca-se pela versatilidade e interface amigável, características que ajudam a disseminar o uso do software entre usuários e desenvolvedores, o tornando uma ferramenta popular na produção de trabalhos acadêmicos como este.

3.3.1.2 Google Earth

Com um funcionamento um pouco diferente de outros SIG's, o Google Earth é uma plataforma baseada em nuvem que fornecesse acesso a uma grande quantidade de dados de satélite e permite análises espaciais em grande escala.

O Google Earth oferece uma experiência de visualização tridimensional de terras, oceanos e edifícios, por exemplo. É possível fazer uma exploração interativa do histórico dos lugares e observar como eles mudaram ao longo do tempo, bem como criar marcadores, desenhos e trilhas para compartilhar esses conteúdos e colaborar em projetos entre usuários.

Fernandes *et al.* (2021) mostram como o Google Earth se integra ao QGIS conferindo a possibilidade de adicionar imagens da base de dados do Google, sendo a compatibilização através de arquivos com a extensão “.kmz”.

3.3.2 Mapeamento de modelos espaciais

Modelos espaciais são as representações dos fenômenos do mundo real em um ambiente computacional usando dados geográficos. Eles são, para Santos (2012), “a representação simplificada e sistemática das relações espaciais entre entidades físicas”.

O mapa refere-se ao visual, mas para que ele seja coerente com a realidade, ele precisa de um raciocínio, uma técnica, e assim são os modelos, “responsáveis por abstrair partes específicas do mundo real e representar, esquematicamente, quais [...] dados devem ser coletados.” (SANTOS, 2012).

Martins Neto e Alves (2018) mencionam que é possível, por exemplo, sobrepor um mapa com dados da rede de saneamento num mapa da divisão dos bairros do município, refletindo quais os bairros que carecem de investimentos na área. A ideia é que possam ser elaborados mapas temáticos como produtos de diferentes tipos de dados, ou seja, utilizar múltiplos critérios em prol de uma análise específica.

Essa versatilidade confere ao Geoprocessamento uma vasta gama de aplicações, e dessa forma é possível estar produzindo cada vez mais trabalhos originais e inovadores.

3.4 Modelos multicritérios

No processo de estudos geoespaciais, o que vai direcionar o tipo de análise a ser feito são os critérios utilizados para isso. Para o entendimento de um fenômeno específico, é necessário que se faça uso de elementos associados a ele, que muitas vezes não se resumem a um só. Nesse momento, a implementação de modelos de análise com base em critérios múltiplos proporciona uma abordagem mais abrangente e informada para a tomada de decisões em contextos geoespaciais complexos.

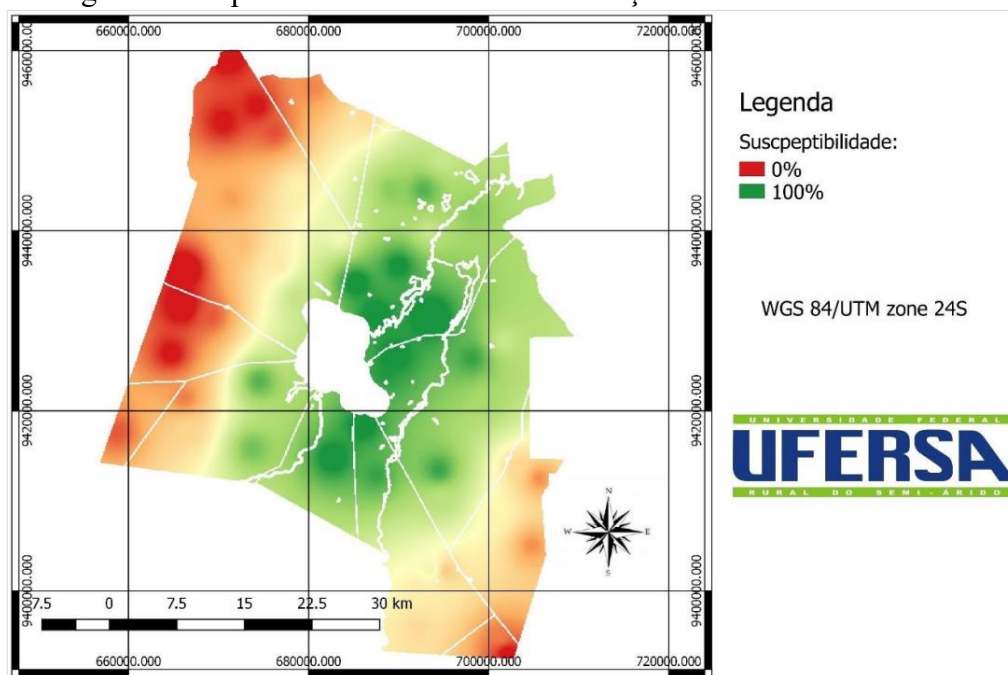
Soethe (1997) afirma que para tomar decisões em circunstâncias complexas, é conveniente trabalhar com abordagens multicritérios, pois assim é possível estabelecer comparações com base na avaliação de diversas alternativas e cenários. Reitera, também, a importância de desenvolver e manter o método com base em pontos de vista atualizados, condizentes com a realidade.

Na literatura, existem trabalhos acadêmicos na área do Geoprocessamento que fazem o uso de modelos multicritérios para elaborar soluções de demandas urbanas, inclusive na própria cidade de Mossoró.

Oliveira (2018) faz o uso de geotecnologias para avaliar quais as melhores zonas na cidade para a instalação de estações de tratamento de esgoto (ETE's), partindo de informações espaciais como zonas de despejo de esgoto sem tratamento; zonas de baixa elevação e zonas de proximidade aos corpos receptores de esgoto. Com base nos critérios georreferenciados adotados, foram encontrados 20 locais com as características desejadas e teoricamente suscetíveis à instalação de ETE's.

Botrel (2018) aplica técnicas de Geoprocessamento para encontrar, dentre 50 sítios aleatórios em Mossoró, aquele que agregava os melhores atributos para a instalação de uma ETE. Dessa vez, o objetivo era de fato obter, qualitativamente, uma resposta para essa demanda urbana. Com a determinação de pesos entre os critérios, foi estabelecida qual a parcela de importância de cada um deles, e assim foi encontrado um resultado particular e de acordo com diretrizes próprias, analisadas previamente para isso. A Figura 1 mostra o resultado do trabalho: um mapa de interpolação da suscetibilidade de instalação da ETE na cidade.

Figura 1 - Mapa da suscetibilidade de instalação de ETE's em Mossoró.



Fonte: Botrel (2018)

Os exemplos supracitados mostram como é possível fazer estudos espaciais preditivos a partir de modelos multicritérios, abrindo precedente para a elaboração de análises nas mais diversas áreas a partir dos fundamentos do Geoprocessamento.

Fernandes *et al.* (2021) salientam que ainda que a integração dos dados seja possível através das ferramentas, é importante ter em mente que o método é mais importante do que os

recursos utilizados para executá-lo, já que eles estão sujeitos ao fator do avanço tecnológico, algo que está em constante mudança.

Esse raciocínio ajuda a entender a relevância da metodologia adotada nos trabalhos dessa categoria, uma vez que a elaboração de modelos multicritérios é complexa e abrangente.

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da região estudada

A área de estudo trata-se da cidade de Mossoró, situada no interior do estado do Rio Grande do Norte, sendo a maior do estado em termos de extensão territorial e se destacando como um importante centro urbano e comercial entre as capitais Natal (RN) e Fortaleza (CE). De acordo com o IBGE (2022), possui uma população de aproximadamente 264 mil habitantes e área de 2.099,334 km², sendo 73,55 km² urbanizados. A Figura 2 mostra a cidade de Mossoró destacada no mapa do Rio Grande do Norte.

Figura 2 - Mapa do Rio Grande do Norte com o município de Mossoró em destaque.



Fonte: Wikimedia Commons (2005)

O clima predominante na região é o semiárido, caracterizado por altas temperaturas, precipitações escassas e déficit hídrico. Ele influencia diretamente na variação dos outros elementos que compõem a paisagem, pois a vegetação e os processos de formação do relevo se adaptam ao clima (ARAÚJO, 2011).

Economicamente falando, Mossoró passou por uma grande expansão nas últimas décadas, que segundo o Salles, Grigio e Silva (2013) deve-se muito às atividades petrolíferas, salineiras e frutíferas na região. O surgimento de novos empregos, o fortalecimento da economia e a criação de unidades educacionais foram agentes potencializadores de crescimento

urbano que modificaram o panorama da cidade e, conseqüentemente, alteraram a sua espacialidade.

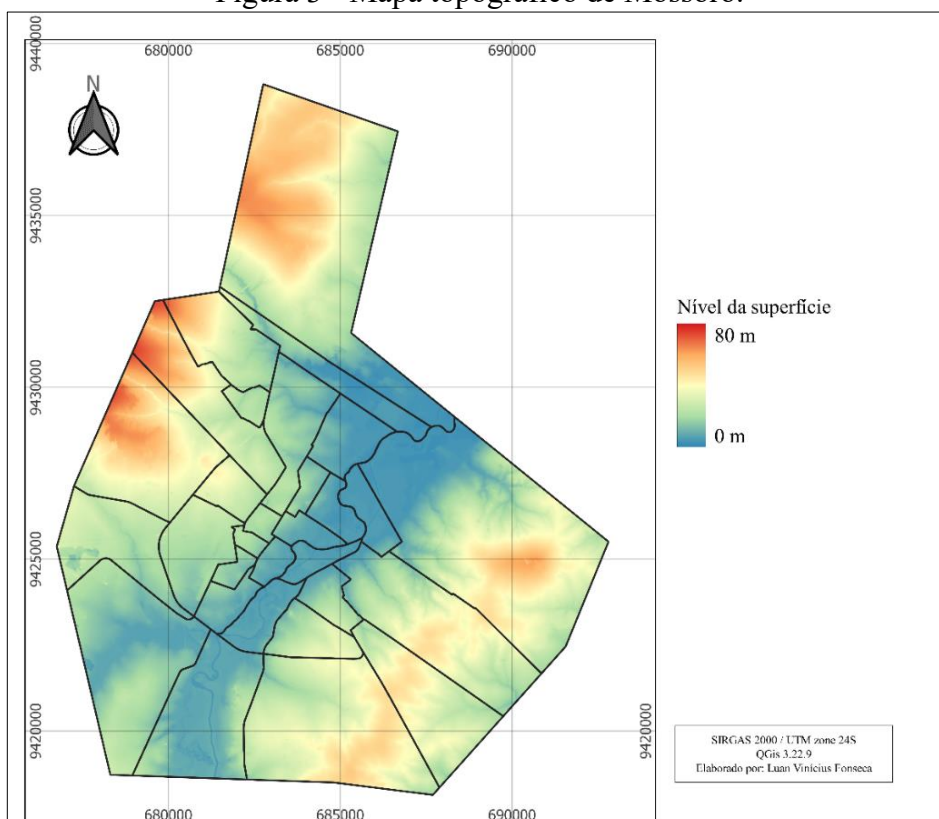
Rocha (2005) atesta a evolução da cidade de Mossoró num período recente e evidencia a necessidade de um planejamento urbano adequado, uma vez que o fortalecimento da economia de forma acelerada gera um certo descontrole estatal por conta dos desequilíbrios na ocupação do espaço.

Esse contexto mostra como o município de Mossoró pode ser um objeto de estudo satisfatório na análise de comportamentos urbanos. Além disso, a cidade possui outras características favoráveis a esse tipo de produção acadêmica, principalmente pelo fato de que existe uma boa quantidade de dados espaciais disponível e por conta das suas propriedades físicas e geográficas que facilitam o georreferenciamento.

Por possuir um clima predominantemente seco e ensolarado, a captura de imagens de alta qualidade para georreferenciamento é facilitada, pois é minimizada a interferência de nuvens que afetariam negativamente a visibilidade.

Com relação à regularidade do terreno, a Figura 3 a seguir ilustra como é a topografia de Mossoró, a partir de dados espaciais fornecidos pela Secretaria de Tributação de Mossoró.

Figura 3 - Mapa topográfico de Mossoró.

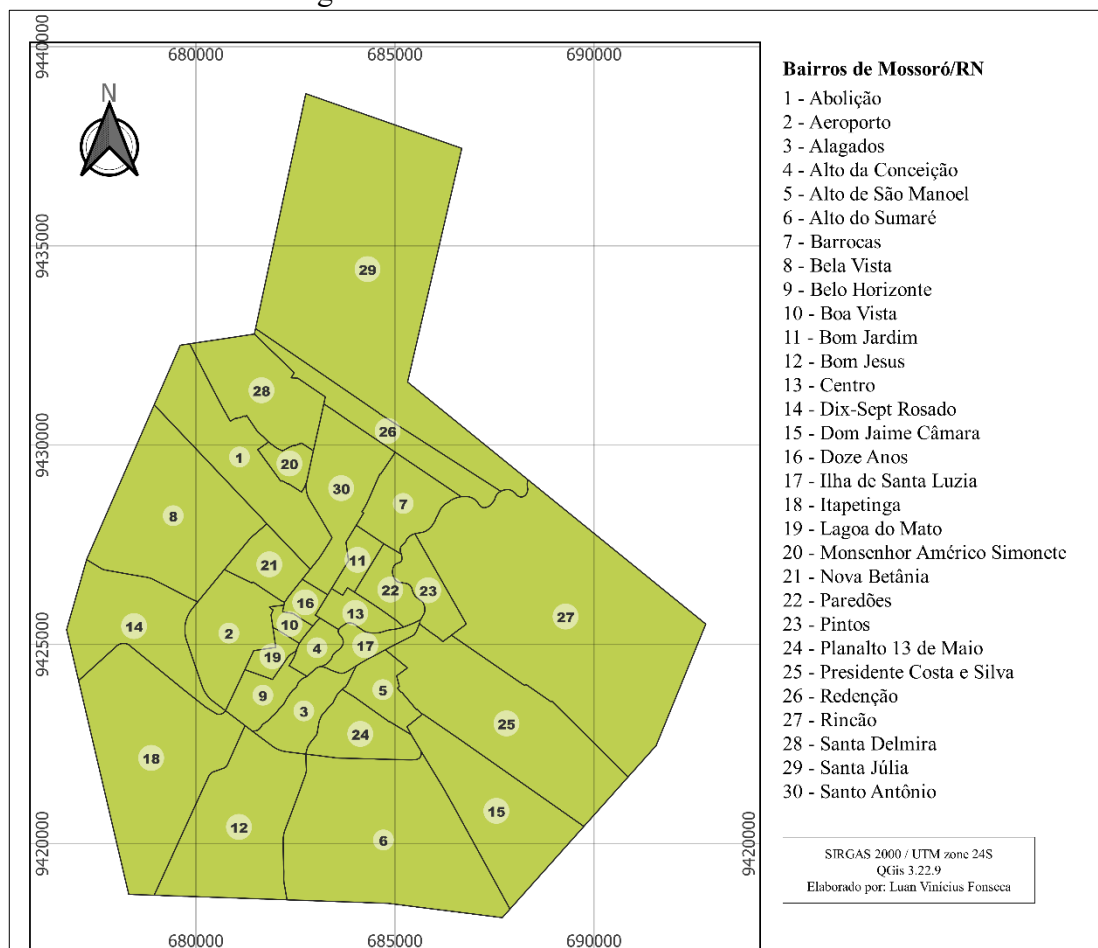


Fonte: Autoria própria (2024)

O relevo não possui grandes altitudes e nem diferenças bruscas de nível capazes de configurar morros, por exemplo. É possível afirmar, então, que a cidade possui uma área relativamente plana, o que favorece a trabalhabilidade de modelos espaciais por configurar um terreno praticamente homogêneo e possibilitar melhores respostas sem distorções.

Diante do entendimento de que se trata de um município adequado para os estudos propostos, é importante entender a composição das zonas cidade. A zona urbana de Mossoró é dividida em 30 bairros, mostrados a seguir na Figura 4, em dados fornecidos novamente pela Secretaria de Tributação de Mossoró.

Figura 4 - Divisão de bairros de Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2024)

A divisão de bairros configura um importante predado ao zoneamento urbano, pois rotula as principais áreas da cidade sob um aspecto que inevitavelmente influencia as movimentações do mercado imobiliário. É por isso que, em que pese o fato de este trabalho buscar promover uma análise sobre o município como um todo, é importante entender os recortes do território para que seja possível estudar individualmente esses trechos.

4.1.1 Cenário imobiliário de Mossoró

A relevância da cidade de Mossoró nos setores que movimentam a economia fomenta a ideia de um mercado imobiliário ativo no município.

A Urban Systems (2022) apontou, na edição de 2022 de sua revista, a cidade de Mossoró como uma das 100 melhores cidades do Brasil para se fazer negócios no mercado imobiliário, mais precisamente ocupando a 77ª colocação. O estudo foi feito com base em vários indicadores, dentre eles: empregos no setor de construção civil com boa remuneração; crescimento de empresas de construção civil; novos domicílios; crescimento de empresas comerciais; crescimento de empresas de serviços e saldo de empregos na construção civil.

Segundo Costa e Nascimento (2016), seguindo o processo de reestruturação econômica e territorial do Nordeste brasileiro como um todo no início dos anos 1990, Mossoró é um dos circuitos de reprodução do capital, e o expressivo desenvolvimento do mercado imobiliário na cidade se deu principalmente pelos investimentos em obras de infraestrutura e na construção de condomínios residenciais de alto padrão e conjuntos habitacionais populares.

Rocha (2005) traça um panorama do que era a realidade de Mossoró em 2003, alegando a existência de uma hierarquia de valorização dos bairros, onde o processo de verticalização da cidade é figura essencial no diagnóstico. Na análise, destacam-se nitidamente os bairros “Centro” e “Nova Betânia” com os espaços mais valorizados por conta da presença dos principais centros comerciais e apartamentos de alto padrão.

Vale ressaltar que, na atualidade, ainda é possível apontar estes bairros específicos como zonas valorizadas, mas à medida que a cidade se expandiu em várias direções, outras regiões surgiram como polos de desenvolvimento e enriqueceram o cenário imobiliário local, diversificando-o. Diante de tantas modificações, se torna impraticável a realização de uma política de tributação justa sem que ocorra atualização periódica da base de dados existente.

4.2 Materiais

Na proposição de um modelo de análise espacial para áreas urbanas sob o viés da valorização imobiliária, a realização do estudo demanda a utilização de alguns materiais digitais específicos. São eles:

- Dados espaciais de origem da Secretaria de Tributação de Mossoró, sendo eles:
 - Arquivos no formato *shapefile* das curvas de nível e divisão de bairros de Mossoró;

- Endereços, por meio de CEP, de comércios, prestadores de serviços, escolas, hospitais e unidades básicas de saúde da zona urbana do município.
- SIG's, como o QGIS e o Google Earth;
- Planilhas eletrônicas para catalogação da base de dados.

4.3 Método

O método de análise espacial ao qual este trabalho se refere baseia-se numa técnica de estudos de demandas urbanas desenvolvida por professores e estudantes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Se trata basicamente da avaliação de territórios segundo critérios pré-definidos para indicar os melhores e piores cenários para uma certa análise. A Figura 5 mostra, esquematicamente falando, as principais etapas do trabalho de forma mais lúdica.

Figura 5 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento do método multicritério utilizado.



Fonte: Autoria própria (2024)

Dividindo as etapas de maneira superficial, pode-se dizer que o trabalho tem as 4 etapas citadas acima, sendo:

- Etapa 1: Estabelecimento de critérios para definir como o território será julgado;
- Etapa 2: Inserção de amostras para representação do território, uma vez que não é possível estudá-lo por inteiro;
- Etapa 3: Classificação das amostras segundo os critérios estabelecidos, de forma a caracterizar os pontos;
- Etapa 4: Preenchimento das áreas restantes via interpolação dos resultados das amostras.

Botrel (2018) qualifica sítios aleatórios para encontrar a melhor localização para instalação de uma ETE, enquanto Paula e Silva (2024) buscam encontrar as melhores regiões para a implantação de aerogeradores visando a redução de impactos ambientais. Para isso, ambos utilizam critérios específicos que direcionam pontos amostrais a uma maior ou menor

suscetibilidade de atender às características adequadas para os devidos fins. Por fim, elaboram uma equação para descrever o comportamento da estatística formada e assim conseguem estimar o território completo via interpolação.

Neste trabalho, a metodologia consiste na classificação de zonas urbanas a partir de critérios específicos e georreferenciáveis. Em posse dos dados necessários em formato *shapefile*, são gerados pontos aleatórios no mapa da cidade e, sobre eles, *buffers*, criando uma espécie de zona de influência de cada ponto. Essas zonas criadas são analisadas individualmente segundo parâmetros e critérios pré-estabelecidos e servem como amostras para o estudo geral.

Com uma quantidade de pontos satisfatória, o estudo se torna suficientemente representativo para a área estudada como um todo (o município). Através de técnicas de interpolação, então, é possível preencher as lacunas deixadas nas zonas não atingidas pelos pontos e, assim, o método reproduz uma estimativa do panorama completo da região estudada.

No presente estudo, o intuito é elaborar um tipo de classificação que categorize áreas urbanas com base no seu grau de valoração. Para que isso seja possível, é necessário que os critérios de análise sejam coerentes com a realidade e que as informações utilizadas como banco de dados sejam fiéis e minimamente atualizadas.

O modelo é uma tentativa de caracterização da realidade através de equipamentos gratuitos e softwares livres.

4.3.1 Definição dos critérios de análise

São inúmeros os fatores que podem influenciar na valorização de áreas urbanas, no entanto, muitos deles são subjetivos, difíceis de mensurar e georreferenciar. Assim, a definição dos critérios de análise para o modelo é um processo crucial para que o estudo seja viável e tenha representatividade.

Dentro da condição estabelecida, que é quantificar e qualificar certos elementos contidos em cada *buffer*, o cenário priorizado foi justamente avaliar que tipos de dados espaciais são passíveis desse tipo de medição. Dessa forma, os critérios escolhidos para análise foram os mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios adotados para a aplicação do modelo.

Critério		Justificativa
1	Quantidade de prestadores de serviço e comércios	Proximidade desse tipo de segmento sugere uma configuração de grandes centros urbanos, dotados de um alto potencial de utilização e valorização.
2	Quantidade de hospitais, unidades básicas de saúde e escolas	Pontos de referência que indicam acessibilidade a serviços de saúde e educação.
3	Tipo de estrada (vias)	A presença de estradas pavimentadas está associada à valorização imobiliária por afetar aspectos como acessibilidade e conforto. Logo, a qualidade das vias é algo mensurável segundo este critério.
4	Vazios urbanos	Se referem a áreas dentro do ambiente que são inutilizadas, podendo ter várias causas, mas que geram um impacto negativo nas comunidades no que diz respeito ao valor das propriedades circundantes.

Fonte: Autoria própria (2024)

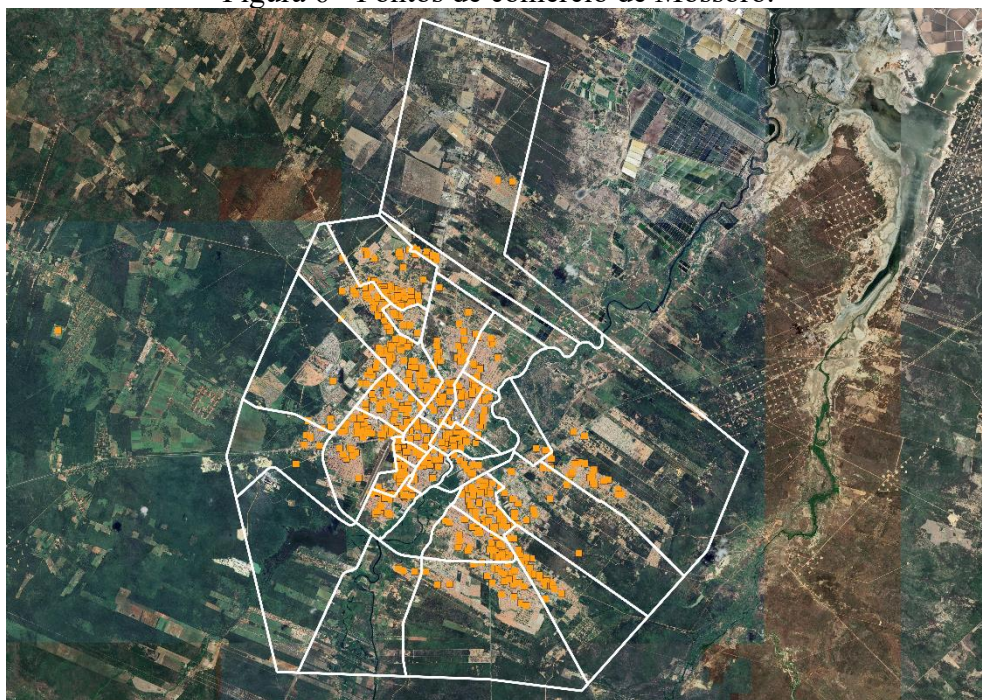
Com os critérios definidos, o passo seguinte foi a obtenção das informações geográficas referentes a esses parâmetros. Organizando esse material, foi formado um banco de dados.

4.3.2 Levantamento das informações para formação do banco de dados

A Secretaria de Tributação de Mossoró cedeu planilhas eletrônicas contendo o endereço de edificações de diversas naturezas na cidade. Com as informações de CEP, as planilhas no formato “.csv” foram convertidas em dados espaciais via Google Earth, gerando arquivos “.kmz” para serem importado no QGis e trabalhados como vetores.

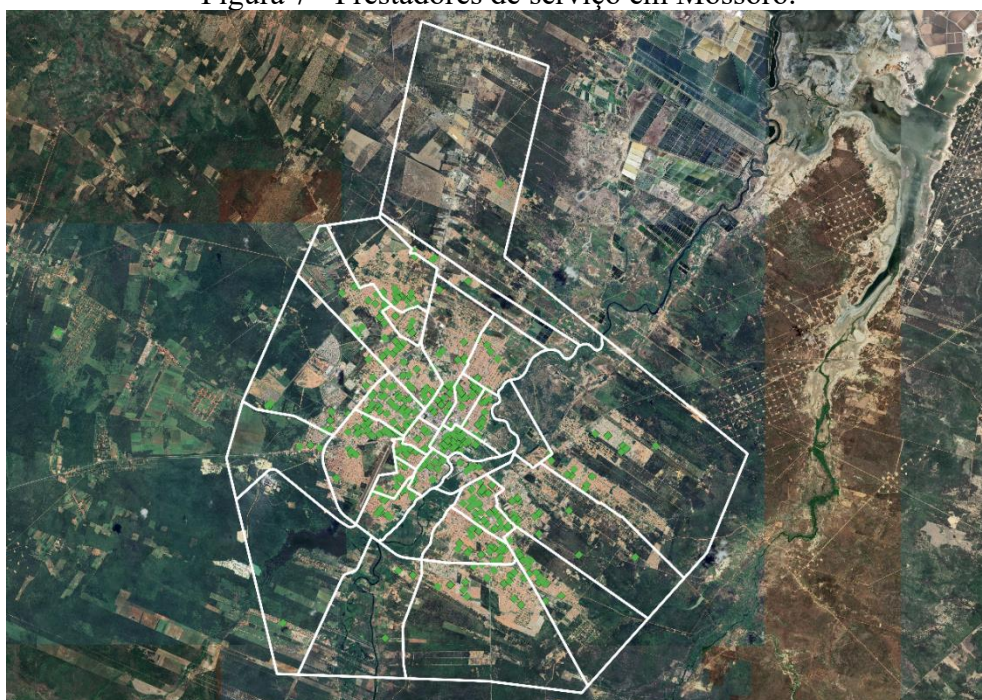
A Figura 6 a seguir mostra, em laranja, a distribuição dos pontos de comércio georreferenciados na região mencionada; enquanto na Figura 7 estão marcadas em verde, por sua vez, as localizações de prestadores de serviço na cidade. Estes dois mapas compõem o critério 1, que descreve as principais atividades econômicas da região estudada.

Figura 6 - Pontos de comércio de Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 7 - Prestadores de serviço em Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2024)

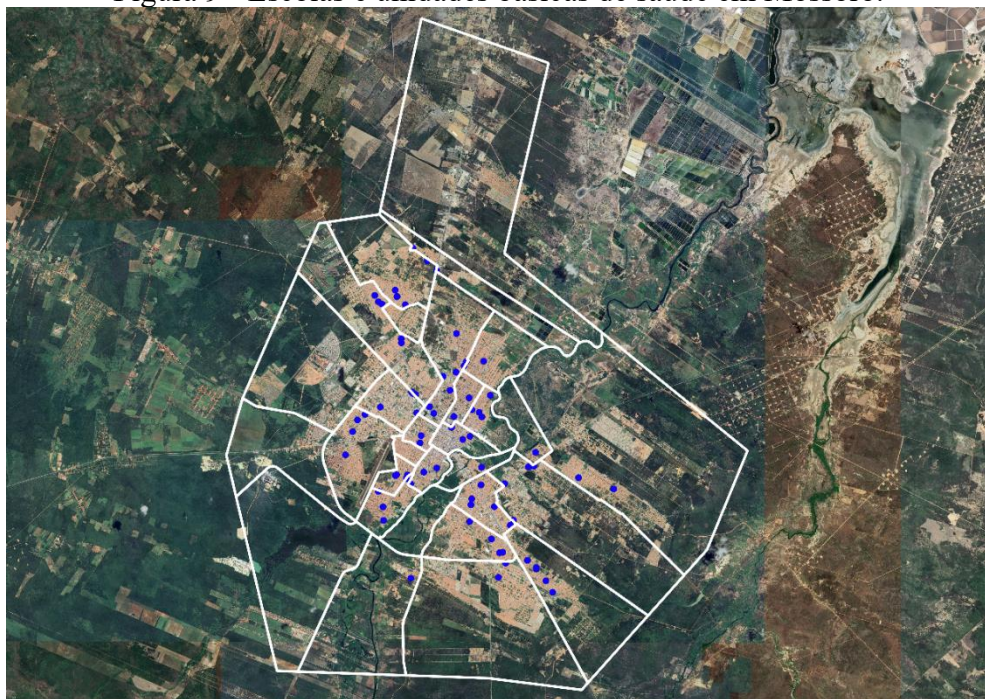
O critério 2 engloba hospitais, unidades básicas de saúde e escolas. Encontrados em arquivos *shapefile* diferentes, esses dados são mostrados a seguir. Na Figura 8, os hospitais identificados em azul claro; e na Figura 9 as escolas e as unidades básicas de saúde em azul.

Figura 8 - Hospitais em Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 9 - Escolas e unidades básicas de saúde em Mossoró.



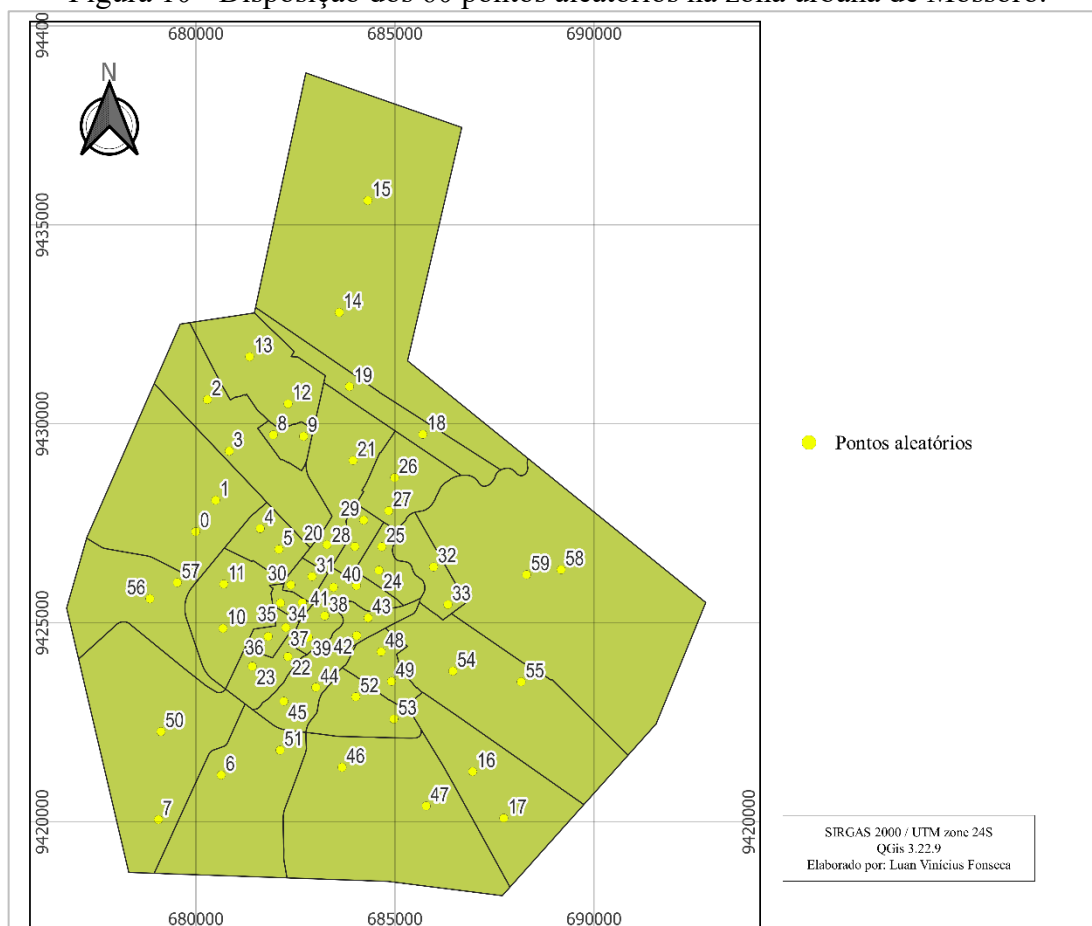
Fonte: Autoria própria (2024)

A avaliação dos critérios exibidos nas Figuras 4, 5, 6 e 7 é semelhante. Eles tratam da quantificação de edificações de diferentes categorias, onde a presença delas está associada a uma maior valorização das áreas adjacentes.

Já com relação aos outros dois critérios (qualidade das vias e vazios urbanos), a mensuração é um pouco diferente. Na ausência de vetores que tratem especificamente de dados como esses, a análise pode ser feita de forma simples, sobreposta à imagem de satélite por se tratar de elementos facilmente distinguíveis. Dessa forma, a origem dos dados para essas análises é basicamente a imagem espacial, e a identificação dos parâmetros depende da limitação de amostras para que o trabalho manual não se torne exaustivo.

Assim, a etapa seguinte foi a inserção de pontos na área total estudada, que, dispostos de maneira aleatória, serviram de amostra para o presente estudo. Sabendo da existência de 30 bairros, a ideia foi inserir 60 pontos (enumerados de 0 a 59), se preocupando apenas em encaixar dois pontos por bairro. A Figura 10 mostra a distribuição dos pontos aleatórios na zona urbana do município.

Figura 10 - Disposição dos 60 pontos aleatórios na zona urbana de Mossoró.

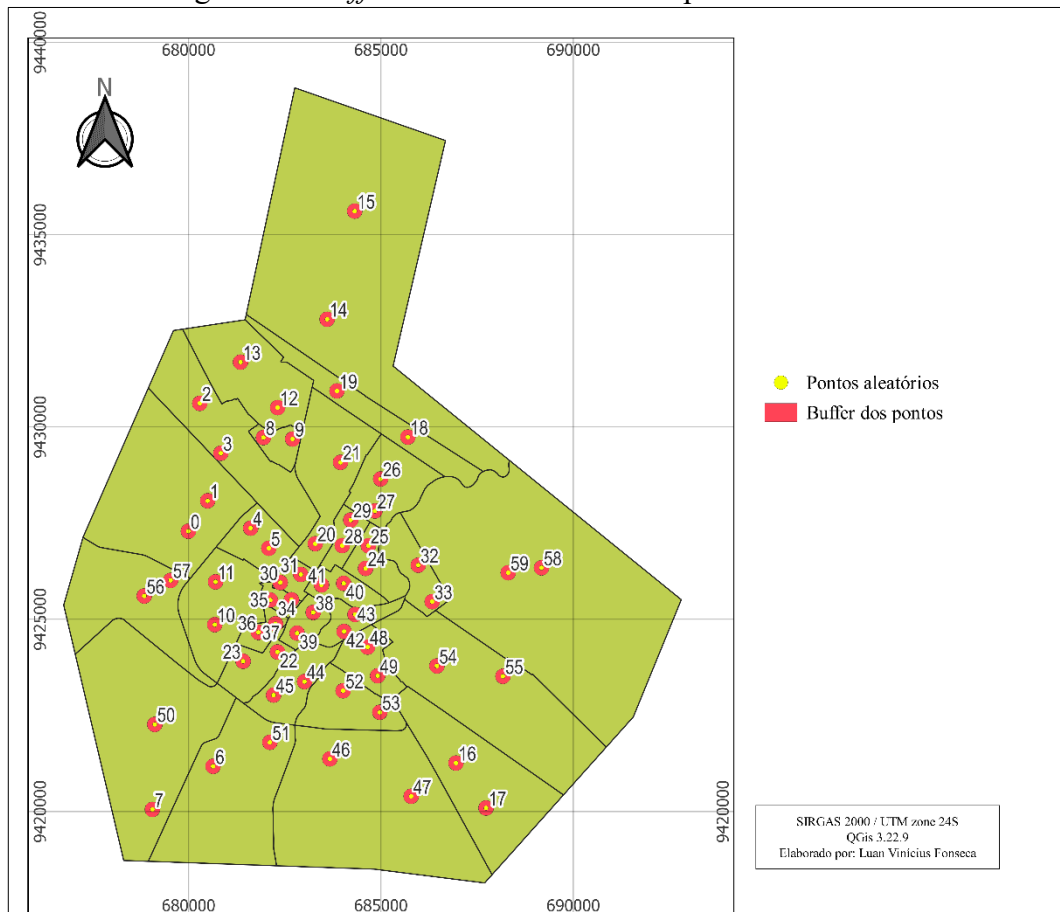


Fonte: Autoria própria (2024)

Para analisar de fato áreas, e não pontos, foram criados *buffers* de 200 metros a partir dos 60 pontos, valor estimado como satisfatório diante da expectativa de fazer análises numa

área total que não fosse elevada demais a ponto de inviabilizar a observação individual de cada amostra. Tal medida foi julgada como suficiente para demarcar a influência dos critérios em propriedades circunvizinhas. A Figura 11 ilustra a região delimitada pelos *buffers* (em vermelho).

Figura 11 - *Buffers* criados ao redor dos pontos aleatórios.



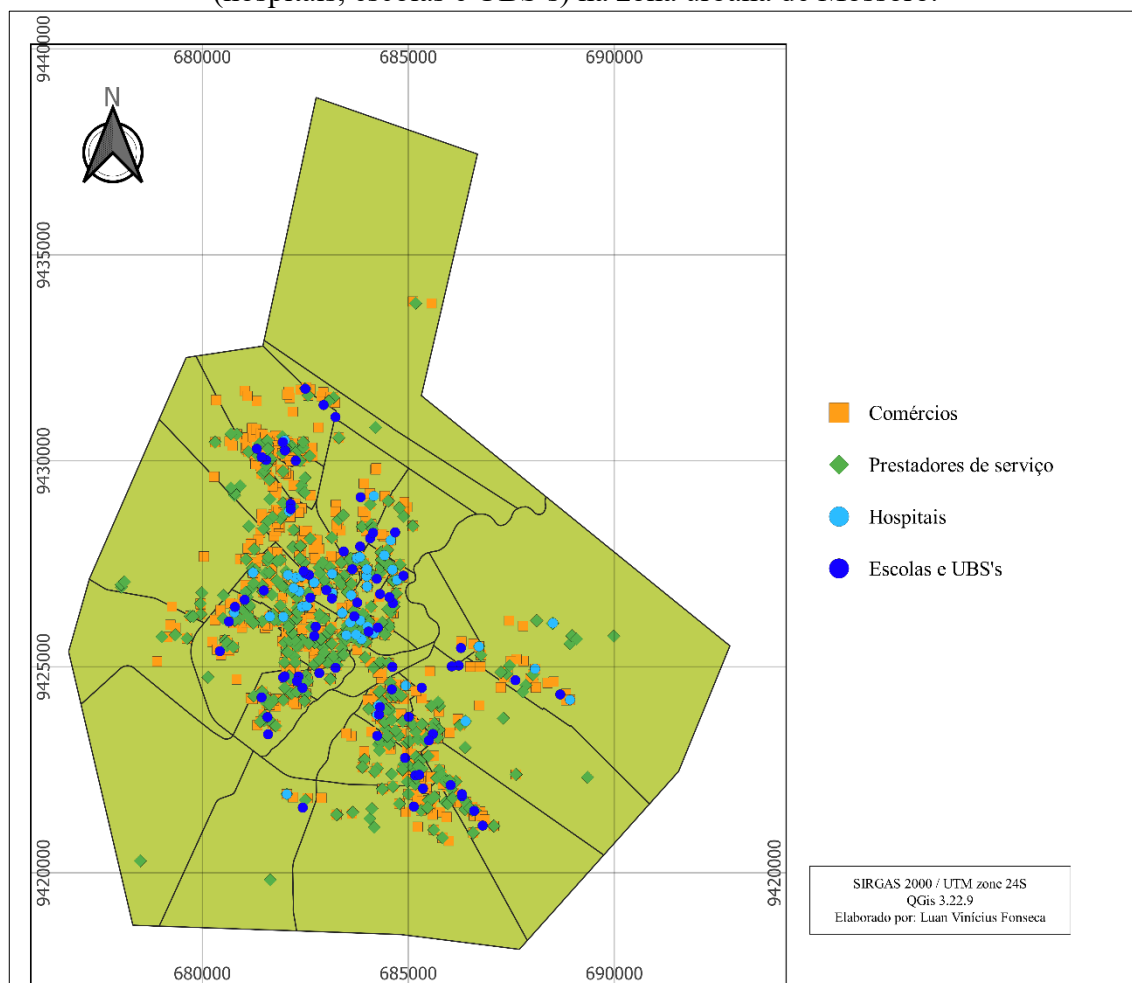
Fonte: Autoria própria (2024)

4.3.2.1 Banco de dados dos critérios 1 e 2: comércios, prestadores de serviço, hospitais, unidades básicas de saúde e escolas

Tendo em mãos as regiões de amostra a serem estudadas e também os parâmetros de análise, a simples sobreposição desses dados nos *buffers* torna possível a inspeção particular de cada uma das 60 regiões.

As camadas contendo os dados de comércios, prestadores de serviço, hospitais, escolas e unidades básicas de saúde geraram um mapa com a configuração que é mostrada na Figura 12.

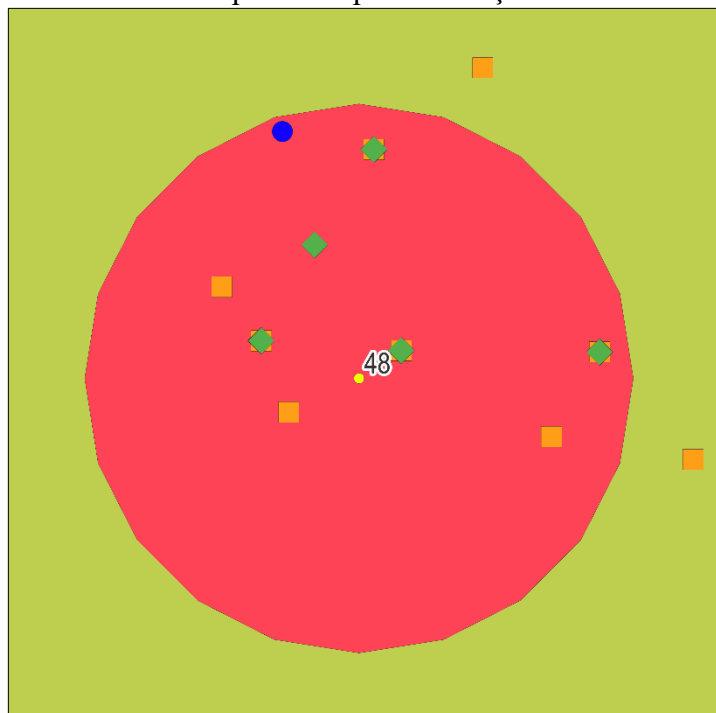
Figura 12 - Disposição dos elementos dos critérios 1 (comércios e prestadores de serviços) e 2 (hospitais, escolas e UBS's) na zona urbana de Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2024)

Evidentemente, essa sobreposição resulta num mapa repleto de informações, mas plenamente possível de examinar quando se observa cada *buffer* individualmente numa escala menor. Na Figura 13, observa-se o exemplo do *buffer* do ponto número 48.

Figura 13 - Zoom no ponto 48 para avaliação dos critérios 1 e 2.



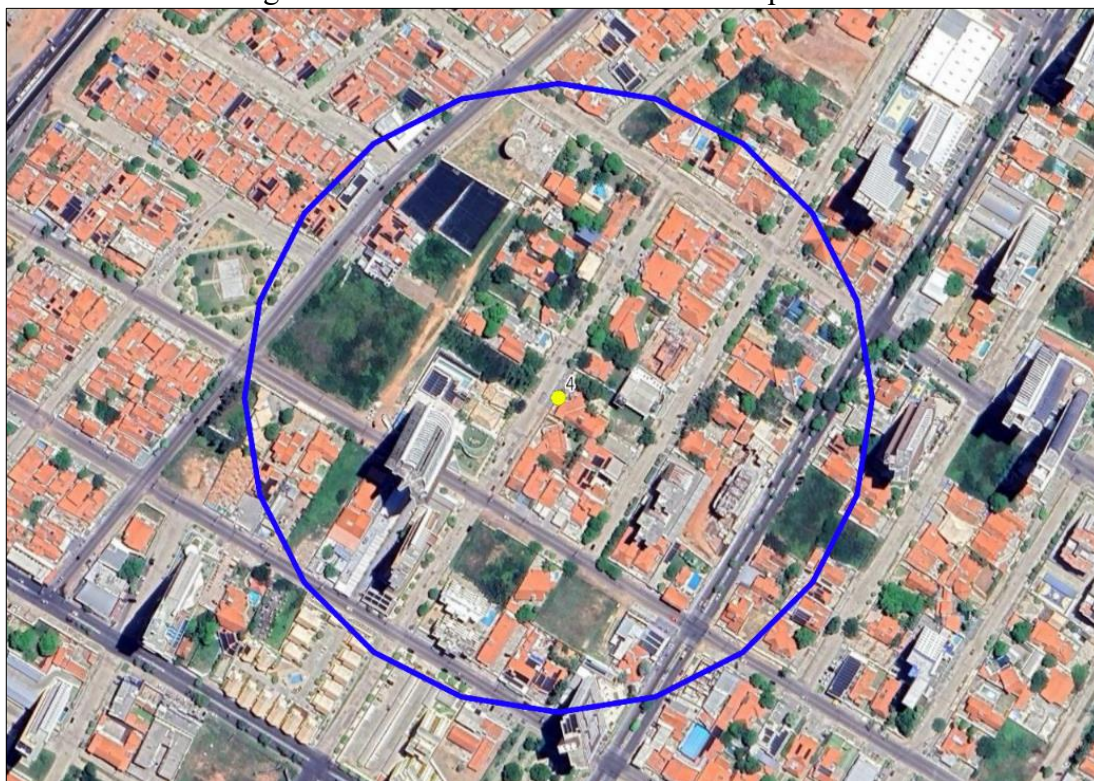
Fonte: Autoria própria (2024)

Estão presentes, dentro da zona delimitada acima, 7 estabelecimentos de comércio, 5 prestadores de serviço, nenhum hospital e 1 estabelecimento identificado como escola ou unidade básica de saúde. Essas informações compõem o banco de dados do ponto 48 para os critérios 1 e 2. Esse tipo de contagem é aplicado analogamente a todos os pontos, o que é suficiente para a formação do banco de dados por completo.

4.3.2.2 Banco de dados do critério 3: tipos de ruas

No caso do critério 3, a formação do banco de dados sugere uma análise qualitativa dos espaços em questão, já que nesse caso (avaliação das ruas), é essencial não apenas quantificá-las, mas também identificar qual é o tipo da superfície. Dessa maneira, procurou-se contabilizar a presença de ruas pavimentadas, ruas em calçamento e ruas de barro. Posteriormente, as análises são feitas em cima dessas proporções. A Figura 14 mostra um exemplo dessa medição.

Figura 14 - Análise das ruas no buffer do ponto 4.



Fonte: Autoria própria (2024)

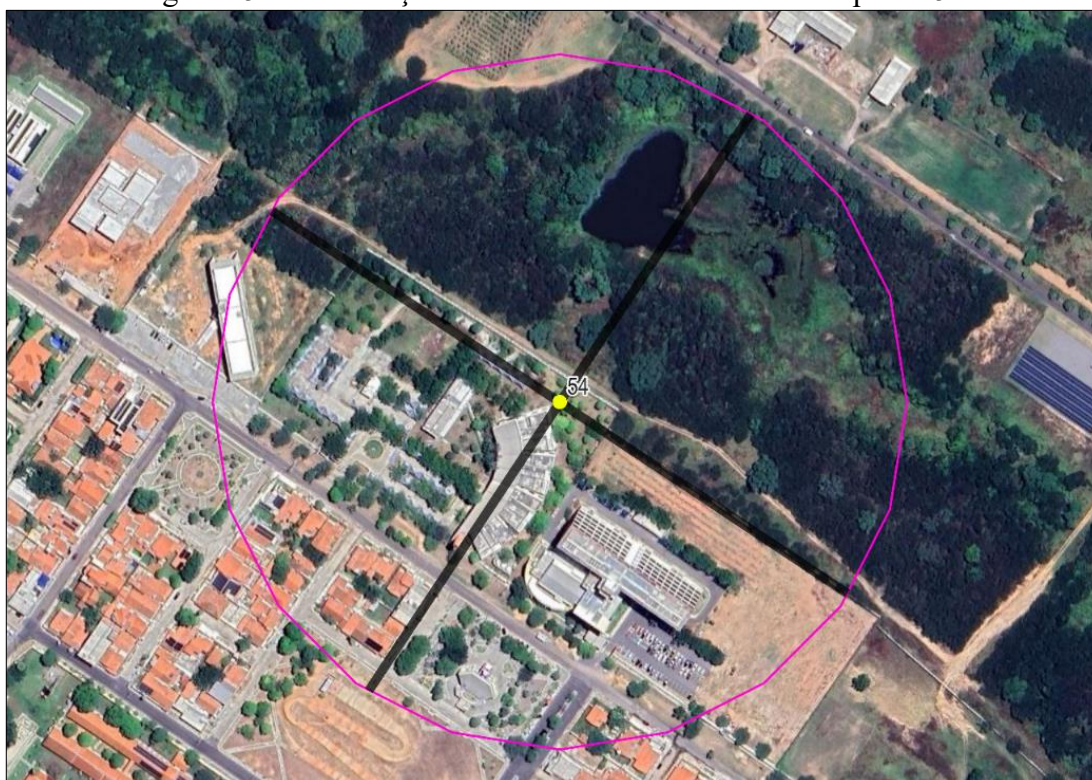
Acima, é possível observar 7 ruas dentro da região delimitada, sendo 4 asfaltadas, 3 de calçamento e nenhuma estrada de barro. Aplicando esse raciocínio para os outros pontos, foi formado o banco de dados para o critério 3, contendo a contabilização e distinção de todas as ruas presentes.

4.3.2.3 Banco de dados do critério 4: vazios urbanos

No que diz respeito ao critério 4, que corresponde à mensuração da presença de vazios urbanos no município, a análise torna-se mais peculiar, mas ainda sugestiva.

Dividindo a região circular do *buffer* em quadrantes, é possível distinguir mais facilmente qual a parcela da região que representa áreas vazias, e, mais especificamente, contabilizar aproximadamente quantos quartos de círculo estão preenchidos com vazios urbanos. A visualização da Figura 15 ajuda a explicar a ideia.

Figura 15 - Mensuração de vazios urbanos no buffer do ponto 54.



Fonte: Autoria própria (2024)

Na imagem acima, uma grande parte do *buffer* está ocupada com vegetação. Aproximadamente metade da área marcada representa um vazio que se traduz não só na ausência de serviços sociais e econômicos, mas também da própria circulação de pessoas. Para este ponto em específico, pode-se dizer que 2 partes do *buffer* (2/4) são vazias.

Tal ideia é a base do raciocínio para todos os outros pontos, que assim como os outros exemplos, serviu de ferramenta para a contabilização dos itens de maneira bruta, formando um banco de dados hábil para um tratamento das informações e entendimento do contexto.

4.3.3 Método de classificação das áreas segundo os critérios

Fazendo o apanhado de todas as informações necessárias a partir do banco de dados formado, era necessário fazer um tratamento desses dados para que eles se traduzissem em características de valorização imobiliária numa perspectiva que permitisse a comparação entre elas.

Por essa razão, foi feita uma classificação das áreas para cada um dos quatro critérios definidos, respeitando as particularidades de cada parâmetro e estabelecendo índices que indicam o grau de aptidão de cada área para os respectivos critérios. A ideia foi criar uma escala

que vai de 1 (pior cenário) a 5 (melhor cenário), assim, cada ponto foi analisado e recebeu uma nota de avaliação para os quatro critérios.

Para os critérios 1 e 2, que se baseiam numa quantificação simples de elementos, a determinação dessas classes de valorização se dá com base na divisão em cinco partes a partir dos valores máximos encontrados em cada um. O Quadro 2 ilustra os limites determinados para os critérios 1 e 2.

Quadro 2 - Limites para as classes dos critérios 1 e 2.

Critério		Valor máximo	Índices				
			1	2	3	4	5
1	Prestadores de serviço e comércios	25	0 a 5	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 25
2	Hospitais, unidades básicas de saúde e escolas	3	0		1	2	3

Fonte: Autoria própria (2024)

O critério 3, de caráter qualitativo no que diz respeito às ruas, se afasta de uma mensuração baseada na quantidade em prol de uma classificação com base nos tipos de ruas. Levando em consideração que uma via asfaltada é mais bem avaliada do que uma rua de calçamento, que, por sua vez, é mais bem avaliada do que uma estrada de barro, podem ser definidos pesos para o tipo de rua num cálculo de média ponderada que resulta num valor dentro do intervalo de 1 a 5. O Quadro 3 mostra quais foram os pesos determinados para cada tipo de rua.

Quadro 3 - Peso para os tipos de ruas no critério 3.

Tipo de rua	Peso
Asfaltada	5
Calçamento	3
Barro	1

Fonte: Autoria própria (2024)

O cálculo que resulta no valor de índice para julgar os pontos é explicado na equação a seguir:

$$\text{Índice} = \frac{A * 5 + C * 3 + B * 1}{A + C + B}$$

No cálculo, “A” representa a quantidade de ruas asfaltadas, “C” a quantidade de estradas em calçamento e “B” a quantidade de estradas de barro. Dessa forma, as pontuações de cada amostra são obtidas com base na ocorrência de cada de tipo de rua, convertendo os pesos em índices.

No critério 4, onde os *buffers* foram divididos em quadrantes, a presença de vazios sugere uma menor valorização da área. Dessa forma, para avaliar essas regiões, as notas foram atribuídas de maneira inversamente proporcional à presença de quartos de círculo vazios no *buffer*. O Quadro 4 exemplifica os índices atribuídos a cada parcela.

Quadro 4 - Notas de avaliação segundo a quantificação de vazios do critério 4.

Parcela de vazios no <i>buffer</i>	Índice
Inteiramente vazio	1
3/4 vazios	2
2/4 vazios	3
1/4 vazio	4
Nenhum vazio	5

Fonte: Autoria própria (2024)

A metodologia de classificação das áreas serve para unificar os critérios sob uma única perspectiva de análise, que é uma pontuação atribuída, ou seja, o índice mencionado acima. Esse apanhado de informações foi utilizado mais à frente para a obtenção dos resultados.

4.3.4 Conversão das pontuações em grau de valoração

Com as pontuações atribuídas a cada região, torna-se simples a interpretação de quais locais tem maior valor atribuído. A pontuação total de cada amostra é obtida através da soma básica das pontuações dos critérios, uma vez que eles possuem, neste método, o mesmo peso. A equação a seguir demonstra a soma:

$$Pontuação\ total = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

De maneira sugestiva, C_1 é a pontuação do critério 1; C_2 do critério 2; C_3 do critério 3 e C_4 do critério 4.

Essas pontuações são, dessa forma, inseridas em suas respectivas localizações na tabela de atributos da camada dos pontos no QGis. Assim, os valores gerados passam a qualificar, de fato, as amostras nas quais eles foram obtidos.

No entanto, para uma melhor visualização dos resultados, é interessante transformar esses valores em uma grandeza mais palpável, e por isso foi utilizada a equação da reta para definir, em termos percentuais, o grau de valoração das áreas analisadas.

Em posse dos dados referentes às pontuações máxima e mínima, a aplicação destes numa equação de 1º grau ($y = ax + b$) fornece, como resultado para cada ponto, o grau de aptidão em pontos percentuais.

Altos valores percentuais indicam uma maior suscetibilidade à valorização das áreas, que não se limitam ao *buffer*, já que este serve como amostra. A real análise do território estudado depende justamente da apuração das zonas não atingidas pelos *buffers*, o que pode ser resolvido através de interpolação.

4.3.5 Interpolação dos parâmetros

Como o estudo foi feito exclusivamente nos *buffers* mostrados anteriormente, o método carece de uma técnica de estimativa para a representação das áreas inicialmente não incluídas por conta da ausência de pontos. Tendo em posse os dados extraídos, foi executada uma interpolação dos parâmetros de resultados.

A tabela de atributos da camada dos pontos aleatórios foi abastecida com os dados de grau de valoração convertidos anteriormente, e assim as regiões assumiram seus respectivos valores para possibilitar a interpolação.

Através da ferramenta “Interpolação IDW”, do QGIS, foi elaborado um mapa de interpolação para a visualização desse cenário de valoração das regiões em toda a cidade de Mossoró segundo os critérios adotados no presente trabalho. O produto resulta num arquivo matricial no formato “.tif” e pode ser utilizado de diversas formas no próprio QGIS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Bancos de dados dos critérios adotados

Feito o levantamento das informações inerentes aos critérios adotados, é necessário fazer a catalogação desses dados para que se possa organiza-los de uma maneira mais didática.

Como mostrado na Figura 10 e na Figura 11, os dois primeiros parâmetros podem ser extraídos na mesma análise. Por essa razão, a Tabela 1 mostra os quantitativos de comércios, prestadores de serviços, escolas, hospitais e unidades básicas de saúde das amostras.

Tabela 1 - Banco de dados dos critérios 1 e 2.

PONTOS	CRITÉRIO 1	CRITÉRIO 2	PONTOS	CRITÉRIO 1	CRITÉRIO 2
	COMÉRCIOS / PREST. SERVIÇOS	ESCOLAS, HOSPITAIS E UBS		COMÉRCIOS / PREST. SERVIÇOS	ESCOLAS, HOSPITAIS E UBS
0	0	0	30	6	0
1	0	0	31	7	0
2	2	0	32	0	0
3	4	0	33	1	1
4	8	0	34	11	0
5	10	1	35	12	0
6	0	0	36	4	1
7	0	0	37	8	1
8	5	0	38	10	1
9	1	0	39	1	0
10	0	0	40	25	4
11	4	1	41	11	1
12	9	0	42	0	0
13	1	0	43	8	0
14	0	0	44	0	0
15	0	0	45	0	0
16	6	1	46	2	0
17	0	0	47	0	0
18	0	0	48	12	1
19	0	0	49	10	0
20	8	1	50	0	0
21	3	1	51	3	1
22	8	0	52	2	0
23	7	1	53	15	1
24	7	1	54	2	1
25	6	1	55	0	0
26	4	0	56	1	0
27	1	0	57	1	0
28	3	1	58	0	0
29	10	0	59	3	0

Fonte: Autoria própria (2024)

Analogamente para o critério 3, foram quantificadas as ruas presentes nos *buffers* e categorizadas em asfaltadas, de calçamento e de barro. A Tabela 2 a seguir explicita o panorama de cada região analisada.

Tabela 2 - Banco de dados do critério 3.

PONTOS	RUAS / ESTRADAS			PONTOS	RUAS / ESTRADAS		
	ASFALT.	CALÇ.	BARRO		ASFALT.	CALÇ.	BARRO
0	8	0	0	30	4	4	0
1	7	0	0	31	4	2	0
2	0	1	4	32	0	0	1
3	8	0	0	33	0	9	0
4	4	3	0	34	6	2	0
5	7	0	0	35	2	4	0
6	0	0	0	36	1	0	1
7	1	8	0	37	2	7	0
8	1	6	0	38	6	3	0
9	5	2	2	39	0	0	0
10	2	9	1	40	11	0	0
11	4	6	0	41	7	0	0
12	1	13	1	42	1	4	0
13	1	9	3	43	1	9	0
14	1	0	1	44	0	0	1
15	1	0	2	45	0	0	0
16	3	10	0	46	0	15	0
17	0	0	7	47	0	8	0
18	0	7	3	48	4	6	0
19	0	0	10	49	5	4	0
20	4	0	0	50	0	0	6
21	3	9	0	51	0	0	8
22	2	6	0	52	1	6	0
23	0	11	0	53	3	7	0
24	4	6	0	54	2	4	0
25	4	4	0	55	0	0	7
26	4	7	0	56	1	0	5
27	1	6	0	57	11	0	0
28	8	2	0	58	0	0	8
29	4	3	0	59	2	6	0

Fonte: Autoria própria (2024)

Para o critério 4, com base no critério dos quadrantes adotado, a quantidade de vazios para cada região foi contabilizada variando de nenhum vazio até 4 vazios (inteiramente vazio), e os resultados dessa investigação podem ser observados na sequência, na Tabela 3.

Tabela 3 - Banco de dados do critério 4.

PONTOS	VAZIOS	PONTOS	VAZIOS
0	2	30	0
1	0	31	0
2	2	32	4
3	0	33	1
4	0	34	0
5	0	35	0
6	4	36	3
7	1	37	0
8	0	38	0
9	0	39	0
10	0	40	0
11	0	41	0
12	0	42	2
13	1	43	0
14	3	44	4
15	4	45	4
16	0	46	0
17	3	47	0
18	4	48	0
19	1	49	0
20	0	50	2
21	0	51	2
22	0	52	0
23	0	53	0
24	0	54	2
25	0	55	4
26	0	56	2
27	0	57	0
28	0	58	2
29	0	59	0

Fonte: Autoria própria (2024)

Diante, então, de todas as informações necessárias para completar o banco de dados (Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3) e todas as metodologias de avaliação para o tratamento dessas informações (Quadro 2, Quadro 3 e Quadro 4), bastou aplicar o método de classificação dos critérios para obter, em cada ponto, o índice referente à pontuação.

Consequentemente, somando-se os índices obtidos em cada critério, as regiões obtiveram uma pontuação total que foi o que serviu de produto para a distinguir a aptidão aos padrões de valorização.

A Tabela 4, mostrada a seguir, exhibe o resultado desse somatório no estudo total dos pontos, discretizando o índice obtido em cada critério e a pontuação total obtida individualmente pelos pontos.

Tabela 4 - Somatório das notas de avaliação para cada critério nos pontos.

PONTOS	CRITÉRIOS				TOTAL	PONTOS	CRITÉRIOS				TOTAL
	1	2	3	4			1	2	3	4	
0	1	1	5	3	10	30	2	1	4	5	12
1	1	1	5	5	12	31	2	1	4	5	12
2	1	1	1	3	6	32	1	1	1	1	4
3	1	1	5	5	12	33	1	2	3	4	10
4	2	1	4	5	12	34	3	1	5	5	14
5	2	2	5	5	14	35	3	1	4	5	13
6	1	1	1	1	4	36	1	2	3	2	8
7	1	1	3	4	9	37	2	2	3	5	12
8	1	1	3	5	10	38	2	2	4	5	13
9	1	1	4	5	11	39	1	1	1	5	8
10	1	1	3	5	10	40	5	5	5	5	20
11	1	2	4	5	12	41	3	2	5	5	15
12	2	1	3	5	11	42	1	1	3	3	8
13	1	1	3	4	9	43	2	1	3	5	11
14	1	1	3	2	7	44	1	1	1	1	4
15	1	1	2	1	5	45	1	1	1	1	4
16	2	2	3	5	12	46	1	1	3	5	10
17	1	1	1	2	5	47	1	1	3	5	10
18	1	1	2	1	5	48	3	2	4	5	14
19	1	1	1	4	7	49	2	1	4	5	12
20	2	2	5	5	14	50	1	1	1	3	6
21	1	2	4	5	12	51	1	2	1	3	7
22	2	1	4	5	12	52	1	1	3	5	10
23	2	2	3	5	12	53	3	2	4	5	14
24	2	2	4	5	13	54	1	2	4	3	10
25	2	2	4	5	13	55	1	1	1	1	4
26	1	1	4	5	11	56	1	1	2	3	7
27	1	1	3	5	10	57	1	1	5	5	12
28	1	2	5	5	13	58	1	1	1	3	6
29	2	1	4	5	12	59	1	1	4	5	11

Fonte: Autoria própria (2024)

5.2 Grau de valoração das áreas

Tendo o resultado do somatório, que corresponde à classificação das áreas segundo seus respectivos quantitativos dos parâmetros, foi aplicada a equação da reta para traduzir esses valores em percentuais.

Sabendo que o maior valor possível de pontuação era 20 (máximo de valoração, ou seja, 100%) e o menor era 4 (0%), foi determinada a equação que descreve a distribuição dos pontos: $y = 6,25x - 25$. O processo de obtenção dessa equação pode ser visto no Apêndice A.

Aplicando a equação para o resultado do somatório em cada ponto, foram obtidos os valores de “y” em percentagem, como sendo o grau de valoração para as áreas analisadas, rotulado em termos percentuais para estimar a suscetibilidade à valorização imobiliária nas regiões referidas. A Tabela 5 mostra o resultado da conversão dos valores após a aplicação da equação.

Tabela 5 - Somatório das pontuações dos critérios e grau de valoração das áreas.

PONTOS	PONTUAÇÃO TOTAL	GRAU DE VALORAÇÃO	PONTOS	PONTUAÇÃO TOTAL	GRAU DE VALORAÇÃO
0	10	37,5%	30	12	50,0%
1	12	50,0%	31	12	50,0%
2	6	12,5%	32	4	0,0%
3	12	50,0%	33	10	37,5%
4	12	50,0%	34	14	62,5%
5	14	62,5%	35	13	56,3%
6	4	0,0%	36	8	25,0%
7	9	31,3%	37	12	50,0%
8	10	37,5%	38	13	56,3%
9	11	43,8%	39	8	25,0%
10	10	37,5%	40	20	100,0%
11	12	50,0%	41	15	68,8%
12	11	43,8%	42	8	25,0%
13	9	31,3%	43	11	43,8%
14	7	18,8%	44	4	0,0%
15	5	6,3%	45	4	0,0%
16	12	50,0%	46	10	37,5%
17	5	6,3%	47	10	37,5%
18	5	6,3%	48	14	62,5%
19	7	18,8%	49	12	50,0%
20	14	62,5%	50	6	12,5%
21	12	50,0%	51	7	18,8%
22	12	50,0%	52	10	37,5%
23	12	50,0%	53	14	62,5%
24	13	56,3%	54	10	37,5%
25	13	56,3%	55	4	0,0%
26	11	43,8%	56	7	18,8%
27	10	37,5%	57	12	50,0%
28	13	56,3%	58	6	12,5%
29	12	50,0%	59	11	43,8%

Fonte: Autoria própria (2024)

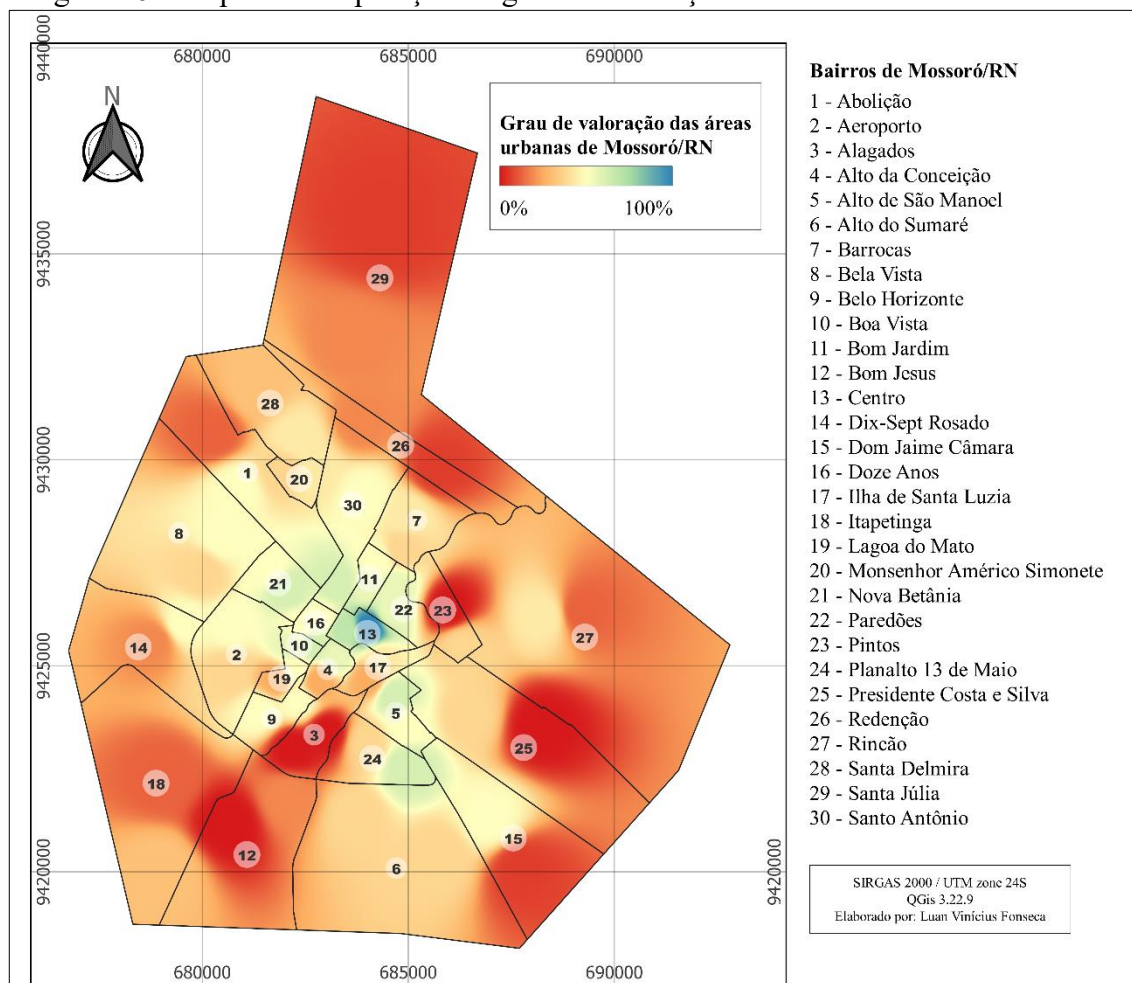
Já é possível observar certa discrepância em algumas regiões à medida que um ponto (40) obteve pontuação máxima e cinco pontos (6, 32, 44, 45 e 55) tiveram pontuação mínima.

A aplicação desses resultados em mapas tende a melhorar a visualização do fenômeno, o que pode ser verificado na próxima etapa do trabalho, que foi a interpolação.

5.3 Interpolação dos parâmetros para a área total do município

Uma vez que o resultado do método foi, na prática, em 60 *buffers* de 200 metros, evidentemente existe uma grande faixa do território que não foi envolvida, e por isso foi elaborado um mapa de interpolação por meio do método IDW, para a área total do município de Mossoró a partir dos dados obtidos das amostras. A Figura 16 a seguir mostra a interpolação executada.

Figura 16 - Mapa da interpolação do grau de valoração de áreas urbanas em Mossoró.



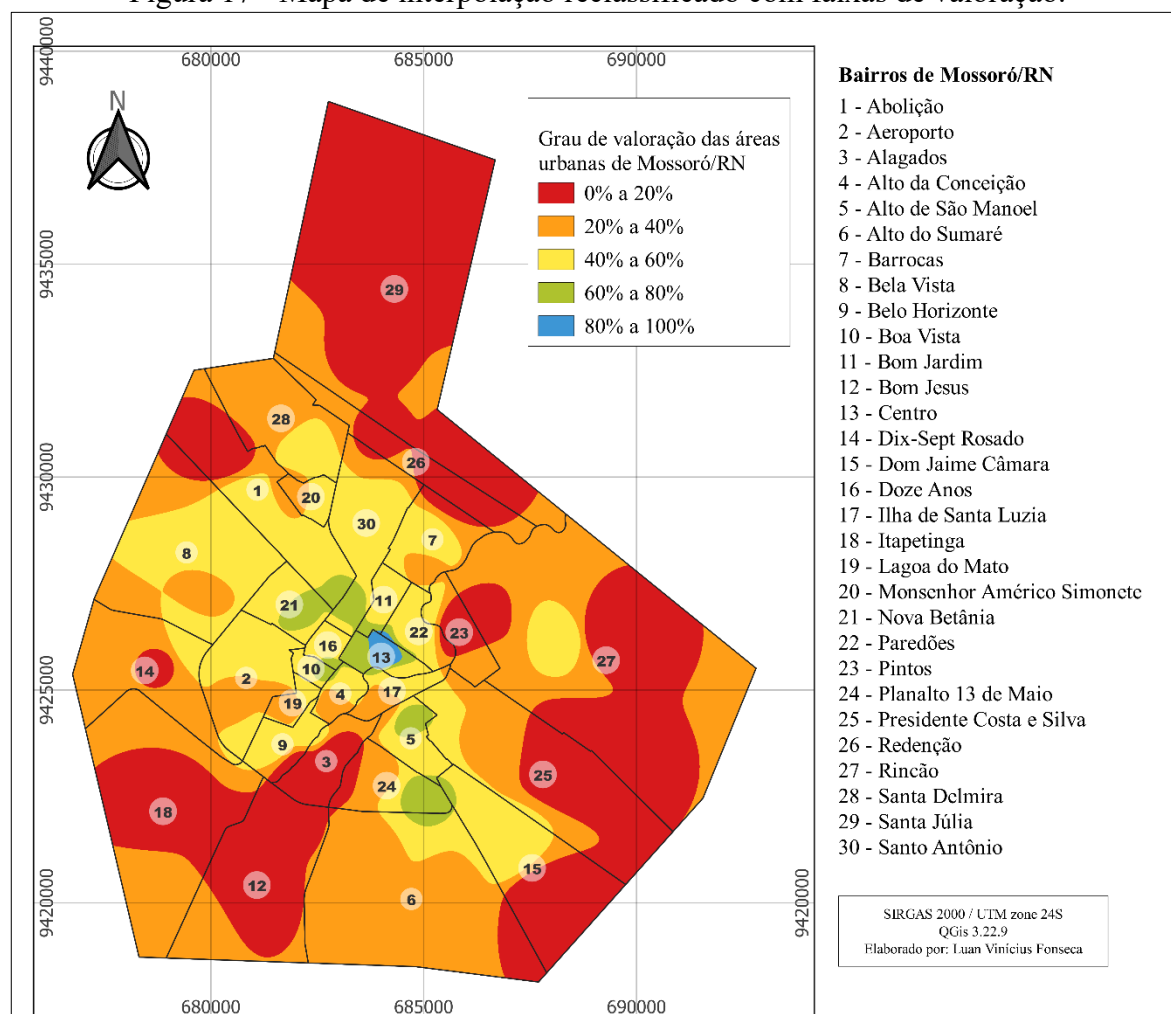
Fonte: Autoria própria (2024)

Foi aplicada a banda simples falsa-cor, no processamento de raster do QGis, na renderização para uma melhor visualização, onde a maior intensidade da cor azul indica áreas mais propensas a maiores valores venais, enquanto a cor vermelha indica o contrário.

O resultado obtido foi um mapa de gradiente de cores que descreve a distribuição espacial de Mossoró sob a ótica da valorização imobiliária e que sugere um padrão de modelo utilizável como base para estimativas de valor venal no contexto da cidade.

Através de uma reclassificação usando o plugin “*r.reclass*” do Grass, os dados contínuos foram convertidos em discretos, originando faixas de intervalos que ajudam a distinguir mais facilmente cenários específicos. A Figura 17 mostra o resultado da reclassificação.

Figura 17 - Mapa de interpolação reclassificado com faixas de valoração.



Fonte: Autoria própria (2024)

Dividindo em 5 classes, tal qual os próprios índices de classificação dos critérios, as faixas sugerem uma distribuição do espaço que pode ser utilizada como “gabarito” ou modelo a ser seguido na concepção de atividades com a finalidade de elaborar a estimativa de valor venal para as edificações, podendo vir a ser uma ferramenta de auxílio no processo de tributação municipal. No Quadro 5 a seguir, são feitas algumas observações inerentes ao mapa gerado como resultado.

Quadro 5 - Descrição das faixas de valorização geradas na reclassificação.

Grau de valoração	Regiões abrangidas
80% a 100%	Exclusivamente a região central da área urbana, nas adjacências do bairro Centro. O acúmulo de infraestrutura e atendimento pleno de todos os critérios tornam essa área extremamente valorizada na comparação com o resto da cidade, o que se reflete em altos valores de imóveis.
60% a 80%	Resume-se praticamente às regiões próximas ao Centro, sendo nítida a influência do porte dessa região por conta da estrutura que se desenvolve em torno do centro comercial da cidade. Somam-se a elas, grande parte do bairro Nova Betânia e trechos do bairro Alto de São Manoel e Planalto 13 de Maio (nas proximidades do Sumaré e Dom Jaime Câmara).
40% a 60%	Áreas intermediárias. Abrange áreas suburbanas em distancia média do centro da cidade, distribuindo-se no seu entorno.
20% a 40%	Zonas mais distantes do centro da cidade com características deficitárias no que diz respeito à infraestrutura. Visivelmente se faz presente nas áreas circundantes da faixa inferior. Composta por áreas com pouca estrutura urbanística e passível de expansão e melhoria pelo poder público.
0% a 20%	Diz respeito principalmente às áreas mais afastadas da cidade, dotadas de uma forte presença de vazios, que influenciam, por consequência, em outros quesitos, inviabilizando o estabelecimento de núcleos comerciais e até a própria circulação de pessoas. Destacam-se, nessa faixa, os bairros Alagados, Bom Jesus, Itapetinga, Redenção, Santa Júlia, e trechos da Abolição, Pintos, Rincão, Dom Jaime Câmara e Presidente Costa e Silva.

Fonte: Autoria própria (2024)

É importante salientar que o resultado se trata de uma estimativa, que pode ter sua precisão afetada por razões diversas, mas o estudo configura uma análise do território urbano mossoroense embasada em critérios notoriamente relevantes na apreciação de imóveis e regiões atualmente, o que leva a crer que o modelo pode ser útil no processo de planejamento urbano não só para fins tributários, mas também para vários outros.

O aprofundamento desse estudo tende, evidentemente, a gerar resultados ainda mais aproximados da realidade, a depender da disponibilidade de informações espaciais e objetivo particular de cada projeto.

Abre-se, então, um precedente para que outras análises sejam feitas, de forma que os bairros podem ser estudados individualmente, colhidas mais amostras e até utilizados outros critérios em prol do entendimento de fenômenos urbanos utilizando técnicas de geoprocessamento através de ferramentas livres.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se desenvolver um modelo espacial multicritério como base para estimativa de valores venais de imóveis na zona urbana de Mossoró, cidade do Rio Grande do Norte.

Dessa forma, foi feito um levantamento de informações a respeito dos critérios definidos como relevantes no aspecto de valorização imobiliária e, catalogadas essas informações e inseridas como atributos no mapa da cidade, foi gerado um mapa final de interpolação que descreve disposição geográfica de Mossoró considerando infraestruturas favoráveis à valorização de imóveis, e que indica um padrão de referência aplicável para previsões de valor de mercado dentro da região urbana.

Entendendo que foi levantada uma vasta gama de informações a respeito da infraestrutura urbana local, os resultados deste trabalho podem ser estudados sob várias perspectivas, de forma que é possível analisar as individualidades tanto dos critérios quanto dos bairros, por exemplo. Para este trabalho, o estudo foi feito de maneira unificada de modo a tentar representar todo o território envolvido, e isso foi possível através de mecanismos de estimativa via interpolação presentes no geoprocessamento.

O mapa gerado descreve uma forte valorização das áreas centrais da cidade, sobretudo no bairro Centro, por conta do acúmulo de infraestrutura e atendimento pleno de basicamente todos critérios utilizados. Enquanto isso, faixas de baixo valor estimado aparecem nas regiões mais afastadas e com fortes presenças de vazios urbanos, o que pode ser observado em vários bairros nos extremos da cidade.

Estima-se que o mapa gerado tenha fidedignidade com a realidade, pois apesar de ser um estudo com uma quantidade limitada de amostras (60), faz parte de um modelo que conta com variáveis e critérios de alta relevância no mercado imobiliário local atualmente.

É natural que se tenha a ideia de que o resultado possa vir a ser previsível, mas o emprego do geoprocessamento na análise tornou o processo mais completo e consistente, uma vez que fez o uso de critérios embasados e fundamentados em padrões reais de preferências por imóveis. A conveniência oferecida pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) para combinar informações de diversas origens, aliada à acessibilidade gratuita aos dados, foram os principais benefícios destacados ao utilizar tecnologias geoespaciais no projeto.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, José Roberto R.; ARAÚJO, Erika Amorim; NÓBREGA, Marcos Antonio Rios da. **O IPTU no Brasil: um diagnóstico abrangente**. Rio de Janeiro: FGV, 2013. 79p. (FGV Projetos/IDP; v. 4). Disponível em: <repositorio.idp.edu.br/handle/123456789/1541>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- ARAUJO, Sérgio Murilo Santos de. **A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos**. Rios Eletrônica: Revista Científica da Faculdade Sete de Setembro. v. 5, n. 5, 2011. Disponível em: <https://www.publicacoes.unirios.edu.br/index.php/revistarios/article/view/617>>. Acesso em: 10 abr. 2024.
- BARBOSA, Humberto Alves; BURITI, Catarina de Oliveira. **Como dominar o QGIS: o guia definitivo para mapeamento**. Maceió: Instituto de Letras Ambientais, 2022. 139 p. Disponível em: <<https://www.letrasambientais.org.br/ebooks/livroqgis.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2024.
- 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-aa7a-1ecfa6db5f1c/content>>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- CASSILHA, Gilda A.; CASSILHA, Simone A. **Planejamento Urbano e Meio Ambiente**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009. 176 p. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/planejamento-urbano-e-meio-ambiente-gilda-a-cassilha-simone-a-cassilha-pdf-free.html>>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- COSTA, A. A. da; NASCIMENTO, E. A. do. **A produção de espaço urbano e os fatores do processo de expansão do mercado imobiliário em Mossoró-RN**. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 21–41, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/33631>>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- DORNELES, Ana Cláudia Bertoglio. **O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano**. Cadernos da Escola de Direito, v. 2, n. 13, 2017. Disponível em: <<https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernosdireito/article/view/2701>>. Acesso em: 11 jan. 2024.
- FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos *et al.* **Geoprocessamento e Estudos Urbanos Auxiliados por QGIS**. São Paulo: Livraria da Física, 2021. Disponível em: <<https://terraurbanizada.com/produtos/livros/livro-qgis/aulas/>>. Acesso em: 12 jan. 2024.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mossoró**. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/>>. Acesso em: 09 jan. 2024.

MARTINS NETO, Francisco Ferreira; ALVES, Matheus Oliveira. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2018. 200 p. Disponível em: <https://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201801/INTERATIVAS_2_0/GEOPROCESSAMENTO_E_SEN_SORIAMENTO_REMOTO/U1/LIVRO_UNICO.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2024.

NADOLNY, Marili Lohmann. **A IMPORTÂNCIA DA PLANTA GENÉRICA DE VALORES NA TRIBUTAÇÃO MUNICIPAL**. Curitiba, 2016. Revista Técnico-Científica do CREA-PR. n. 4. Disponível em: <<https://revistatecie.crea-pr.org.br/index.php/revista/article/view/72>>. Acesso em: 12 dez. 2023.

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 (GIS applied to urban planning: preliminary proposal for urban expansion in the city of Inconfidentes - MG). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], 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: 3 jan. 2024.

NETO, Francisco Ferreira Martins; ALVES, Matheus Oliveira. **Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. –Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 200 p. Disponível em: <https://cm-cls-content.s3.amazonaws.com/201801/INTERATIVAS_2_0/GEOPROCESSAMENTO_E_SEN_SORIAMENTO_REMOTO/U1/LIVRO_UNICO.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2024.

OLIVEIRA, Vinicius Limeira de. **Aplicação de geotecnologias para seleção de áreas urbanas destinadas a implantação de estações de tratamento de esgoto descentralizadas em Mossoró**. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/items/d006d560-3240-42d9-85a0-4d287ab38f6b>>. Acesso em 10 jan. 2024.

PAULA, Yara Lemos de; SILVA, Paulo César Moura da. **O modelo espacial multicritérios para implantação de aerogeradores visando a redução de impactos ambientais**. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 17, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/10919>>. Acesso em: 08 abr. 2024.

ROCHA, Aristotelina Pereira Barreto. **Expansão urbana de Mossoró (período de 1980 a 2004): geografia, dinâmica e reestruturação do território**. Natal, RN: EDUFRN Editora da UFRN, 2005.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: UFU, 2013. 142 p. Disponível em: <[edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5595356/mod_resource/content/2/Apostila_Geop_rrosa.pdf](https://disciplinas.usp.br/pluginfile.php/5595356/mod_resource/content/2/Apostila_Geop_rrosa.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SÁ, José Delfino *et al.* **Um modelo de otimização para alíquotas do IPTU socialmente mais justas**. Rev. Adm. Pública. Rio de Janeiro: 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-76122013000100005>>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SALLES, M. C. T.; GRIGIO, A. M.; SILVA, M. R. F. da. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN - Brasil / The urban sprawl and environmental conflict: brief description of the problem of Mossoró, RN (Brazil). **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 25, n. 2, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/14389>>. Acesso em: 2 jan. 2024.

SANTOS, Juciela Cristina dos. **Análise da aplicação do modelo de domínio de conhecimento em administração territorial (LADM) ao cadastro territorial urbano brasileiro**: estudo de caso para o município de Arapiraca-Al. Recife, 2012. 127 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10228>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SERASA. **Valor venal do imóvel**: você sabe o que é?. Disponível em: <<https://www.serasa.com.br/blog/valor-venal/>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SIA, Leonardo Godoi. **Sistema, Princípios e Competência Tributária**: curso - Gestão Tributária Municipal. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), 2019. 24 p. Disponível em: <<http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/3846>>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SOETHE, Volnei Avilson. **Aplicação da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão, na seleção de gerentes gerais pela Caixa Econômica Federal, nas agências da região Norte do Estado de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 149 p. 1997. Disponível em: <repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/158162/108129.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2024.

URBAN SYSTEMS. **Melhores cidades para fazer negócios** – edição 2022. Disponível em: <<https://www.urbansystems.com.br/melhorescidadesparanegocios>>. Acesso em 12 jan. 2024.

WIKIMEDIA COMMONS. **Mapa Mossoró**. 2005. Disponível em: <<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RN-mapa-Mossoró.png>>. Acesso em: 19 abr. 2024.

APÊNDICE A – EQUAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS PONTOS

Partindo da equação modelo de 1º grau $y = ax + b$, foram tomados os dados de máxima e mínima pontuação para descrever a amplitude e distribuição dos pontos. Sendo:

Máxima pontuação possível: $20 \rightarrow y = 100\%$
Mínima pontuação possível: $4 \rightarrow y = 0\%$

Com isso, foi montado o sistema de equações a seguir:

$$\begin{cases} 100 = a * 20 + b \\ 0 = a * 4 + b \end{cases}$$

Realizando os cálculos, tem-se:

$$\begin{cases} 100 = a * 20 + b \\ 0 = -a * 4 - b \end{cases}$$

É possível então, encontrar o coeficiente angular:

$$100 = a * 16$$

$$a = 6,25$$

Por fim, o coeficiente linear:

$$100 = 6,25 * 20 + b$$

$$b = -25$$

Encontrados os coeficientes angular e linear, tem-se como resultado a equação final:

$$y = 6,25x - 25$$