



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIA (CE)

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO DANIEL DA COSTA VIEIRA

**MAPEAMENTO DOS LOCAIS ADEQUADOS PARA IMPLANTAÇÃO DE
CONJUNTOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL COM BASE NO
MÉTODO MULTICRITÉRIOS**

MOSSORÓ

2022

JOÃO DANIEL DA COSTA VIEIRA

**MAPEAMENTO DOS LOCAIS ADEQUADOS PARA IMPLANTAÇÃO DE
CONJUNTOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL COM BASE NO
MÉTODO MULTICRITÉRIOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes.

Co-orientador: B.Sc. Vinícius Navarro Varela Tinoco.

MOSSORÓ

2022

© 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.

VV657 Vieira, João Daniel da Costa.
m Mapeamento dos locais adequados para
implantação de conjuntos habitacionais de
interesse social com base no método
multicritérios / João Daniel da Costa Vieira. -
2022.
59 f. : il.

Orientador: Rogério Taygra Vasconcelos
Fernandes.
Coorientador: Vinícius Navarro Varela Tinoco.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2022.

1. Geoprocessamento. 2. moradia. 3. equipamentos
comunitários. 4. Área de Preservação Permanente
(APP). 5. infraestrutura urbana. I. Fernandes,
Rogério Taygra Vasconcelos, orient. II. Tinoco,
Vinícius Navarro Varela, co-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 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.

MAPEAMENTO DOS LOCAIS ADEQUADOS PARA IMPLANTAÇÃO DE CONJUNTO HABITACIONAL COM BASE NO MÉTODO MULTICRITÉRIOS

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 15 /06 /2022.

BANCA EXAMINADORA



Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente

BRENNO DAYANO
AZEVEDO DA
SILVEIRA:01362045462

Assinado de forma digital por
BRENNO DAYANO AZEVEDO DA
SILVEIRA:01362045462
Dados: 2022.06.18 15:54:25 -03'00'

Brenno Dayano Azevedo da Silveira, Prof. Me. (UFERSA)

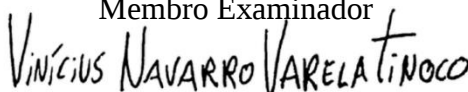
Membro Examinador

CAIO ALISSON DINIZ DA
SILVA:10600197441

Assinado de forma digital por CAIO
ALISSON DINIZ DA
SILVA:10600197441
Dados: 2022.06.19 14:12:20 -03'00'

Caio Álisson Diniz da Silva, Me. (PPGMSA - UFERSA)

Membro Examinador



Vinícius Navarro Varela Tinoco, Sc.B. (UFSCar)

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder minha existência e de todos que amo.

A todos que me deram apoio para construção deste trabalho, especialmente ao professores Rogério Taygra e Navarro Tinoco que contribuíram de modo ativo na realização dessa pesquisa.

Ao Professor Almir Mariano por ter dado oportunidade de fazer parte da família Acesso à Terra Urbanizada, que foi fundamental para o meu desenvolvimento profissional e pessoal, onde fiz muitos amigos.

A minha família (pai, mãe, irmão, primos, tios e amigos) por ter sido minha base ao longo da minha trajetória na faculdade, onde compartilhamos momentos felizes e tristes juntos.

A minha amada, Juliana Duarte, pelas risadas, conversas, conselhos e por ser tão incrível comigo e com todos a sua volta.

Aos professores do curso de Engenharia Civil pela excelência na qualidade do ensino. Também sou grato ao Engenheiro Carlos Muller, pois ao acompanhá-lo nas segundas feiras, aprendi as dificuldades existente no gerenciamento de obras.

Quero agradecer a Banca Examinadora pelas orientações sugeridas. Certamente, essas foram essenciais para melhoria desse estudo.

Enfim, quero agradecer a todos que participaram de maneira direta e indireta para a realização desse sonho. Muito Obrigado!!!

RESUMO

O referido trabalho buscou mapear as áreas ideais para fins habitacionais de interesse social no município de Mossoró/RN. É importante salientar a complexidade na escolha das áreas adequadas para habitação, visto que deve-se atender inúmeros critérios a fim de conceder o direito social da moradia, como: proximidade aos equipamentos de lazer, educação, saúde e dispor de infraestrutura urbana, abastecimento de água, soluções de esgotamento sanitário, acesso à via pública e transporte público. Além de todos esses aspectos mencionados, há também a necessidade de ressaltar as áreas que são restritivas para construção de conjuntos habitacionais, por exemplo, Áreas de Preservação Permanente – APP. No tocante a metodologia, empregou-se Analytic Hierarchy Process – AHP (Análise Hierárquica de Processo), juntamente com o uso de Geoprocessamento no software livre QGIS. Acerca dos resultados, as regiões mais adequadas ao recebimento de conjuntos habitacionais de interesse social são nos bairros Presidente Costa e Silva, Dix Sept Rosado, Nova Betânia, Dom Jaime Câmara, Rincão, Pintos, Abolição, Redenção, Alagados e Bom Jesus, com mais de 60 hectares de área desocupada com altos índice habitacionais.

Palavras-chave: Geoprocessamento; moradia; equipamentos comunitários; Área de Preservação Permanente (APP); Infraestrutura Urbana.

ABSTRACT

The presente work aimed to map the ideal areas for housing of social interest in the city of Mossoró/RN. It is important to emphasize the complexity in choosing suitable areas for housing, since it has to meet numerous criteria in order to grant the social right to housing, such as: proximity to leisure, education, health facilities and having urban infrastructure, water supply, sewage solutions, access to public roads and public transport. In addition to all these aspects mentioned, there is also the need to highlight the areas that are restrictive for the construction of housing projects, for example, Permanent Preservation Area. Regarding the methodology, Hierarchical Process Analysis – HPA was used, together with the use of Geoprocessing in the free software QGIS. Regarding the results, the most suitable regions for receiving housing projects of social interest are in Presidente Costa e Silva, Dix Sept Rosado, Nova Betânia, Dom Jaime Câmara, Rincão, Pintos, Abolição, Redenção, Alagados and Bom Jesus, with more 60 hectares of unoccupied area with high housing rates

Keywords: Geoprocessing; housing; Community Equipment; Permanent Preservation Area; Urban Infrastructure.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poligonal de Mossoró em formato vetorial (esquerda) e raster (direita).	19
Figura 2 - Exemplo de Álgebra de Mapas.....	20
Figura 3 - Mapa de Localização de Mossoró/RN.....	24
Figura 4 - Mapa dos bairros e zona urbana de Mossoró.....	25
Figura 5 - Fluxograma do método do trabalho	27
Figura 6 - Método do índice de cobertura dos equipamentos de saúde e educação	29
Figura 7 - Fluxograma dos Critérios para calcular o Índice Habitacional.....	30
Figura 8 - Zonas de Restrições ambientais e urbanística para o parcelamento do solo	36
Figura 9 - Restrição para o parcelamento do solo	37
Figura 10 - Mapeamento dos Equipamentos Públicos Comunitários e Equipamentos Urbanos	39
Figura 11 - Cobertura dos equipamentos e Infraestrutura em Mossoró/RN.....	40
Figura 12 - Índice habitacional em Mossoró/RN	46
Figura 13 - Índice habitacional próximo à zona urbana de Mossoró/RN.....	47
Figura 14 - Análise de sensibilidade: Infraestrutura e Equipamentos Comunitários	49
Figura 15 - Análise de sensibilidade: peso relativo de 50% dos critérios	50
Figura 16 - Análise de sensibilidade: peso relativo de 30% dos critérios	51
Figura 17 - Análise de sensibilidade: concentrado e desconcentrado	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Escala Fundamental de Saaty	22
Tabela 2 - Dados utilizados no trabalho	26
Tabela 3 - Raio de Influência, conforme Castello (2013)	28
Tabela 4 - Raio de Influência, segundo Adrian Pitts (2004)	28
Tabela 5 - Preenchimento da Matriz (M), conforme a importância dos critérios	31
Tabela 6 - Somatório das colunas.....	31
Tabela 7 - Determinação da Matriz Normalizada (Mn)	31
Tabela 8 - Determinação dos Pesos.....	32
Tabela 9 - Exemplificação da determinação do lambda máximo.....	33
Tabela 10 - Índice Randômico (IR).....	33
Tabela 11 - Matriz AHP dos critérios.....	42
Tabela 12 - Matriz Normalizada.....	43
Tabela 13 - Determinação do lambda máximo.....	44
Tabela 14 - Área dos bairros com base no índice habitacional	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	Análise Hierárquica De Processo
ANA	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
APP	Área de Preservação Permanente
CAERN	Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PMM	Prefeitura Municipal de Mossoró/RN
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Conjuntos Habitacionais.....	16
3.2 Zonas Restritivas	17
3.3 Álgebra de Mapas.....	18
3.4 Método Multicritério.....	20
3.4.1 Análise Hierárquica dos Processos.....	20
3.4.2 Análise de Sensibilidade.....	23
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 Áreas de Estudo	24
4.2 Coleta de Informações e Base de Dados	25
4.2 Processamento dos Dados no QGIS.....	27
4.3 Análise Multicritério	30
4.3.1 Método Ahp.....	30
4.3.2 Cálculo da Consistência	32
4.3.3 Teste de Sensibilidade	33
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1 Áreas Restritivas para o Parcelamento do Solo.....	35
5.2 Cobertura dos Equipamentos Comunitários e Públicos.....	38
5.3 Análise Multicritério	41
5.4 Áreas mais Adequadas para Habitação	45

5.5 Análise de Sensibilidade.....	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
7 REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

O processo de êxodo rural, deslocamento de indivíduos do campo para as cidades, resultou em massas de trabalhadores migrantes ocupando áreas consideradas inadequadas para moradia (Ribeiro, 2010). No Brasil, esse processo se intensificou a partir da metade do século XX devido ao modelo de industrialização adotado, cujo resultado é exclusão social e segregação territorial para uma grande parcela da população que não possui condições de arcar com os custos de uma moradia digna (Osório, 2013).

O rápido e desordenado processo de urbanização nos centros urbanos, principalmente nas grandes cidades, produziu espaços inadequados em múltiplos aspectos naturais e sociais, como inexistência de investimentos em infraestrutura e na oferta de serviços urbanos de qualidade para todos os setores e camadas sociais das cidades brasileiras (Gomes & Martin, 2017).

A implantação de conjuntos habitacionais é a principal política pública frente a problemática de déficit habitacional. Contudo, não se trata apenas de construir residências, é necessário implantar os conjuntos na malha urbanística da cidade, a fim de oferecer, de fato, o direito à moradia, conforme a Constituição Federal promulgada em 1988 (CF88).

Os estudos da fundação João Pinheiro sobre habitação no Brasil, relacionam o déficit habitacional com ônus excessivo com o aluguel urbano, coabitação e habitações precárias. Essa realidade se mostra ainda mais preocupante no Nordeste Brasileiro. Em 2016, no estado do Rio Grande do Norte, por exemplo, estimou-se um déficit em aproximadamente 86.287 domicílios, dos quais 67.298 estão localizados em área urbana e 18.990 em área rural. Destes números, 36.720 estão presentes na capital do estado, Natal. A respeito das residências precárias e ônus excessivo com o aluguel urbano, verifica-se a existência de tais déficits habitacionais quase que inteiramente nas residências com renda de até 3 salários mínimos, isto é, habitações de interesse social, conforme a legislação vigente Lei Complementar Nº 012/2006, que Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Mossoró/RN.

Os dados da referida fundação correspondem apenas aos estados e capitais do país. Contudo, sabendo que Mossoró/RN é a segunda cidade mais populosa do Rio Grande do Norte (IBGE, 2022) e que os problemas habitacionais estão presentes principalmente nas grandes cidades (Gomes & Martin, 2017), é seguro afirmar que esse município contribui de maneira considerável para o déficit habitacional do Estado.

O Art. 8 do Comentário nº 4 do Comitê sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais estabelece os fatores para definir uma moradia adequada:

- i) Segurança da posse: Todas as pessoas têm o direito de morar sem o medo de sofrer remoção, ameaças indevidas ou inesperadas;
- ii) Disponibilidade de serviços, infraestrutura e equipamentos públicos: A moradia deve ser conectada às redes de água, saneamento básico, gás e energia elétrica; em suas proximidades deve haver escolas, creches, postos de saúde, áreas de esporte e lazer e devem estar disponíveis serviços de transporte público, limpeza, coleta de lixo, entre outros;
- iii) Economicidade: O custo para a aquisição ou aluguel da moradia deve ser acessível, de modo que não comprometa o orçamento familiar e permita também o atendimento de outros direitos humanos, como o direito à alimentação, ao lazer etc.;
- iv) Habitabilidade: A moradia adequada tem que apresentar boas condições de proteção contra frio, calor, chuva, vento, umidade e, também, contra ameaças de incêndio, desmoronamento, inundação e qualquer outro fator que ponha em risco a saúde e a vida das pessoas;
- v) Acessibilidade: A moradia adequada deve ser acessível a grupos vulneráveis da sociedade, como idosos, mulheres, crianças, pessoas com deficiência, pessoas com HIV, vítimas de desastres naturais etc.;
- vi) localização: Para ser adequada, a moradia deve estar em local que ofereça oportunidades de desenvolvimento econômico, cultural e social.;
- vii) adequação cultural: forma de construir a moradia e os materiais utilizados na construção devem expressar tanto a identidade quanto a diversidade cultural dos moradores e moradoras.

O local da habitação está relacionado com o direito da moradia digna, visto que interfere na garantia de outros direitos fundamentais e sociais da CF88. Diante disso, a tomada de decisão na identificação de áreas mais adequadas para empreendimentos habitacionais de interesse social, precisa ser criteriosamente analisada com o propósito de satisfazer inúmeros critérios no tocante aos serviços sociais e referentes à infraestrutura pública.

A respeito da infraestrutura pública, quando distante das habitações, é necessário ampliação das redes de abastecimento de água, energia elétrica e outros relacionados, a fim de garantir tais serviços públicos. Desse modo, são requeridas obras de infraestrutura, consequentemente, disponibilidade de recursos financeiros e humanos, além de interditar trechos. Logo, pode se tornar inviável para o Estado que as pessoas fiquem desprovidas de serviços referente à infraestrutura pública.

A análise multicritério tem o objetivo de colaborar na escolha mais adequada no processo de tomada de decisão de problemas complexos. Esse processo ocorre com a subdivisão desse problema, isto é, descreve os fatores que o torna complicado. Após isso, realiza a inserção de prioridades relativas sobre os critérios, com o intuito julgar a importância de cada um deles e, assim, conseguir ter melhor entendimento do problema e das possíveis soluções.

Na Lei complementar N.º 012/2006, que dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mossoró, não há previsão metodológica para expansão urbana relacionada à diminuição do déficit habitacional. Sendo assim, deixa o plano diretor obsoleto em relação às áreas urbanas habitadas e também suscetível à vontade política não técnica. Tendo isto em vista, uma

metodologia aplicada a cidade de Mossoró/RN para definição das áreas recomendáveis para inserção de conjuntos habitacionais torna-se necessária.

Levando em consideração a moradia adequada, o déficit habitacional em Mossoró/RN e a política pública dos conjuntos habitacionais, o presente trabalho buscou propor um índice habitacional utilizando análise espacial e método de análise hierárquica, a fim de indicar as áreas onde os conjuntos habitacionais de interesse social sejam o mais próximo possível de equipamentos urbanos e comunitários, de modo a viabilizar o atendimento por parte do poder público.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Mapear os locais mais adequados para fins habitacionais de interesse social no município de Mossoró/RN, a partir de análise multicritério.

2.2 ESPECÍFICOS

- Mapear a cobertura de Infraestruturas públicas e equipamentos comunitários;
- Analisar as especificidades das leis urbanísticas e ambientais com relação a construção de conjuntos habitacionais de interesse social;
- Propor um índice de habitabilidade em todo o território espacial de Mossoró/RN e;
- Realizar um índice de habitabilidade próximo a zona urbana.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conjuntos Habitacionais

A Lei Federal N.º 6.766 de 1979 dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano que é tido como a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação mediante loteamento ou desmembramento. Estes se relacionam a abertura de novas vias de circulação e aproveitamento do sistema viário existente, respectivamente (Brasil, 1979).

O Art. 77 da Lei complementar municipal N.º 012/2006, destaca que o Parcelamento é a divisão da gleba em unidades juridicamente independentes, com objetivo de edificação, ato de iniciativa do titular do domínio, obrigatoriamente integradas à estrutura urbana e conectada ao sistema viário municipal e às redes de serviços públicos existentes ou projetadas, devendo ser realizado na forma de arruamento, loteamento, desmembramento, desdobro do lote e o reparcelamento e atenderá além das determinações contidas na Lei, as contidas na Legislação Federal específica na Lei Federal N.º 6.766 (Mossoró, 2006).

O §6, Art. 2, da Lei N.º 6.766, salienta que a infraestrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) deverá ter: vias de circulação, escoamento das águas pluviais, rede para o abastecimento de água potável e soluções para o esgotamento sanitário e, energia elétrica domiciliar. Ainda, de acordo esse instrumento normativo federal, no Art. 3, diz que, somente, será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas de expansão urbana ou de urbanização específica, onde precisam estar definidas pelo plano diretor ou aprovadas por lei municipal (Brasil, 1979). No caso de Mossoró/RN, há a macrozona urbana, correspondendo a zona urbana e área de expansão urbana.

O Art. 5 da Lei Federal 11.977 que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas de 2009 exige que, para a implantação de empreendimentos deverão ser observados: i) Localização do terreno na malha urbana ou em área de expansão urbana; ii) adequação ambiental do projeto; iii) infraestrutura básica que inclua vias de acesso, iluminação pública e solução de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais que permita ligações domiciliares de abastecimento de água e energia elétrica; e, por último, iv) existência ou compromisso do poder público local de instalação ou de ampliação dos equipamentos e serviços relacionados a educação, saúde, lazer e transporte público (Brasil, 2009).

No Art. 81 do plano diretor, diz que no parcelamento do solo serão destinadas áreas ao arruamento e à implantação de: i) equipamentos públicos urbanos, como aquilo que compõem as redes de abastecimento de água, os serviços de esgotamento sanitário e pluvial, de energia elétrica, comunicação, iluminação pública e gás; ii) Equipamentos Comunitários Públicos, como espaços públicos destinados ao lazer, a cultura, a educação, a saúde e a segurança; e, por fim, iii) áreas verdes (Mossoró, 2006).

O Decreto Nº 7.341/2010, que dispõe sobre a regularização fundiária das áreas urbanas situadas em terras da União no âmbito da Amazônia Legal, no § 1, inciso II, Art. 2, diz que transporte público é equipamento público urbano de infraestrutura. Essa informação tem o objetivo de declarar que transporte público é uma forma de infraestrutura pública e não equipamento comunitário (Brasil, 2010).

3.2 Zonas Restritivas

O § 1º, Art. 80, da Lei Municipal N.º 012/2006 discorre que é vedado o parcelamento do solo em áreas impróprias à edificação, até que sejam asseguradas as condições que permitam a ocupação. Nessa mesma lei, no Art. 80, destaca que fica vedado o parcelamento do solo, para fins urbanos: i) em terrenos de baixa cota, alagadiços ou sujeitos a inundações ou acúmulo de águas pluviais, sem que antes sejam adotadas as providências para assegurar o escoamento, drenagem das águas e/ou a proteção contra as cheias e inundações; ii) – Nos leitos de cursos de água e nas margens de lagoas de acordo com a lei que institui o código municipal de meio ambiente; iii) em terreno cujas condições geológicas ou hidrológicas não permitam ou não aconselhem a edificação; iv) em áreas de preservação ambiental; v) em áreas de proteção ambiental, após detalhamento que resulte em preservação permanente; vi) em terrenos situados fora do alcance dos equipamentos urbanos, nomeadamente das redes públicas de abastecimento de água potável e de energia elétrica, salvo se atendidas exigências específicas dos órgãos competentes; X – em terrenos ou parcelas de terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas a serem estabelecidas por decreto (Mossoró, 2006).

A Lei 6.766/1979, inciso III do Art. 4, ressalva que ao longo das faixas de domínio público das rodovias, é necessário reservar uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros para cada lado. Essa área pode ser reduzida por lei municipal ou distrital para 5 (cinco) metros de cada lado. Nesse mesmo artigo, inciso III-B, destaca que ao longo das águas correntes e dormentes, a lei municipal ou distrital regulamentará a largura das faixas não edificáveis nas

marginais de cursos d'água naturais em área urbana consolidada, nos termos da Lei nº 12.651, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, de 25 de maio de 2012, com obrigatoriedade de reserva não edificável indicada em diagnóstico socioambiental elaborado pelo Município (Brasil, 1979; Brasil, 2012).

O Art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, Considera Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas como:

- I. As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
 - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
 - b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros.
- II. As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
 - a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.
- III. As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- IV. As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- V. As encostas ou partes destas com declividade superior a 45° , equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- VI. As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII. Os manguezais, em toda a sua extensão (Brasil, 2012).

3.3 Álgebra de Mapas

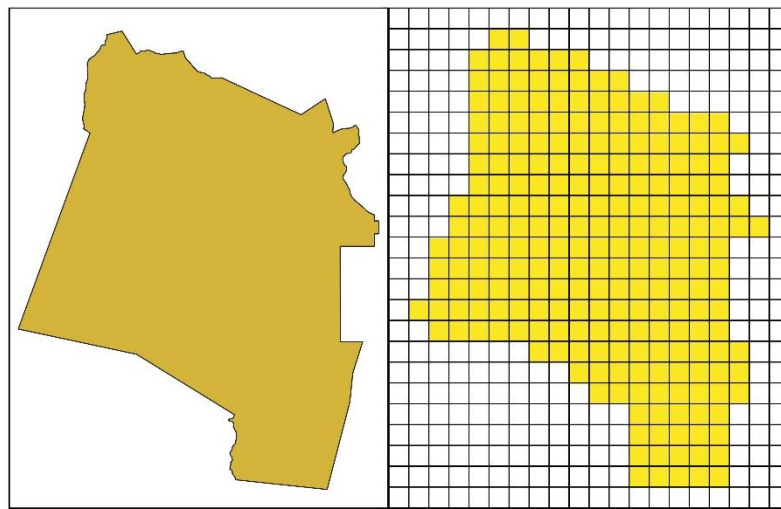
Os arquivos vetoriais são compostos por uma estruturação de elementos gráficos: pontos, linhas e polígonos, sendo necessário um sistema de coordenadas para representá-los. No caso dos pontos, é preciso apenas um par de coordenadas, enquanto as linhas e polígonos necessitam de um conjunto de par de coordenadas (Fitz, 2018). Na Figura 1 é mostrado um arquivo vetorial na modalidade polígono do município de Mossoró/RN.

Os arquivos matriciais, como apresentado na Figura 1, tem uma estruturação de uma matriz, composta por n linhas e m colunas, onde cada célula, denominada por pixel, apresenta um valor z , no qual pode indicar, por exemplo, a cota de um MDT - Modelo Digital do terreno (Fitz, 2018). Nesse trabalho, utilizou-se os pixels, com resolução espacial de 5 metros, para

representar a distância entre a matriz, toda área territorial do município de Mossoró/RN, até os objetos de estudo dessa pesquisa, tais como equipamentos públicos, infraestrutura pública e zonas edificadas.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um Conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados do mundo real (Burrough, 1986). Este, trata-se de um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies (INPE, 2004).

Figura 1: Poligonal de Mossoró em formato vetorial (esquerda) e raster (direita).



Fonte: Autoria própria (2022).

Álgebra de mapa é um método de combinação de camadas de arquivos raster, capaz de realizar operações matemáticas em elementos celulares a partir de um conjunto de camadas de arquivos raster de entradas, para produzir uma camada de saída. Com relação as operações matemáticas das camadas de entradas, estas podem ser adicionadas, subtraídas, multiplicadas ou divididas (Heywood et al., 2006), como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Exemplo de Álgebra de Mapas.

$$\left(\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 1/6 & 1/5 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & \\ \hline 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1/5 & \\ \hline 1/4 & 1/2 & 1 & 1/2 & 1/4 & \\ \hline 1/5 & 1/3 & 1/2 & 1/3 & 1/5 & \\ \hline 1/6 & 1/5 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & \\ \hline \end{array} \right) + \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 1/2 & 1/4 & 1/2 & 1 & \\ \hline 1/2 & 1/3 & 1/5 & 1/3 & 1/2 & \\ \hline 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/5 & 1/4 & \\ \hline 1/2 & 1/3 & 1/5 & 1/3 & 1/2 & \\ \hline 1 & 1/2 & 1/4 & 1/2 & 1 & \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & \frac{7}{10} & \frac{1}{2} & 0 & \frac{7}{6} \\ \hline \frac{7}{10} & \frac{2}{3} & 0 & 0 & \frac{7}{10} \\ \hline 0 & \frac{7}{10} & \frac{7}{6} & \frac{7}{10} & 0 \\ \hline \frac{7}{10} & \frac{2}{3} & \frac{7}{10} & 0 & \frac{7}{10} \\ \hline \frac{7}{6} & \frac{7}{10} & 0 & \frac{7}{10} & \frac{7}{6} \\ \hline \end{array}$$

Fonte: Adaptado de Heywood et al. (2006).

3.4 Método Multicritério

Parreiras (2006) destaca que a análise multicritério tem como principal objetivo auxiliar a fazer escolhas em conformidade com interesses em circunstâncias de dúvidas, incertezas, conflitos de informações, concorrência, entre outros critérios.

Nunes Junior (2006), diz que os processos com múltiplos critérios de tomada de decisão surgiram através da necessidade gerada por problemas complexos, nos quais é preciso analisar critérios pessoais de preferência, como aspectos políticos, de risco, beleza e custo. Nas últimas décadas, devido ao aumento da complexidade na tomada de decisão, novos métodos surgiram a fim de alcançar uma maior eficiência na resolução dos problemas (Brioso, 2013).

Nunes Junior (2006) ainda diz que a utilização de métodos multicritério é importante na compreensão da realidade do problema analisado e na alternativa que permite tomar a decisão mais adequada.

3.4.1 Análise Hierárquica dos Processos

Parreiras (2006) destaca que as principais linhas de pensamento da análise multicritério são as escolas americanas e francesas. O presente trabalho utilizou o Método da Análise Hierárquica, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), um dos principais métodos da escola Americana, que foi instituído por Thomas L. Saaty em 1980.

Conforme Nunes Junior (2006), Saaty pretendia desenvolver um método simples para ajudar pessoas que precisavam tomar decisões complexas, o Método da Análise Hierárquica

surgiu da necessidade em facilitar a comunicação entre estudiosos de diferentes áreas, além de ter uma abordagem sistemática para priorizar cenários e tomadas de decisão.

Ainda segundo Nunes Junior (2006), esse método foi criado para auxiliar a Agência de Controle de Armas e Desarmamento do Departamento de Estado Americano, de modo a auxiliar no planejamento de contingência militar e empresarial, tomada de decisão, alocação de recursos escassos, resolução de conflitos e a necessária participação política nos acordos negociados. Após sua criação, tem mostrado ser um método útil, permitindo aos cientistas de diferentes áreas um novo meio de olhar os seus velhos problemas.

Segundo Wolff (2008), o método requer transformar uma decisão complexa em algumas decisões mais simples, de maneira hierárquica. Através de um conjunto de alternativas, estima-se prioridades para cada uma delas, esse procedimento se dá pela geração de critérios de decisão pelo tomador (ou tomadores) de decisão e pela comparação das alternativas, duas a duas, em relação a esses critérios.

Schmitt (2016) destaca a vantagem da integração do AHP com SIG, onde possibilita agrupar inúmeras variáveis envolvidas em um estudo. Com isso, é possível especializá-las e analisá-las em conjunto.

Rodriguez (2013), em suas pesquisas sobre o mapeamento de produção em periódicos publicados no Brasil sobre os métodos de auxílio multicritério para decisão aplicados a problemas de Planejamento e Controle de Produção (PCP), destaca que o AHP foi o mais utilizado entre os métodos analisados, em 16 (dezesseis) dos 32 (trinta e dois) artigos publicados.

Saaty (2008) salienta que para tomar uma decisão de forma organizada é preciso decompô-la do seguinte modo:

- I. Definição do objetivo.
- II. Hierarquia dos Critérios: Nessa etapa, deve-se decompor o problema complexo, isto é, realizar uma hierarquia dos critérios, em ordem, de acordo com a importância. Nessa etapa, o tomador de decisão ou equipe deve conhecer, de modo aprofundado, o problema.
- III. Matriz de comparação par a par: Nessa fase, implementa todos os critérios em ordem, descrito na etapa anterior, na matriz e, posteriormente, faz comparação par a par, que considera o grau de importância entre os critérios. O total de comparações par a par dá pela equação 1:

$$(n^2 - n) / 2 \quad (1)$$

onde n é a quantidade de critérios.

- IV. Obtenção dos pesos: É possível obter as prioridades dos critérios, de modo análogo, para cada critério, faz o processo de comparação para obter as prioridades finais das alternativas. Sabendo as prioridades das alternativas e dos critérios, encontra-se a prioridade global e, assim o resultado da análise. Por fim, verifica o resultado com relação ao objetivo.

Saaty (2011) diz que os indivíduos conseguem, através da sensibilidade, separar, quantitativamente, as respostas em três grupos: alta, média e baixa. Estes podem ser divididos em três subgrupos: alto, médio e baixo. Dessa forma, encontra-se 9 (nove) subdivisões, que é denominada como Escala Fundamental de Saaty. Ver Tabela 1.

Tabela 1: Escala Fundamental de Saaty.

Intensidade de Importância	Definição:
1	As duas atividades têm a mesma importância
3	O julgador determina que uma atividade tem uma pequena importância em relação a outra
5	O julgador determina que uma atividade tem grande importância em relação a outra
7	O julgador determina que uma atividade tem um grau de muito grande importância em relação a outra
9	O julgador determina que uma atividade tem importância absoluta em relação a outra
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os graus de importância

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

Nunes Junior (2006) ressalta que o AHP admite algumas pequenas incoerências por causa da sua robustez, todavia, deve ser evitada. Sendo assim, o julgador deve identifica-las e fazer novas avaliações par a par, de modo a evitar inconsistência do resultado. Tal incoerência acontece por não respeitar a propriedade matemática de transitividade, vide a equação 2. Diante disso, não podemos afirmar que c é mais importante que a .

$$a > b \text{ e } b > c, \text{ então } a > c \quad (2)$$

3.4.2 Análise de Sensibilidade

Conforme Nunes Junior (2006), a análise de sensibilidade é utilizada para julgar a consistência do resultado nas alternativas, de acordo com cada um dos parâmetros que os compõe. Trata-se da modificação do peso e mudança das prioridades de um critério, a fim de analisar o impacto no resultado. Quando há um impacto significativo no resultado, o critério onde foi detectado essa sensibilidade deve ser submetido a uma análise crítica pelo tomador de decisão para confirmar sua avaliação. Essa análise mostra a fragilidade ou não das preferências expressadas nas alternativas.

Conforme Gomes (2009), a análise de sensibilidade contribui para uma melhor compreensão do problema, visto que é possível, em qualquer parte do modelo, verificar a resistência das alternativas conforme as possíveis mudanças com respeito às prioridades. A análise de sensibilidade é capaz de validar o modelo de estrutura hierárquica, juntamente com os resultados, ordenação ou pontuação das alternativas. É importante ressaltar que cada problema deve ser analisado com base nas suas especificidades, com a condição que isso implique no entendimento mais acurado no tocante ao problema

Gomes (2009) destaca que a análise de sensibilidade é capaz de ser realizada por meio da mudança dos seguintes elementos:

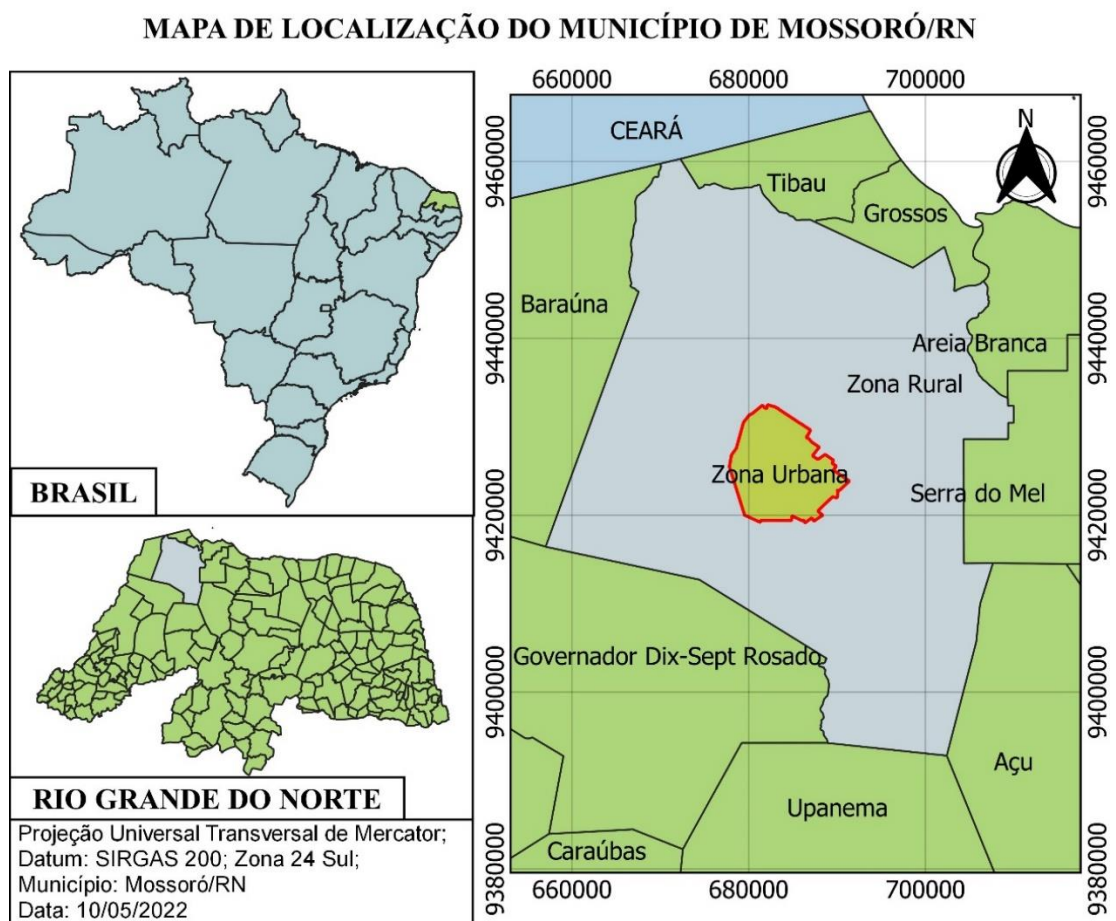
- I. Alteração dos Pesos relativos dos critérios: É atribuído um peso excessivo a um determinado parâmetro, de modo a avaliar se pode favorecer fortemente uma alternativa de resultado em relação às outras. É uma maneira de verificar a resistência das alternativas no resultado final.
- II. Julgamento das alternativas: É admitido que as preferências dos parâmetros nas matrizes de decisão possam variar entre uma tendência otimista e pessimista.
- III. Quantidade de parâmetros: trata-se da mudança na quantidade de parâmetros utilizada na estrutura hierárquica do problema, no qual duas possibilidades podem ser avaliadas: a inserção e a retirada de parâmetros. Quando a inserção ou retirada de parâmetros não provocar alterações abruptas no resultado, então a estrutura hierárquica inicial do problema mostra-se adequada para julgá-lo.
- IV. Alteração na quantidade de alternativa: É quando acrescentar e excluir uma determinada alternativa, isso ocorre quando não é possível estabelecer claramente as possíveis opções existente ou quando se tem uma longa lista, restando ao decisor priorizar algumas em relação a outras, julgadas potencialmente melhores. No presente trabalho, não foi analisado essa forma de sensibilidade, haja vista que a alternativa foi próxima à zona urbana, já que todos os critérios apresentam alta cobertura nessa região.

4 METODOLOGIA

4.1 Áreas de Estudo

Esse trabalho foi conduzido no município de Mossoró, dotado de área territorial de 2.099,334 km² de extensão, sendo considerado o maior município do estado do Rio Grande do Norte, com extensão populacional de 303.792 habitantes, estando atrás apenas da capital do estado, Natal, em tamanho populacional. Os municípios vizinhos são Tibau, Grossos, Areia Branca, Serra do Mel, Açu, Upanema, Governador Dix-Sept Rosado e Baraúna, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3: Mapa de Localização de Mossoró/RN.

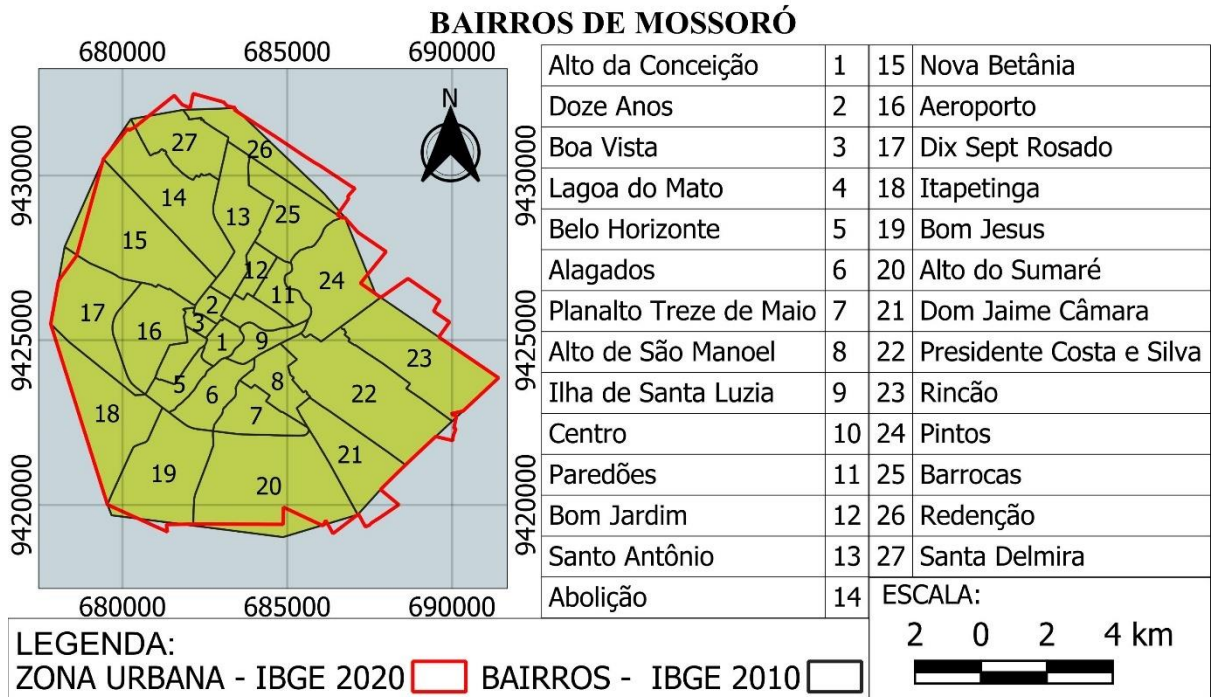


Fonte: Autoria própria (2022).

Conforme dados vetoriais dos setores censitários de 2010 e 2020 do IBGE, foi possível identificar os bairros e a zona urbana da área de estudo, respectivamente. No arquivo de 2020 não havia delimitação dos bairros, por esse motivo usou-se o do censo de 2010. A partir da

Figura 4, é possível observar a mudança na zona urbana de Mossoró ao longo da década, bem como os limites espaciais dos bairros.

Figura 4: Mapa dos bairros e zona urbana de Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 Coleta de Informações e Base de Dados

A respeito da base de dados para a realização da pesquisa, utilizaram-se os arquivos vetoriais relacionados à infraestrutura urbana, hidrologia e ocupação do solo disponibilizados no Portal da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). A partir do projeto TOPODATA, que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional com resolução espacial de 30 metros, foi possível modelar a declividade do terreno na cidade de Mossoró.

Outra fonte de dados fundamental para o trabalho foi a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), a qual forneceu arquivos vetoriais em formato CAD das redes públicas de esgoto e abastecimento de água. Os arquivos e a fonte dos dados estão dispostas na Tabela 2.

O mapeamento dos equipamentos públicos comunitários, tais como: de lazer, educacional e de saúde, foi realizado através de dados fornecidos por órgãos institucionais e

privados (Tabela 2). Após isso, eles foram analisados a fim de confirmar sua existência e localização. Esse processo foi realizado com auxílio das imagens de satélites e suas respectivas fachadas frontais fornecidas pelo *Google Street View*.

Tabela 2: Dados utilizados no trabalho.

Nome:	Fonte:
Drenagem	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Nascente de curso d'água	Base Hidrográfica Ottocodificada 1:250.000 - ANA
Lagoas	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Setores Censitários	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Zona de Mineração	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
APP	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Dunas	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Áreas suscetíveis à inundação	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Mangues	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Rodovias	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Ocupação Urbana	Adaptação da Base de Faces de Logradouros 2020 - IBGE
Declividade	Projeto TOPODATA
Zonas Edificadas	Base Cartográfica Contínuas - IBGE
Praças	PMM
Equipamentos de Saúde	Lista dos Postos de Saúde dado pelo Ministério da Saúde
Equipamento de Educação	QEDUC e INEP
Ponto de Ônibus	Análise das rotas do Aplicativo Cittamobi
Logradouros	Base de Faces de Logradouros 2020 - IBGE
Rede Pública de Abastecimento de água	CAERN
Rede Pública de Abastecimento de água	CAERN

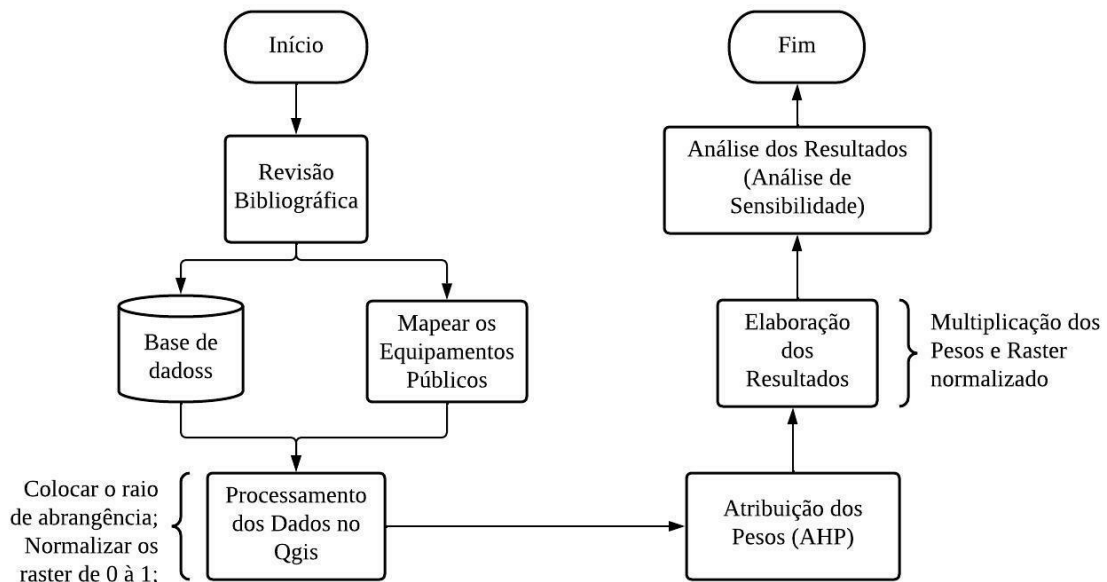
Fonte: Autoria própria (2022).

No processamento dos dados no QGIS, atribuiu-se o raio de abrangência dos equipamentos comunitários de acordo com Castello (2013) e Adrian Pitts (2004), ou seja, zona espacial que atende de modo eficiente a população. Ainda nessa etapa, converteu-se os arquivos vetoriais em arquivos raster, seguida da normalização dos dados.

Utilizou-se o método multicritério AHP para definir os pesos. Essa etapa acontece com a comparação par a par dos critérios utilizando a escala fundamental de importância. A elaboração dos resultados foi feita usando a calculadora Raster do QGIS, onde multiplicou os pesos, encontrado na AHP, pelos arquivos matriciais normalizados.

Por fim, foi conduzida a Análise de Sensibilidade, etapa fundamental para validar os resultados, onde são criadas simulações, com propósito de identificar os fatores que provocaram mudanças nos resultados. A Figura 5 mostra as etapas da construção do presente trabalho.

Figura 5: Fluxograma do método do trabalho.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 Processamento dos Dados no QGIS

Uma vez definida a localização dos equipamentos comunitários, a infraestrutura pública e zonas restritivas para habitação, estes dados foram inseridos no software SIG e QGIS, em formatos vetoriais com as coordenadas no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 24 Sul, no Datum SIRGAS 2000. Após isso, utilizou-se a ferramenta buffer para destacar: o raio de abrangência dos equipamentos comunitários públicos com base no estudo de Castello (2013) e Adrian Pitts (2004), evidenciados na Tabela 3 e Tabela 4, respectivamente.

Tabela 3: Raio de Influência, conforme Castello (2013).

Equipamento:	Raio de Influência:
Creche, pré-escola	400 m
Praças	400 m
Escolas Fundamenta	800 m
Escola Médio	800 m
Posto de Saúde	800 m
Hospitais Gerais	1600 m

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 4: Raio de Influência, segundo Adrian Pitts (2004).

Infraestruturas:	Raio de Influência:
Ponto de ônibus	500 m

Fonte: Autoria própria (2022).

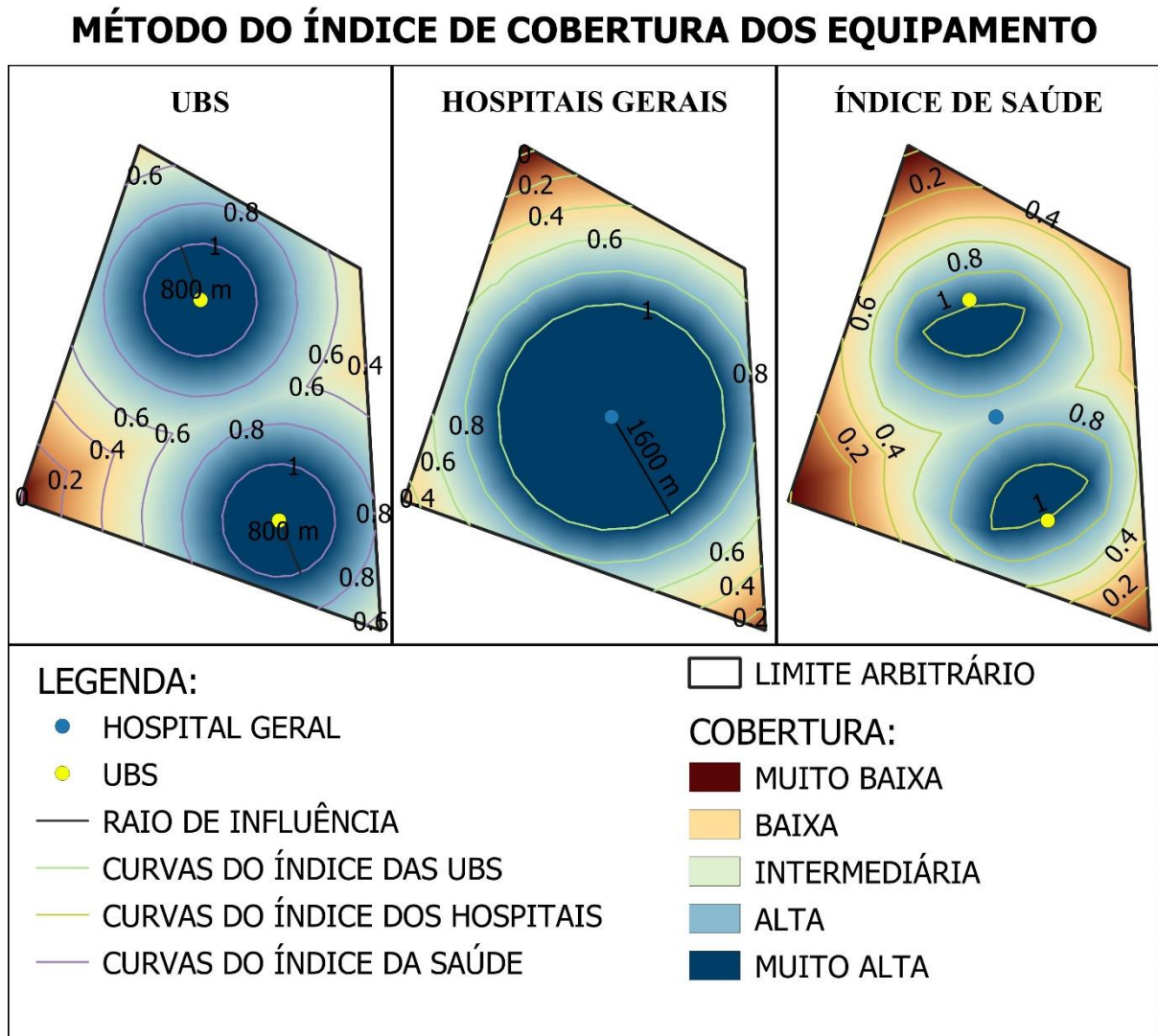
Ainda utilizando o buffer, delimitou-se as faixas das marginais das APP, dunas, manguezais, lagoas, curso d'água e suas respectivas nascentes, conforme o Código Florestal (Lei N.º 12.651/2012.). As faixas de domínio público das rodovias de 15 (quinze) metros de cada lado, segundo a Lei de Parcelamento de Solo (Lei N.º 6.766/1979) (Brasil, 1979; Brasil, 2012).

O próximo passo foi determinar o índice de cobertura para cada critério, assim, os arquivos vetoriais foram convertidos para raster, com resolução espacial de 5 (cinco) metros, por meio da ferramenta “v.to.rast”. Utilizou-se também “r.grow.distance” para atribuir valor a cada pixel, contido no município de Mossoró/RN, correspondente à distância do mesmo até um determinado ponto de referência. Após isso, os valores dos elementos de imagem foram normalizados entre 0 (zero) e 1 (um), isto é, foi feita uma relação de proporcionalidade entre quão próximo o pixel está de um ponto ou área de referência, indicando áreas com menor (próximo a 0) e maior (próximo a 1) aptidão para implantação dos conjuntos habitacionais. Acerca das áreas restritivas, o valor dos elementos de imagem adotado foi 0 (zero), ou seja, aptidão nula para implantação do conjunto.

Com respeito a cobertura para o parâmetro de equipamentos públicos comunitários, considerou-se que na zona do raio de abrangência o valor do pixel foi máximo, ou seja, igual a um. Em relação ao critério saúde, elaborou-se um raster de cobertura para os hospitais gerais e outro relativo as UBS. Com esses dois arquivos catalogados, utilizou-se a calculadora raster com a finalidade de definir, de fato, o índice de cobertura para saúde, a Figura 6 representa a

etapa de realização da cobertura de equipamentos de saúde. Tal metodologia foi replicada para os equipamentos de educação.

Figura 6: Método do índice de cobertura dos equipamentos de saúde e educação.

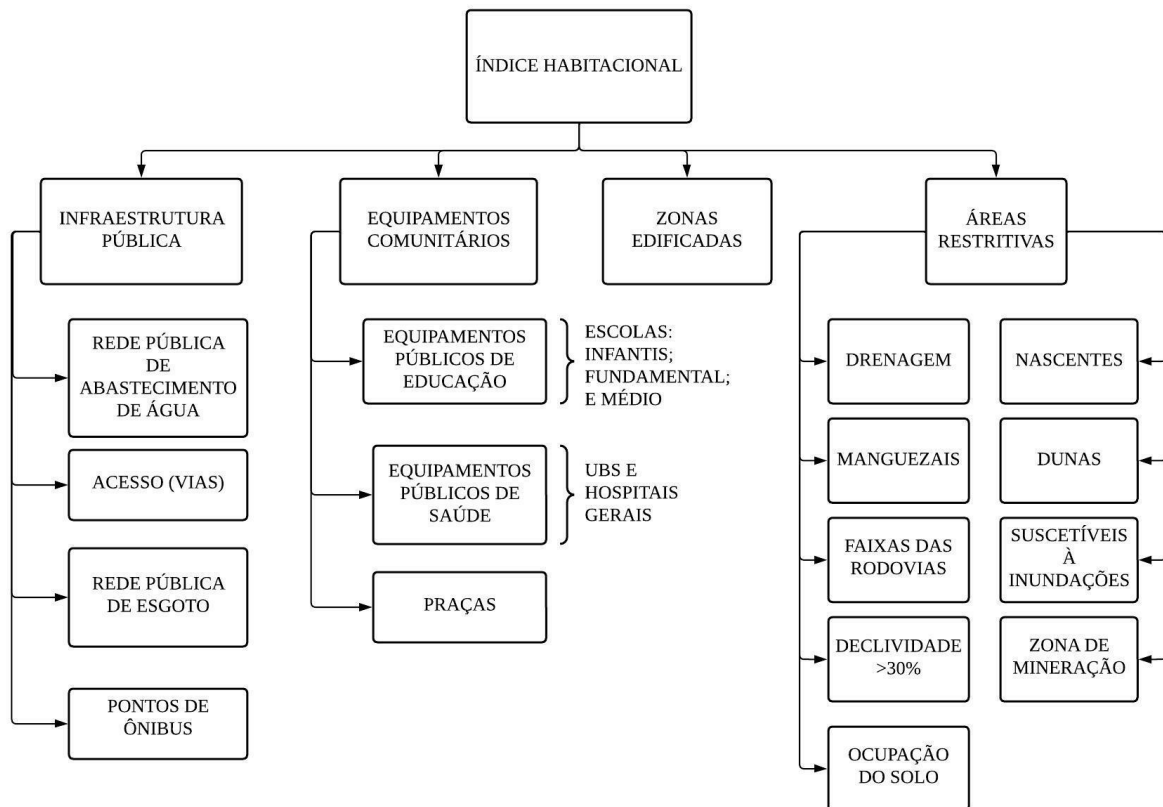


Fonte: Autoria própria (2022).

Os critérios utilizados nesse estudo com proposito de determinar o índice habitacional estão subdivido em: i) zonas inabitáveis, isto é, impedidas para fins habitacionais devido alguma normativa, como Plano diretor de Mossoró, Código Florestal e Lei do Parcelamento do Solo. Essas áreas são as detentoras de drenagem, nascentes de curso d'água, manguezais, dunas, faixa de domínio público das rodovias, áreas suscetíveis a inundações, declividade com mais de 30% (trinta por cento) e zonas de mineração. Este se refere, no caso, a extração de petróleo e as salinas; ii) infraestrutura urbana, logradouros, rede pública de abastecimento de água,

esgotamento sanitário e ponto de ônibus; iii) equipamentos comunitários públicos, como escola de ensino infantil, fundamental e médio, UBS, hospitais, praças e iv) zonas edificadas. Veja os critérios esquematizados na Figura 7.

Figura 7: Fluxograma dos Critérios para calcular o Índice Habitacional.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.3 Análise Multicritério

4.3.1 Método AHP

Na determinação do método AHP, é necessário realizar algumas etapas: colocar em ordem decrescente a importância dos critérios na Matriz (M) e, em seguida, preenchê-la e normalizá-la, a fim de determinar os pesos e calcular a consistência.

Para fins didáticos, vamos considerar a existência de n prioridades relativas, onde no grau de importância, $C1 > C2 > \dots > Cn$ e são inseridos de modo decrescente. A respeito da comparação par a par, usa-se a Tabela 1, a fim de informar o grau de importância de um critério sobre outro e a diagonal sempre é igual 1, visto que um critério tem importância igual em

relação ele mesmo. O passo seguinte é trivial, visto, por exemplo, se o critério $C1$ é considerado mais importante que $C2$, logo, este é menos importância que $C1$, ou seja, o inverso dos pesos é colocado para preencher a Tabela 5.

Tabela 5: Preenchimento da Matriz (M), conforme a importância dos critérios.

	C1	C2	Cn
C1	1	$A_{1,2}$	$A_{1,n}$
C2	$1/A_{2,1}$	1	$A_{2,n}$
Cn	$1/A_{n,2}$	$1/A_{n,2}$	1

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

O próximo passo é somar as colunas e, em seguida, normalizar a Matriz (Mn), isto significa dividir as comparações par a par pelo o somatório das colunas, como é ilustrado nas Tabela 6 e 7, respectivamente.

Tabela 6: Somatório das colunas.

	C1	C2	Cn
C1	1	$A_{1,2}$	$A_{1,n}$
C2	$1/A_{2,1}$	1	$A_{2,n}$
Cn	$1/A_{n,2}$	$1/A_{n,2}$	1
Somatório:	$1 + 1/A_{2,1} + \dots + 1/A_{n,1}$	$A_{1,2} + 1 + 1/A_{3,2} + \dots + 1/A_{n,2}$	$1 + A_{1,n} + \dots + A_{n,n}$

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

Tabela 7: Determinação da Matriz Normalizada (Mn).

	C1	C2	Cn
C1	$1 / (1 + 1/A_{2,1} + \dots + 1/A_{n,1})$	$A_{1,2} / (A_{1,2} + 1 + 1/A_{3,2} + \dots + 1/A_{n,2})$	$A_{1,n} / (1 + A_{1,n} + \dots + A_{2,n})$
C2	$(1/A_{2,1}) / (1 + 1/A_{2,1} + \dots + 1/A_{n,1})$	$1 / (A_{1,2} + 1 + 1/A_{3,2} + \dots + 1/A_{n,2})$	$A_{2,n} / (1 + A_{1,n} + \dots + A_{2,n})$
Cn	$(1/A_{n,2}) / (1 + 1/A_{2,1} + \dots + 1/A_{n,1})$	$(1/A_{n,2}) / (A_{1,2} + 1 + 1/A_{3,2} + \dots + 1/A_{n,2})$	$1 / (1 + A_{1,n} + \dots + A_{2,n})$

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

Após normalizar a matriz, calcula-se a média das linhas e encontra-se o valor das prioridades finais. Ver Tabela 8.

Tabela 8: Determinação dos Pesos.

Pesos:
$\left(\frac{1}{\left(1 + \frac{1}{A_{2,1}} + \dots + \frac{1}{A_{n,1}}\right)} + \frac{A_{1,2}}{\left(A_{1,2} + 1 + \frac{1}{A_{3,2}} + \dots + \frac{1}{A_{n,2}}\right)} + \dots + \frac{A_{1,n}}{\left(1 + A_{1,n} + \dots + A_{2,n}\right)} \right) / n$
$\left(\frac{(1/A_{2,1})}{\left(1 + \frac{1}{A_{2,1}} + \dots + \frac{1}{A_{n,1}}\right)} + \frac{1}{\left(A_{1,2} + 1 + \frac{1}{A_{3,2}} + \dots + \frac{1}{A_{n,2}}\right)} + \dots + \frac{A_{2,n}}{\left(1 + A_{1,n} + \dots + A_{2,n}\right)} \right) / n$
$\left(\frac{(1/A_{n,2})}{\left(1 + \frac{1}{A_{2,1}} + \dots + \frac{1}{A_{n,1}}\right)} + \frac{(1/A_{n,2})}{\left(A_{1,2} + 1 + \frac{1}{A_{3,2}} + \dots + \frac{1}{A_{n,2}}\right)} + \dots + \frac{1}{\left(1 + A_{1,n} + \dots + A_{2,n}\right)} \right) / n$

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

4.3.2 Cálculo da Consistência

Após determinar os pesos dos critérios, é necessário elaborar o cálculo da consistência, a fim de verificar se a comparação par a par apresenta uma lógica de transitividade entre os parâmetros de estudo do presente trabalho. Inicialmente, calcula-se o produto vetorial dos pesos e matriz (M), essa fase é conhecida na literatura também como soma ponderada. Após isso, é possível encontrar a média dos lambdas ($\bar{\lambda}$), que é calculado a partir da divisão da soma ponderada pelos pesos. Finalmente, encontra lambda máximo (λ_{max}). Veja a Tabela 9 que salienta esses cálculos.

Tabela 9: Exemplificação da determinação do lambda máximo.

Peso:	Soma Ponderada: (produto vetorial: Matriz (M) x Pesos)	Lambda ($\bar{\lambda}$): (soma Ponderada / Pesos)	Lambda Máximo (λ_{max}): (média dos lambda)
-------	--	--	--

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

Para finalizar, encontra-se o Índice Randômico (IR), como visto na Tabela 10 e o índice de consistência (IC) pela equação 3. Tais índices dependem da ordem da matriz, ou seja, quantidades de critérios e, finalmente, a razão de consistência (RC) na equação 4, que deve ser menor do que 10% (10 por cento), de acordo com Saaty e Vargas (2012).

Tabela 10: Índice Randômico (IR).

Quantidade de Critérios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Randômico (IR)	0	0	0,52	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (3)$$

$$RC = IC/IR \quad (4)$$

4.3.3 Teste de Sensibilidade

Como visto anteriormente, Gomes (2009) destaca que a análise de sensibilidade pode ser realizada em: pesos relativos dos critérios, julgamento das alternativas, quantidade de critérios e quantidade de alternativas.

- Pesos relativos dos critérios: ocorre peso excessivo em um determinado critério. Nesse trabalho faremos dois cenários, parâmetro com 30% (trinta por cento) e 50% (cinquenta por cento) do total dos pesos, e o restante foi dividido igualmente entre os demais critérios. Veja as equações 5 e 6.

$$((\text{Critério } 1 * 0,5) + (\text{Critério } 2 * 0,071) + (\text{Critério } 3 * 0,071) + (\text{Critério } 4 * 0,071) + (\text{Critério } 5 * 0,071) + (\text{Critério } 6 * 0,071) + (\text{Critério } 7 * 0,071) + (\text{Critério } 8 * 0,071)) * \text{Áreas Restritas}) \quad (5)$$

$$((\text{Critério } 1 * 0,3) + (\text{Critério } 2 * 0,1) + (\text{Critério } 3 * 0,1) + (\text{Critério } 4 * 0,1) + (\text{Critério } 5 * 0,1) + (\text{Critério } 6 * 0,1) + (\text{Critério } 7 * 0,1) + (\text{Critério } 8 * 0,1)) * \text{Áreas Restritas}) \quad (6)$$

- Julgamento das alternativas: Essa análise de sensibilidade foi realizada com base na mudança, somente, das ordens dos critérios. Analisou-se dois cenários, pessimista e otimista, no qual corresponde o resultado mais desconcentrado e concentrado na zona urbana de Mossoró, respectivamente.

- Quantidade de critérios: Com relação a essa forma de sensibilidade, testaremos duas situações, a primeira é somente com os equipamentos comunitários e a segunda com apenas os equipamentos de infraestrutura. Em ambos os casos, foi adotado com pesos distribuídos iguais.

Infraestrutura:

$$(\text{Acesso} * 1/4) + (\text{Abastecimento} * 1/4) + (\text{Transporte público} * 1/4) + (\text{Rede Pública de Esgoto} * 1/4)) * \text{Áreas Restritas}) \quad (7)$$

Equipamento Público Comunitário:

$$((\text{Equipamento Educacional} * 1/3) + (\text{Equipamento de Saúde} * 1/3) + (\text{Praças} * 1/3) * \text{Áreas Restritas}) \quad (8)$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Áreas Restritivas para o Parcelamento do Solo

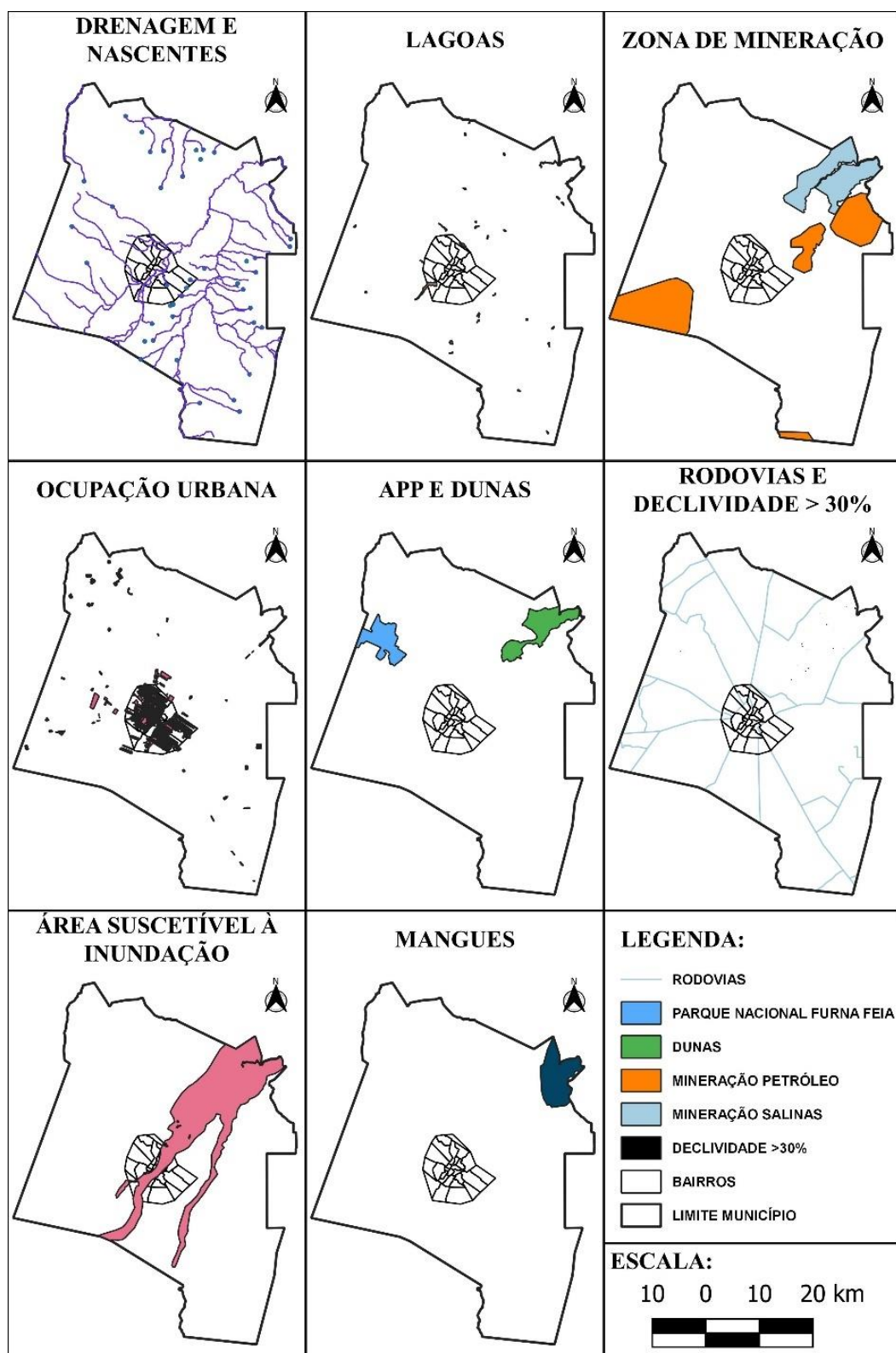
De acordo as normativas ambientais e urbanísticas, foram consideradas áreas restritas: i) drenagem e nascentes; ii) lagoas; iii) zona de mineração; iv) ocupação do solo; v) APP e dunas; vi) faixas correspondentes a rodovias e declividade maior que 30%; vii) áreas suscetíveis à inundação e viii) mangues. A Figura 8 mostra a distribuição espacial dessas zonas no município de Mossoró/RN que são impedidas para o parcelamento do solo.

É possível notar que algumas regiões apresentam várias restrições no tocante ao parcelamento do solo. Sendo assim, foi possível sobrepor todas áreas com impedimento ao parcelamento do solo, a fim de estabelecer um resultado geral das áreas de restrição em Mossoró, conforme ilustrado na Figura 9.

A partir do arquivo matricial, oriundo da restrição resultante, pode-se calcular a delimitação da área restrita no município de Mossoró/RN que resultou em aproximadamente 675,137 km². Isto significa que em cerca de 32,16% da extensão territorial deste município não é possível o parcelamento do solo. De modo análogo, na zona urbana há 74,48 km² de área vedada ao parcelamento que corresponde a aproximadamente de 73,12% desta zona.

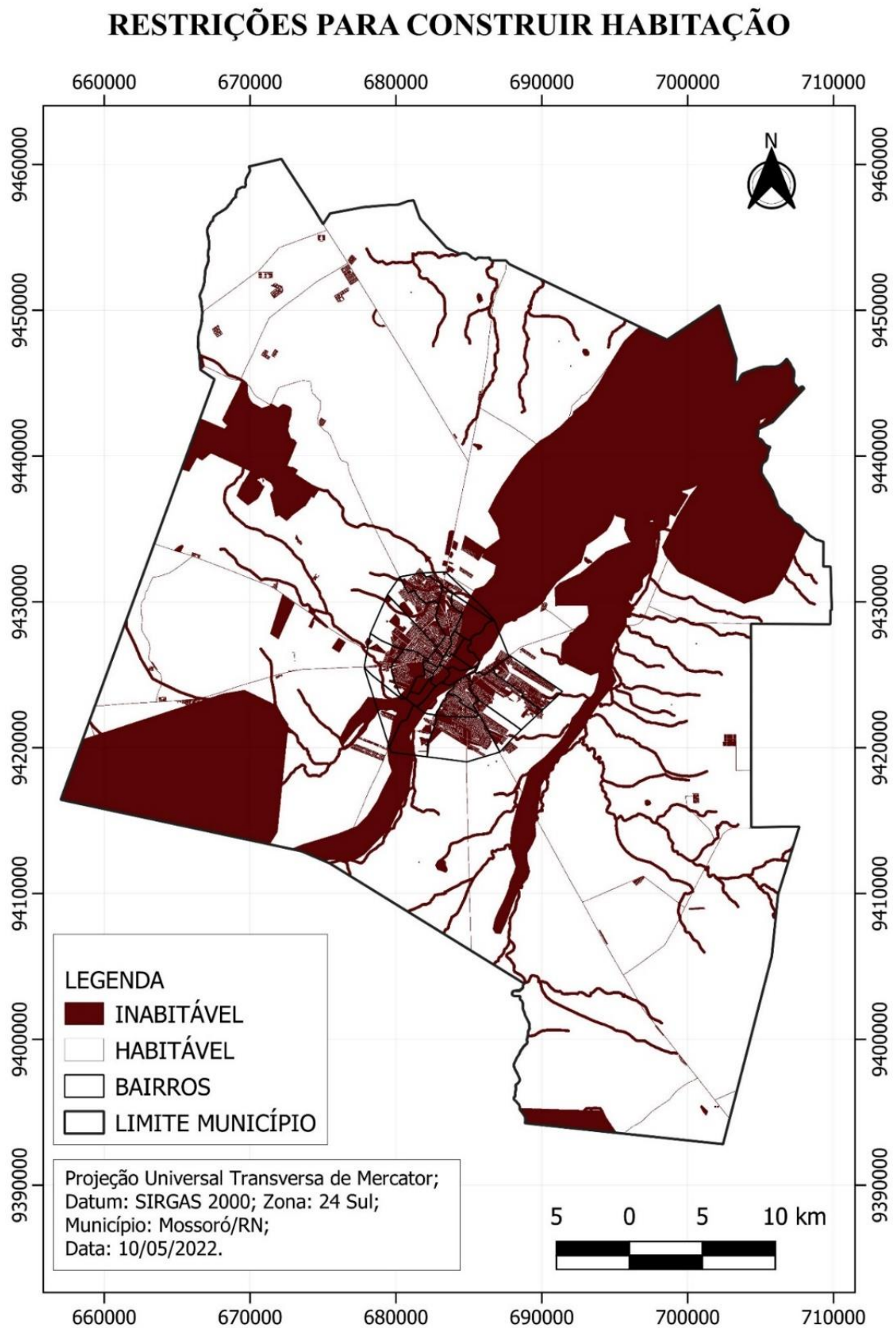
Levando em conta esses números, pode-se afirmar que há mais disponibilidade de áreas para implantação de conjuntos habitacionais na zona rural do município. Contudo, isso não seria o mais indicado, visto que conforme o Plano Diretor de Mossoró/RN, a Lei 6.766 (1979) e a Lei 11.977 (2009) que orientam o parcelamento do solo, devem ser priorizadas as zonas urbanas ou de expansão urbana. Isso decorre do fato de que o conceito de moradia vai muito além do que apenas “um teto na cabeça”, é necessário que haja também equipamentos públicos e infraestrutura urbana a fim de que os outros direitos fundamentais e sociais sejam presentes na vida dos moradores (Brasil, 1979; Brasil, 2009).

Figura 8: Zonas de Restrições ambientais e urbanística para o parcelamento do solo.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 9: Restrição para o parcelamento do solo.



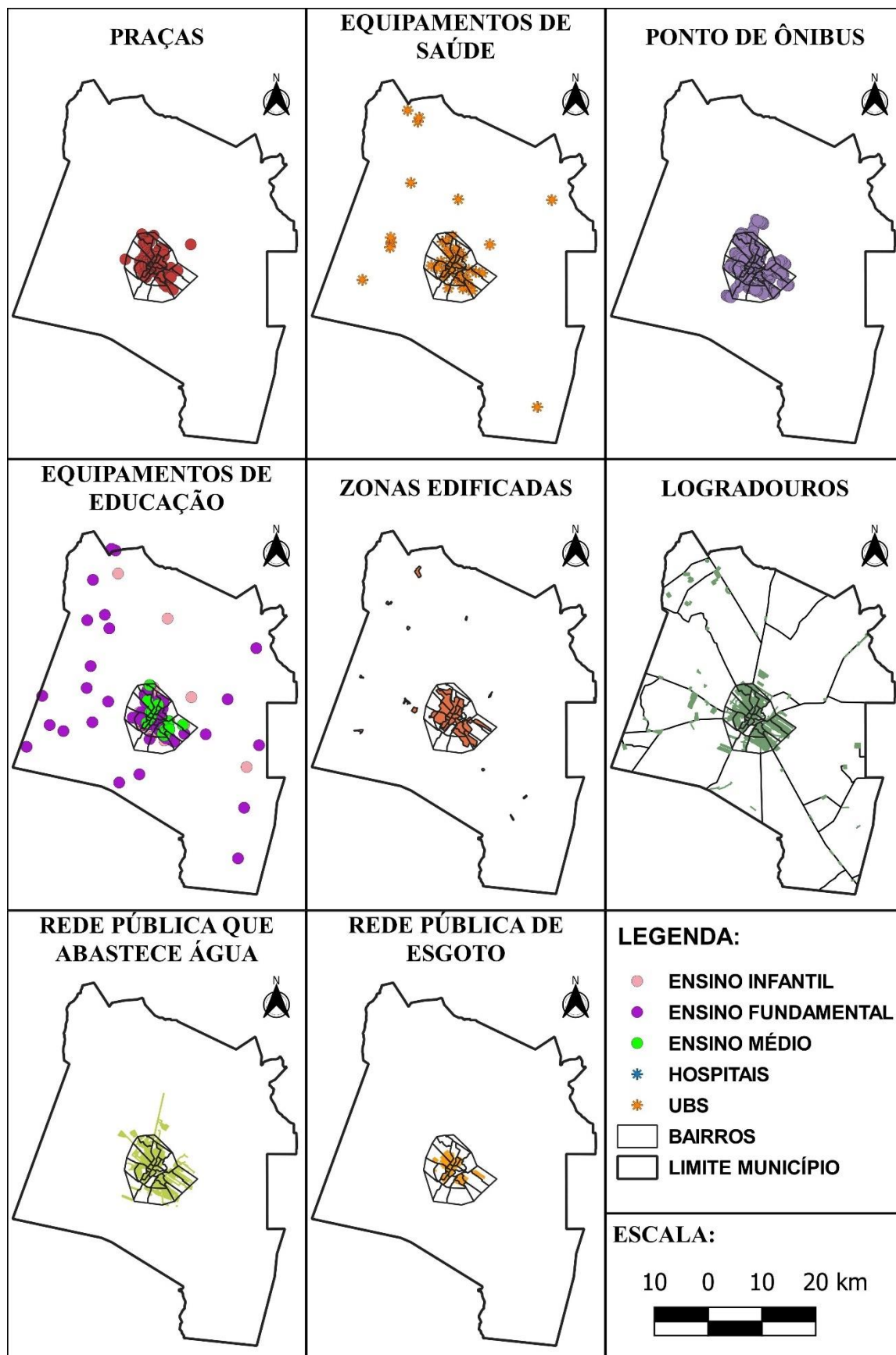
Fonte: Autoria própria (2022).

5.2 Cobertura dos Equipamentos Comunitários e Públicos

A Figura 10 apresenta o mapeamento de alguns serviços públicos relacionado a infraestrutura urbana e equipamento comunitário no município de Mossoró/RN. No que tange a cobertura desses serviços abordados nesse estudo, a Figura 11 identifica os locais de melhor atendimento à população, onde a zona urbana apresenta a melhor cobertura em todos os serviços públicos. Logo, é trivial que o local mais adequado para instalar um empreendimento habitacional é nessa zona.

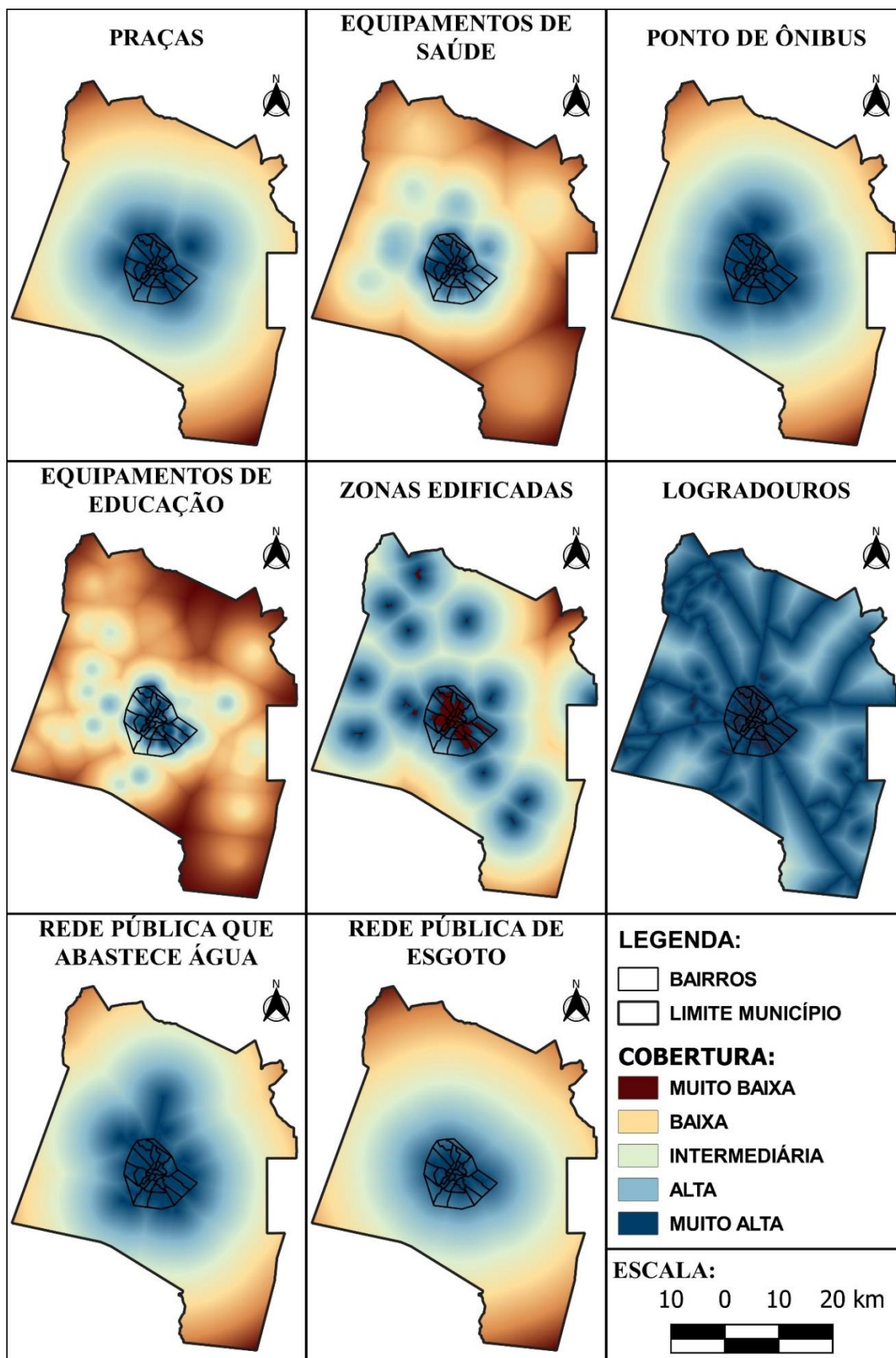
É possível classificar a cobertura em três grupo: i) concentrado, são aqueles serviços que são ofertados de maneira eficiente em uma pequena área por exemplo, rede pública de esgoto e equipamentos de educação e saúde na zona urbana; ii) desconcentrado, quando o fenômeno ocorre em quase toda área, como os logradouros e zonas edificadas que são bem distribuídos em todo território de Mossoró/RN; iii) intermediário, são as praças, abastecimento de água, e pontos de ônibus, que acontece fortemente na zona urbana e fracamente na rural.

Figura 10: Mapeamento dos Equipamentos Públicos Comunitários e Equipamentos Urbanos.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 11: Cobertura dos equipamentos e Infraestrutura em Mossoró/RN.



Fonte: Autoria própria (2022).

5.3 Análise Multicritério

A respeito da ordem de importância dos critérios, o autor do presente trabalho adotou a seguinte ordem: Abastecimento de água, logradouros, rede pública de esgoto, pontos de ônibus, zonas edificadas, educação, saúde e praças. A tomada de decisão em relação a ordem será explicada a seguir.

O §6, Art. 2, da Lei N.º 6.766/1979, diz que na infraestrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais, declaradas por lei como de interesse social (ZHIS), é essencial a existência de abastecimento de água, vias de acesso, solução de esgotamento sanitário e outros relacionados (Brasil, 1979). Esse estudo abrange somente 3 (três) desses critérios considerados fundamentais, então, serão considerados os mais importantes dentre os critérios analisados. No tocante a ordem de importância, a rede pública de esgoto ficou em terceiro colocado, visto que existe também soluções de esgotamento individuais; abastecimento de água em primeiro, devido à dificuldade de encontrar outras soluções que atendam questões fundamentais, por exemplo, qualidade e pressão da água, em segundo colocado, adotou-se o parâmetro acesso.

Foi dado maior ênfase ao grau de importância para os equipamentos relacionados com infraestrutura. Assim, a quarta colocação ficou com ponto de ônibus, visto que não é mencionado como essencial na Lei N.º 6.766/1979. Com respeito as zonas edificadas, aglomerados rurais e a zona urbana que contêm alguns equipamentos públicos e comércio, foi colocado na quinta posição.

No que concerne aos equipamentos públicos comunitários, alguns deles são planejados para serem inseridos, ainda, no próprio projeto de loteamento do conjunto, inclusive, as normativas urbanísticas municipais definem as áreas destinadas a esse fim, como mencionado na Lei 6766/1079 (Brasil, 1979). No § 1º, Art. 104, da Lei Complementar N.º 012/2006 de Mossoró/RN, é destacado que no parcelamento do solo de interesse social será reservada uma área mínima equivalente à 4% (quatro por cento) da área total destinada para área verde, usos institucionais e/ou equipamentos públicos comunitários (Mossoró, 2006).

Foi possível perceber que os equipamentos comunitários públicos são instalações pontuais, ou seja, a construção de novos equipamentos causa efeito apenas no local de implementação da mesma. De maneira oposta ocorre com os critérios de infraestrutura urbana, por exemplo, onde a pressão e disponibilidade de água é modificada quando são realizadas mudanças na rede de abastecimento, além de interditar trechos e tornar-se necessário mais canalização caso ocorra a ampliação dessa rede. Sendo assim, no caso do conjunto habitacional a ser construído sem a presença de equipamentos, é possível que estes sejam implementados na

área reservada para esse fim, assim, o serviço público poderá ser posteriormente ofertado as pessoas deste local.

Diante dessas premissas, foram definidos os equipamentos comunitários públicos como de menor importância dentre os critérios analisados. Adotou-se educação como sexto colocado no grau de importância, devido à frequência em relação ao uso diário deste equipamento em relação aos outros. Saúde em sétimo, devido à importância a respeito da preservação da vida e praças em oitavo.

Após definir a ordem de importância, o passo seguinte foi realizar a comparação par a par, como mostrado na Tabela 11. Com a Matriz AHP realizada, é possível normalizá-la e encontrar os as prioridades relativas, como ilustrado na Tabela 12.

Tabela 11: Matriz AHP dos critérios.

Matriz (M)	Abastecimento de Água	Acesso (vias)	Rede púb. esgoto	Transporte público	Zonas Edificada	Equipamento Educacional	Equipamento Saúde	Praças
Abastecimento de Água	1	2	3	4	4	5	6	7
Acesso (vias)	1/2	1	3	5	3	4	4	5
Rede púb. esgoto	1/3	1/3	1	2	2	3	3	4
Transporte público	1/4	1/5	1/2	1	2	2	3	4
Zonas Edificada	1/4	1/3	1/2	1/2	1	2	3	4
Equipamento Educacional	1/5	1/4	1/3	1/2	1/2	1	2	3
Equipamento Saúde	1/6	1/4	1/3	1/3	1/3	1/2	1	2
Praças	1/7	1/5	1/4	1/4	1/4	1/3	1/2	1
Somatório	25/6	5	9	14	13	18	23	30

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 12: Matriz Normalizada.

Matriz Normalizada (Mn)	Abastecimento de Água	Acesso (vias)	Rede pública de esgoto	Transporte público	Zonas Edificada	Equipamento Educacional	Equipamento de Saúde	Praças	Pesos
Abastecimento de Água	0,352	0,438	0,336	0,294	0,306	0,280	0,267	0,233	0,313
Acesso (vias)	0,176	0,219	0,336	0,368	0,229	0,224	0,178	0,167	0,237
Rede pública de esgoto	0,117	0,073	0,112	0,147	0,153	0,168	0,133	0,133	0,130
Transporte público	0,088	0,044	0,056	0,074	0,153	0,112	0,133	0,133	0,099
Zonas Edificada	0,088	0,073	0,056	0,037	0,076	0,112	0,133	0,133	0,089
Equipamento Educacional	0,070	0,055	0,037	0,037	0,038	0,056	0,089	0,100	0,060
Equipamento Saúde	0,059	0,055	0,037	0,025	0,025	0,028	0,044	0,067	0,042
Praças	0,050	0,044	0,028	0,018	0,019	0,019	0,022	0,033	0,029

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

Finalmente, foi possível determinar a equação usada na calculadora de raster para mapear os melhores locais com fins habitacionais de interesse social:

$$\begin{aligned}
 & ((\text{Abastecimento} * 0,313) + (\text{Acesso} * 0,237) + (\text{Rede Pública de Esgoto} * 0,13) + \\
 & (\text{Transporte público} * 0,099) + (\text{Zonas Edificadas} * 0,089) + (\text{Equipamento} \\
 & \text{Educativo} * 0,06) + (\text{Equipamento de Saúde} * 0,042) + (\text{Praças} * 0,029)) * \text{Áreas} \quad (9) \\
 & \text{Restritas}
 \end{aligned}$$

Após isso, verificou-se se os pesos foram inseridos de modo lógico, com base na razão de consistência (Tabela 13, Equação 10 e Equação 11).

Tabela 13: Determinação do lambda máximo.

Peso	Soma Ponderada:	Lambda (λ)	Lambda Máximo: (λ_{max})
0,313	2,689	8,581	8,407
0,237	2,102	8,862	
0,130	1,114	8,591	
0,099	0,832	8,393	
0,089	0,725	8,185	
0,060	0,492	8,159	
0,042	0,348	8,201	
0,029	0,242	8,284	

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (2012).

$$IC = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) = (8,407 - 8) / (8 - 1) = 0,058 \quad (10)$$

$$RC = IC/IR = 0,058/1,49 = 0,041 < 0,1 \quad (11)$$

Logo, as prioridades dos critérios foram inseridas de modo consistente, haja vista que a razão de consistência foi menor do 0.1, de acordo com os estudos Saaty e Vargas (2012).

5.4 Áreas mais Adequadas para Habitação

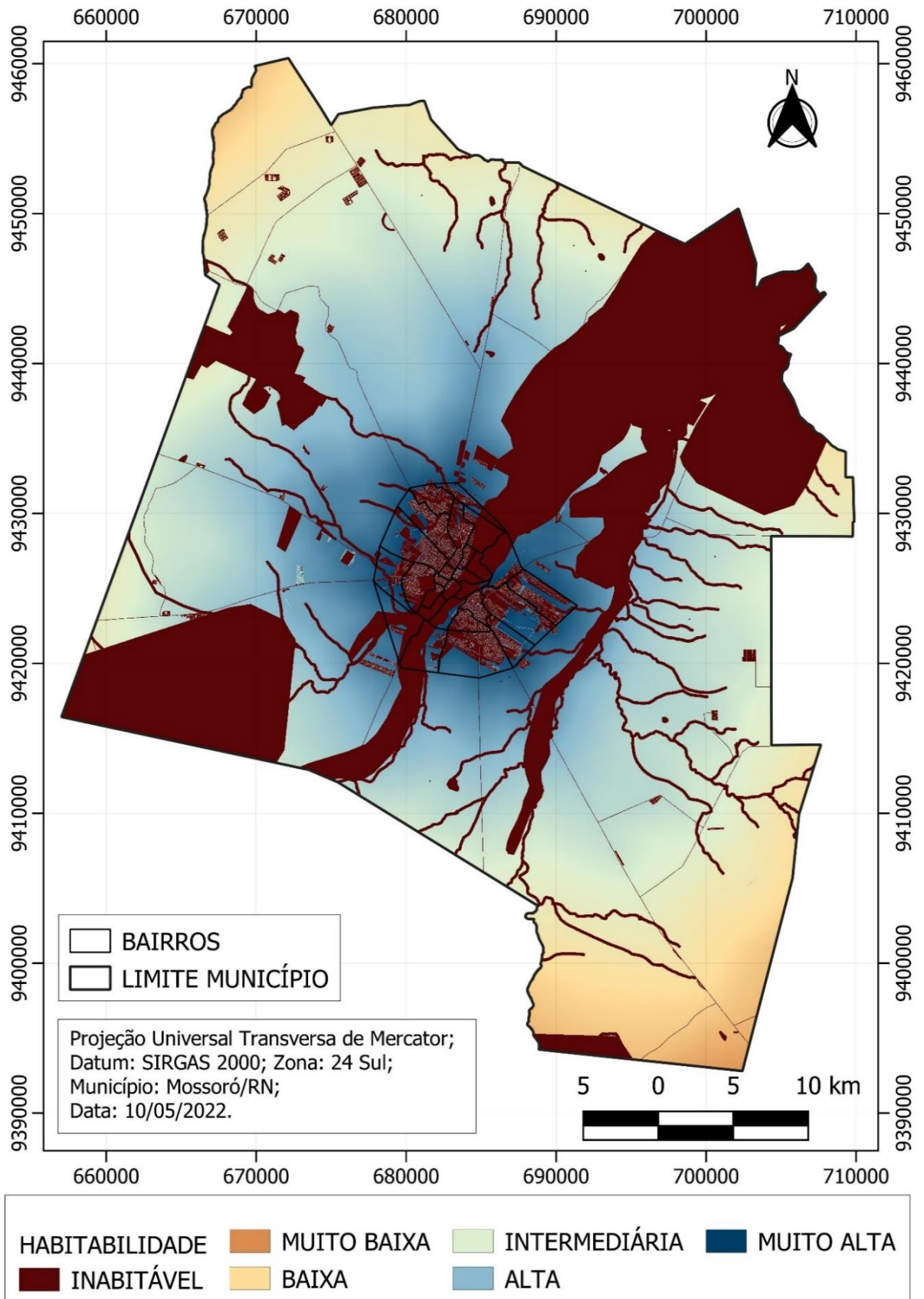
Tabela 14: Área dos bairros com base no índice habitacional.

BAIRROS	Índice habitacional				
	0	0,88 à 0,91	0,91 à 0,94	0,94 à 0,97	0,97 à 1
Presidente Costa e Silva	634,57 ha	5,19 ha	0,44 ha	133,97 ha	204,96 ha
Dix Sept Rosado	281,76 ha	0,53 ha	0,01 ha	106,33 ha	201,88 ha
Nova Betânia	558,42 ha	0,44 ha	14,65 ha	210,66 ha	123,78 ha
Dom Jaime Câmara	266,66 ha	21,62 ha	-	48,27 ha	120,49 ha
Rincão	591,26 ha	7,25 ha	2,30 ha	40,44 ha	115,44 ha
Pintos	429,53 ha	0,05 ha	-	68,23 ha	94,80 ha
Abolição	559,07 ha	8,69 ha	0,40 ha	52,48 ha	81,18 ha
Redenção	218,51 ha	-	-	22,17 ha	63,11 ha
Alagados	197,20 ha	5,75 ha	-	-	60,38 ha
Bom Jesus	532,93 ha	3,81 ha	68,25 ha	61,99 ha	38,11 ha
Barrocas	399,70 ha	-	-	-	21,02 ha
Santo Antônio	416,51 ha	0,53 ha	-	-	18,42 ha
Santa Delmira	359,10 ha	0,90 ha	-	7,82 ha	11,79 ha
Alto do Sumaré	704,54 ha	4,85 ha	185,38 ha	290,79 ha	10,68 ha
Aeroporto	480,58 ha	1,83 ha	0,02 ha	-	8,44 ha
Ilha de Santa Luzia	131,25 ha	-	-	-	6,34 ha
Planalto Treze de Maio	260,49 ha	0,08 ha	-	-	1,96 ha
Paredões	174,31 ha	-	-	-	1,76 ha
Itapetinga	391,92 ha	-	118,46 ha	142,56 ha	0,10 ha
Alto da Conceição	109,84 ha	-	0,20 ha	-	-
Doze Anos	71,64 ha	-	-	-	-
Boa Vista	50,03 ha	-	0,00 ha	-	-
Lagoa do Mato	118,12 ha	0,03 ha	0,01 ha	-	-
Belo Horizonte	147,08 ha	-	-	-	-
Alto de São Manoel	231,14 ha	1,83 ha	0,47 ha	-	-
Centro	133,78 ha	1,01 ha	-	-	-
Bom Jardim	103,65 ha	0,21 ha	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 12: Índice habitacional em Mossoró/RN.

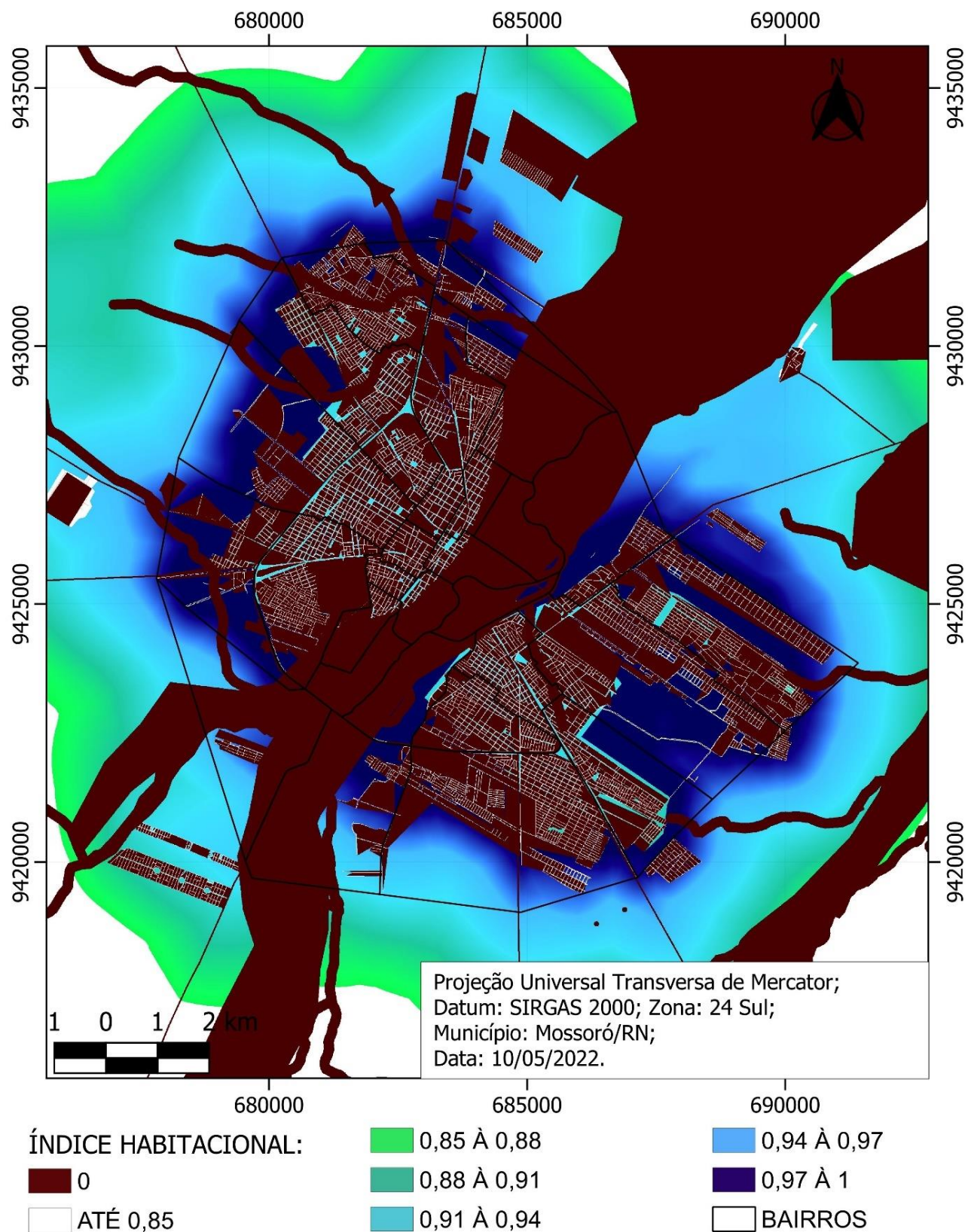
ÍNDICE HABITACIONAL EM MOSSORÓ/RN



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 13: Índice habitacional próximo à zona urbana de Mossoró/RN.

ÍNDICE HABITACIONAL PRÓXIMO À ZONA URBANA DE MOSSORÓ/RN



Fonte: Autoria própria (2022).

A partir do cálculo da Equação 9, obteve-se o objetivo do trabalho, onde enfatizou que o locais mais adequados para a implantação de um conjunto habitacional é o mais próximo possível da zona urbana de Mossoró/RN, como ilustrado na Figura 11.

Por meio da Tabela 14, que indica o índice habitacional e área disponível para habitação nos bairros de Mossoró/RN, é possível afirmar, de acordo com os critérios abordados no presente trabalho, que os bairros Presidente Costa e Silva, Dix Sept Rosado, Nova Betânia, Dom Jaime Câmara, Rincão, Pintos, Abolição, Redenção, Alagados e Bom Jesus são os melhores locais para implantação de empreendimentos habitacionais de interesse social. Nessas áreas, há mais de 60 hectares desocupados com altos índices habitacionais.

Através da Figura 13, pode-se verificar as zonas com alto índice habitacional fora dos limites dos bairros. Tais áreas estão localizadas principalmente perto bairros Santa Delmira, Redenção e Rincão.

5.5 Análise de Sensibilidade

No tocante à análise de sensibilidade relativa à quantidade de critérios observada na Figura 14, podemos identificar que o índice relacionado aos equipamentos públicos é mais concentrado no centro, já o de infraestrutura é menos concentrado. O principal fenômeno que causa essa desconcentração na infraestrutura é o critério logradouro, visto que o mesmo é distribuído em todo território de Mossoró/RN.

A análise de sensibilidade com pesos relativos mostra a mudança no índice habitacional quando um critério tem um peso excessivo. A Figura 16 mostra quando os critérios tem peso de 50 % (cinquenta por cento), já a Figura 17 apresenta com prioridade relativa de 30% (trinta por cento). É notória a mudança nas duas imagens para os critérios logradouro e zona edificada, no qual passa a ser menos desconcentrado. Uma observação importante é que todos os índices mostraram alta habitabilidade na zona urbana.

Com relação ao julgamento das alternativas, no qual altera a ordem dos critérios, foi possível conceber dois índices: mais concentrado e desconcentrado possível.

- Concentrado:

$$((\text{Rede Pública de Esgoto} * 0,313) + (\text{Equipamento Educacional} * 0,237) + (\text{Equipamento de Saúde} * 0,13) + (\text{Praças} * 0,099) + (\text{Transporte público} * 0,089) + \quad (11)$$

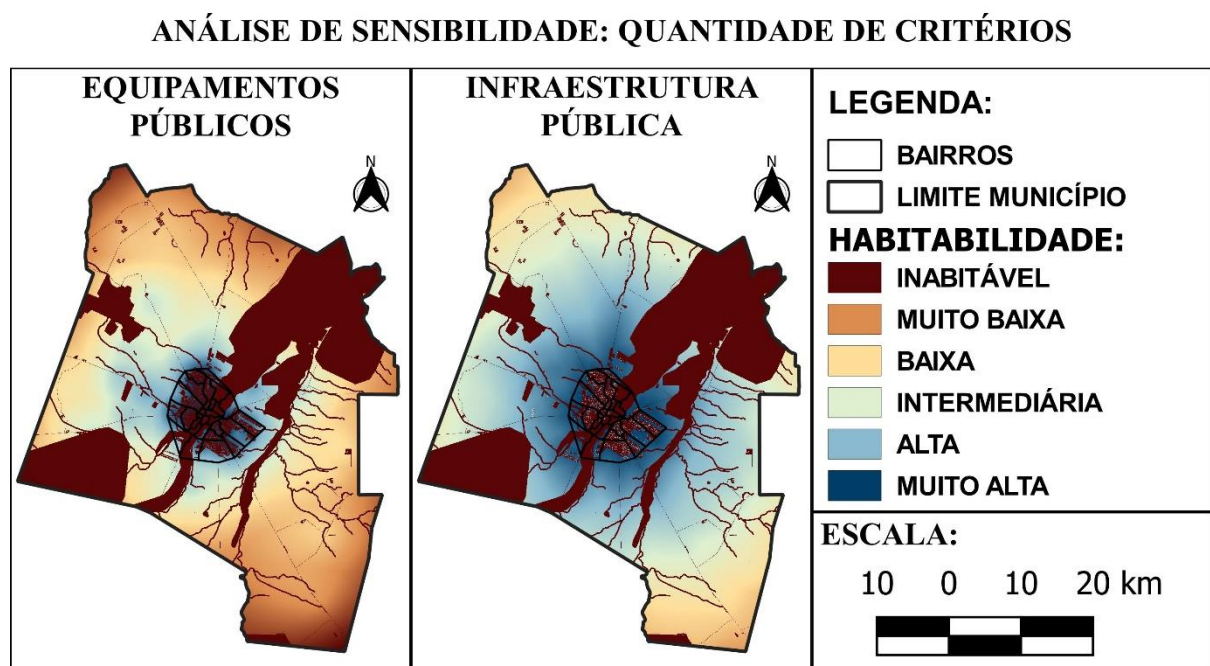
$(Abastecimento * 0,06) + (Zonas Edificadas * 0,042) + (Acesso * 0,029)) * \text{Áreas Restritas}$

- Desconcentrado:

$((Acesso * 0,313) + (Zonas Edificadas * 0,237) + (Abastecimento * 0,13) + (Transporte público * 0,099) + (Praças * 0,089) + (Equipamento Saúde * 0,06) + (Equipamento de Educacional * 0,042) + (Rede Pública de Esgoto * 0,029)) * \text{Áreas Restritas}$ (12)

Com relação ao desconcentrado, nota-se que os paramentos logradouros e zona edificadas são os responsáveis por esse evento, contudo, os melhores locais permanecem sendo na zona urbana, como salientado na Figura 14.

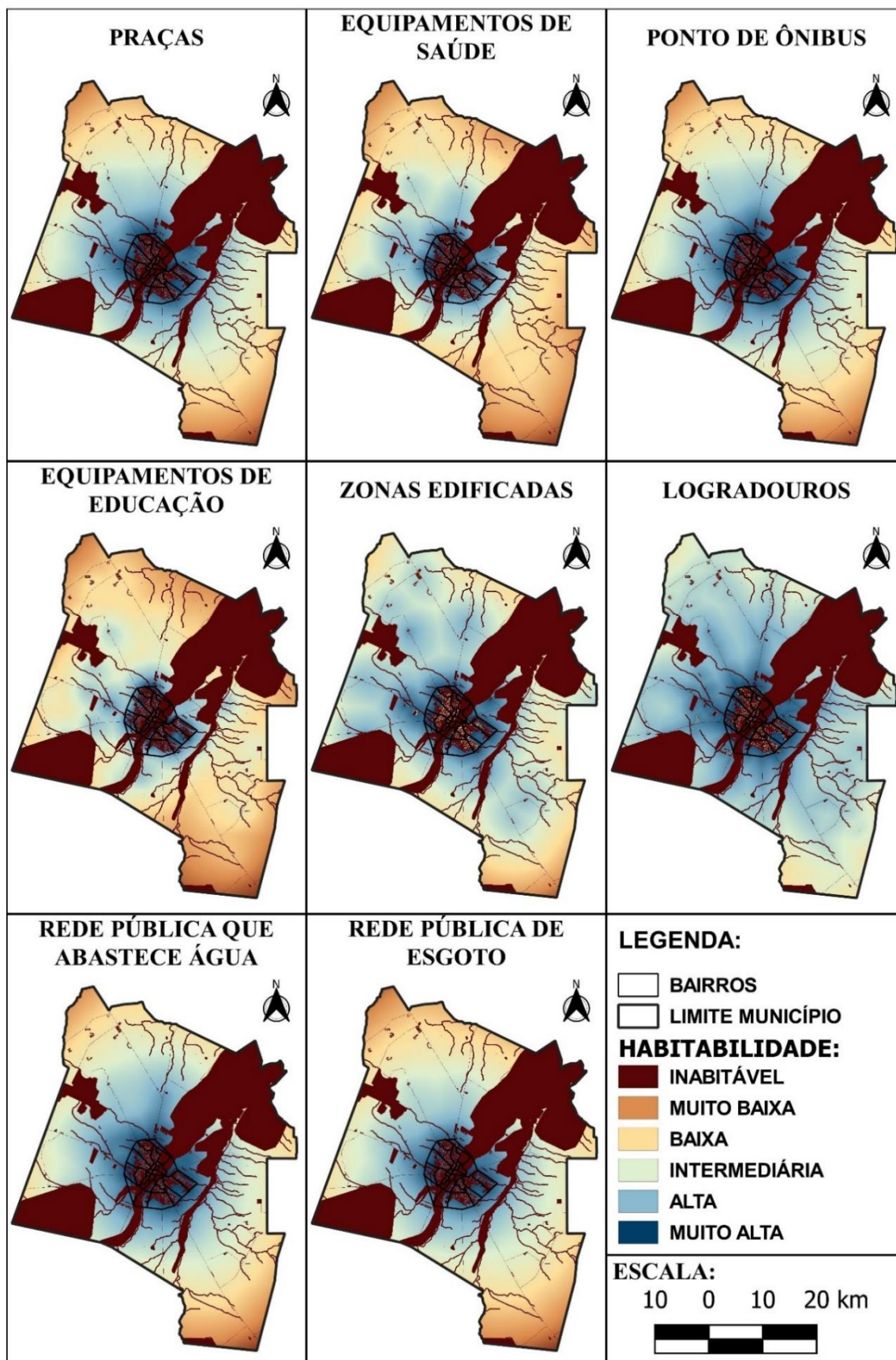
Figura 14: Análise de sensibilidade: Infraestrutura e Equipamentos Comunitários.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 15: Análise de sensibilidade: peso relativo de 50% dos critérios.

PESO RELATIVO: 50%

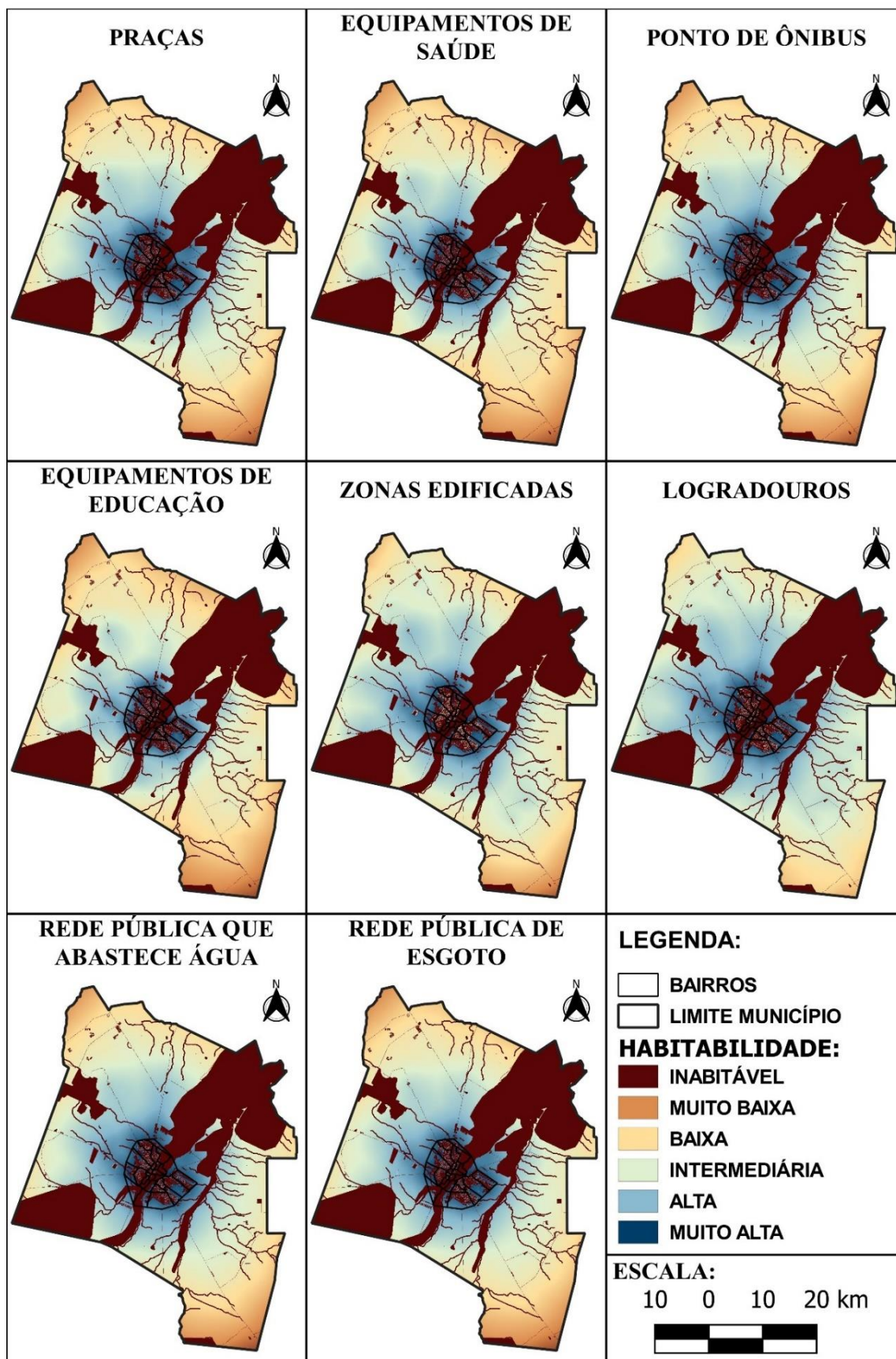


Fonte: Autoria própria (2022).

Fonte:

Figura 16: Análise de sensibilidade: peso relativo de 30% dos critérios.

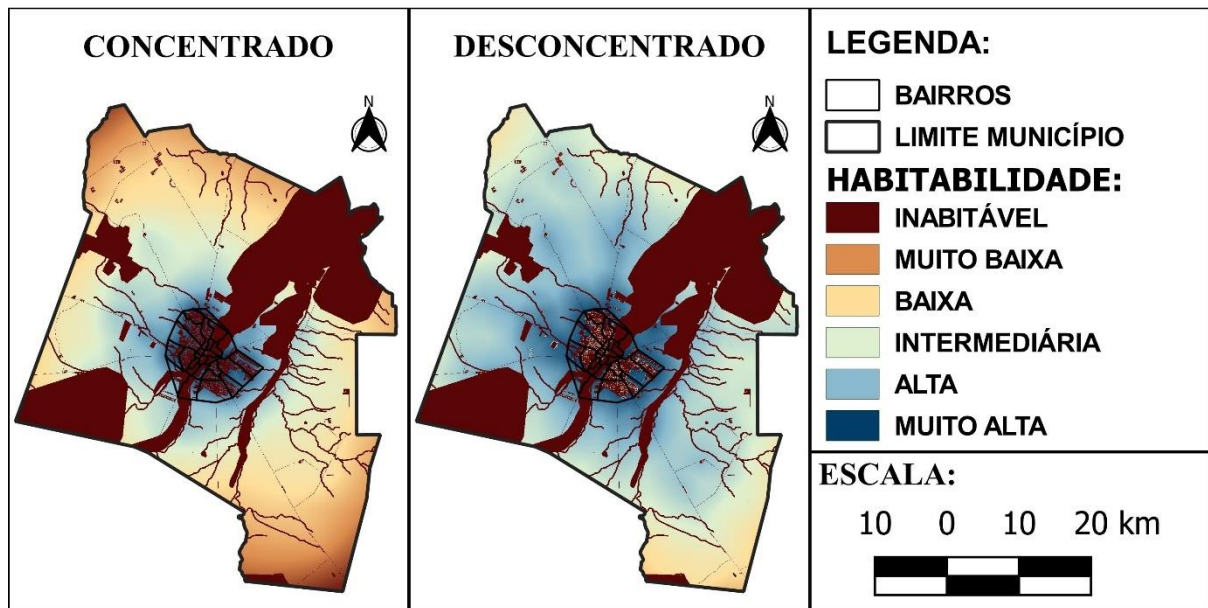
PESO RELATIVO: 30%



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 17: Análise de sensibilidade: concentrado e desconcentrado.

JULGAMENTO DAS ALTERNATIVAS:



Fonte: Autoria própria (2022).

Todos os cenários determinaram que a zona urbana tem o maior índice de habitabilidade. Os parâmetros logradouros e zonas edificadas foram os únicos que não tiveram uma concentração tão incisiva próximos a malha urbanística de Mossoró/RN. Contudo, não tem sentido atribuir um peso considerado grande nesses critérios com objetivo de modificar os resultados, dado que zona edificada não está presente nas normas urbanísticas: Plano Diretor de Mossoró/RN e a Lei N.º 6.766/1979. Com relação ao critério de logradouros, este atende maior área de cobertura do que outros parâmetros de infraestrutura, assim, não é um critério decisivo para indicar uma determinada área.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar que a concentração das instalações de equipamentos urbanos e comunitários públicos analisados no presente estudo está localizada na malha urbanística do município de Mossoró/RN. Sendo assim, a população dessa área é mais assistida por tais serviços públicos.

No tocante às zonas restritivas por normativas urbanísticas e ambientais, verificou-se que em 32,16% do território do município de Mossoró/RN não é possível o parcelamento do solo. Com relação à zona urbana, foi identificado 73,12% de área inabitável.

As regiões mais propensas ao recebimento de conjuntos habitacionais de interesse social são nos bairros Presidente Costa e Silva, Dix Sept Rosado, Nova Betânia, Dom Jaime Câmara, Rincão, Pintos, Abolição, Redenção, Alagados e Bom Jesus. Já fora dos limites da zona urbana, há espaços em volta dos bairros Santa Delmira, Redenção e Rincão.

Estimula-se a continuação desta pesquisa utilizando o valor de mercado dos terrenos nas áreas apontadas. Outro estudo interessante consistiria em verificar o índice habitacional nas áreas de domínio público sem uso. Ademais, outros critérios com relação a infraestrutura podem ser incorporados, como: iluminação pública, energia elétrica, equipamentos públicos de segurança e um estudo hidrológico mais aprofundado sobre escoamento das águas pluviais.

7 REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

_____. Decreto nº 7.341, de 22 de outubro de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7341.htm>. Acesso em: 10 de abril de 2022.

_____. Lei N.º 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Congresso Nacional.** Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651-12>. Acesso em: 05 de abril de 2022.

_____. Lei Federal n.º 6.766, de 19 dez. 1979. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.**

_____. Lei nº 11.977 de 2009. **Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 2009.

BRIOZO, R. A. **Localização de uma Unidade de Pronto Atendimento-UPA 24h: uma aplicação de método multicritério de tomada de decisão.** 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment – Monograph on Soil and Resource.** Oxford: Claredon, 1989. 194p.

CASTELLO, I. R. **Equipamentos Urbanos, Grupos Hierárquicos, Parâmetros de Localização e características Gerais.** 2013.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de textos, 2018. 160 p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil: 2016 a 2019.** p.117. Disponível em:<http://novosite.fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-DeficitHabitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2022.

GOMES, D. B. F. **Habitação de interesse social em Mossoró/RN: análise do programa minha casa minha vida a partir do conjunto habitacional Américo Simonetti.** XVIII encontro de geógrafos.2016.

GOMES, K. G. A. **Um método multicritério para localização de unidades celulares de intendência da FAB.** Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em:<http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/14984/14984_1.PDF>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

GOMES, M. R.; MARTIN, E. S. **Degradação de áreas verdes urbanas públicas e os fatores de risco para a população: exemplos para a cidade de Natal/RN.** GEOgraphia, v. 19, n. 40, p. 107 - 122, 2017.

HEYWOOD, I.; CORNELIUS, S.; CARVER, S. **An introduction to geographical information systems third edition.** Pearson Education Limited, 2006.p. 426.

INPE, Spring – **Introdução ao Geoprocessamento.** Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em: 08 de maio de 2022

MONTEIRO, A. R.; VERAS, A. T. R. **A questão habitacional no Brasil.** Fortaleza, v. 16, 2017.

MOSSORÓ, Prefeitura Municipal. Lei Complementar nº 012/2006, de 11 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Mossoró e dá outras providências.** Mossoró, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sobre Cidades e Estados** Disponível em < <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html>>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

NUNES JUNIOR, L. F. **Tomada de decisão com múltiplos critérios: Pesquisa-ação sobre o método AHP em pequenas empresas.** 2006, 128p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional) - Universidade de Taubaté - Departamento de Economia, Contabilidade e Administração. Taubaté, SP, 2006.

OSÓRIO, L.; SAULE JUNIOR, N. **Direito à moradia no Brasil.** Relatório Nacional do Projeto de Relatores Nacionais do DhESC. São Paulo (2003).

PARREIRAS, R. O. **Algoritmos evolucionários e técnicas de tomada de decisão em análise multicritério.** 2006.

PITTS, A. **Planning and Design Strategies for Sustainability and Profit: Pragmatic sustainable design on building and urban scales.** Architectural Press, 2004.

RIBEIRO, W. C. Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil. **Script Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidade de Barcelona, v. 14, n. 3, 2010.

RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. **Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil.** Gestão & Produção, v. 20, p. 134-146, 2013.

SAATY, T. L. **Decision making with the analytic hierarchy process.** Int. J. Services Sciences, v. 1, n. 1, 2008. Disponível em: <http://www.colorado.edu/geography/leyk/geog_5113/readings/saaty_2008.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process Second Edition.** Springer, 2012.

SCHMITT, A. **Análise de sensibilidade de diretrizes de traçados geométricos de obras lineares utilizando Análise Multicritério em SIG: estudo de caso em trecho ferroviário.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação de Engenharia Civil. Orientado: Alexandre Hering Coelho. UFSC, Florianópolis, 2016.

WOLFF, C. S. O método AHP revisão conceitual e proposta de simplificação. Cristina Santos Wolff Dissertação. Mestrado em Engenharia Industrial – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.