



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TAÍS REBOUÇAS REIS

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DO POTENCIAL
URBANIZADOR DAS ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ/CE**

MOSSORÓ-RN
2018

TAÍS REBOUÇAS REIS

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DO POTENCIAL
URBANIZADOR DAS ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ/CE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Campus Mossoró como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva – UFERSA-CE

MOSSORÓ-RN

2018

© 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.

R375g Reis, Taís Rebouças.

GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DO POTENCIAL
URBANIZADOR DAS ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ/CE /
Taís Rebouças Reis. - 2018.

46 f. : il.

Orientador: Paulo César Moura da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2018.

1. Análise multicritério. 2. Gestão urbana. 3.
Planejamento ocupacional. 4. Icapuí. I. Silva, Paulo
César Moura da, orient. II. Título.

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.

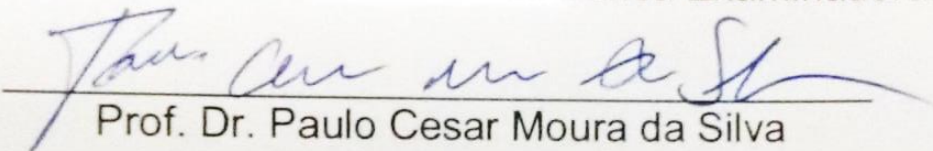
TAÍS REBOUÇAS REIS

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO À ANÁLISE DO POTENCIAL
URBANIZADOR DAS ÁREAS DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ/CE**

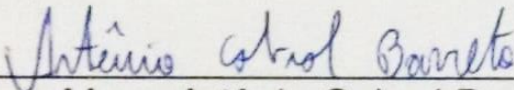
Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.
Campus Mossoró como requisito parcial
para obtenção do título Bacharel em
Engenharia Civil.

APROVADA EM: ____/____/____

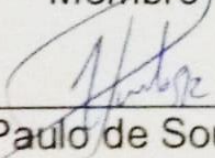
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Cesar Moura da Silva
Presidente



Ms.c. Artênio Cabral Barreto
Membro



Ms.c. João Paulo de Sousa Rebouças
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que é luz, guia e forneceu todos os meios para que esse momento fosse possível.

Agradeço a minha família pelo apoio, paciência e amor. A presença deles tornou a caminhada mais fácil.

Agradeço aos meus colegas de trabalho pela solidariedade, incentivo, paciência e amizade.

Agradeço aos meus amigos, que tornaram a caminhada mais divertida e não me deixaram desistir nunca.

Agradeço a todos os professores que contribuíram com a minha formação.

Agradeço aos membros da banca examinadora pela colaboração e a disponibilidade em apreciarem este trabalho.

Agradeço ao meu orientador Paulo Cesar Moura da Silva por ter aceitado realizar esse trabalho junto comigo e por sempre se apresentar disponível nos momentos de dúvidas.

Por fim, agradeço ao meu namorado Talles Amony, que não me deixou só em nenhum momento, enxugou minhas lágrimas e me incentivou a seguir em frente durante todo o curso.

Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.

Paulo Freire

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo criar um modelo espacial que seja capaz de determinar as áreas mais apropriadas para a urbanização no município de Icapuí através da utilização de um sistema de informações geográficas livres e gratuitas utilizando técnicas de análise multicritério. Essas técnicas de análise multicritério determinam a viabilidade no processo de decisão de um local através da determinação de critérios que influenciam de forma mais ou menos significativa um dado parâmetro facilitando na tomada de decisão. Após esse estudo foi possível aplicar esse método a um conjunto de pontos e gerar um modelo que apresentou os locais mais propícios à urbanização no município de Icapuí de acordo com os critérios selecionados que foram, tipo do solo, tipo de vegetação, declividade do terreno e presença de malha viária, mostrando-se utilizável como uma ferramenta de gestão urbana, principalmente na área de planejamento ocupacional.

Palavras-chave: Análise multicritério, gestão urbana, planejamento ocupacional, Icapuí

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios de análise.....	23
Tabela 2 - Avaliação dos critérios	37
Tabela 3 - Potencial por pontos.....	38
Tabela 4 - Determinação da área de acordo com o potencial de urbanização	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Município de Icapuí-CE.....	22
Figura 2 - Sobreposição mapa municipal adaptado e shape do IBGE	30
Figura 3 - Mapa de declividade de Icapuí	31
Figura 4 - Mapa pedológico de Icapuí	32
Figura 5 - Mapa de vegetação de Icapuí	33
Figura 6 - Malha viária do município de Icapuí.....	34
Figura 7 - Áreas apropriadas para análise	35
Figura 8 - Distribuição dos pontos de análise.....	36
Figura 9 - Modelo de avaliação de áreas para urbanização.....	39

LISTA DE SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

APP – Área de Proteção Permanente

GDEM – *Global Digital Elevation Map*

GNU – *General Public Licence*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

OSGeo – *Open Sourc Geospatial Foundation*

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

USGS – *United States Geological Survey*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1	PROCESSO DE OCUPAÇÃO DE ICAPUÍ	14
3.2	LEGISLAÇÃO SOBRE PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL	14
3.2.1	Lei Federal Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979	15
3.2.2	Lei Federal Nº 12651/2012	15
3.2.3	Lei Orgânica Municipal.....	16
3.2.4	Lei Municipal Nº 540/2010	16
3.3	GEOPROCESSAMENTO	18
3.3.1	Sensoriamento remoto.....	18
3.3.2	SIG.....	19
3.3.2.1	QGIS	20
3.3.3	Análise Multicritério.....	20
4	METODOLOGIA	21
4.1	ÁREA DE ESTUDO	21
4.2	CRITÉRIO PARA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE URBANIZAÇÃO DE UMA ÁREA	22
4.3	OBTENÇÃO DE DADOS.....	24
4.3.1	Fronteiras municipais.....	24
4.3.2	Regiões excluídas da análise	24
4.3.3	Mapa de declividade	25
4.3.4	Mapas de pedologia e vegetação	25
4.4	PROCEDIMENTO DE ANÁLISE	25
4.4.1	Definição dos pontos para análise	25
4.4.2	Crítérios de classificação das áreas	26
4.4.2.1	Declividade.....	26
4.4.2.2	Solo	26
4.4.2.3	Vegetação	27
4.4.2.4	Malha viária	28
4.5	GERAÇÃO DOS MAPAS E INTERPOLAÇÃO DOS DADOS	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1	BANCO DE DADOS	30
5.1.1	Limite municipal.....	30
5.1.2	Mapeamento de declividades	31
5.1.3	Pedologia.....	32
5.1.4	Vegetação	33
5.1.5	Malha viária	34
5.2	ANÁLISE PONTUAL	35
5.2.1	Extração das áreas inapropriadas.....	35
5.2.2	Distribuição dos pontos	36

5.2.3	Ponderação dos pontos	37
5.3	MODELO DE POTENCIAL URBANIZADOR DAS ÁREAS	39
5.4	APLICABILIDADE DO MÉTODO NA GESTÃO PÚBLICA	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
	REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Em municípios pequenos, onde não há a existência de um plano diretor, é comum se observar a ocorrência de vários problemas ligados à ocupação desordenada do solo. Em geral, os problemas estão ligados, entre outras coisas, a construções em áreas de risco, locais de difícil acesso e áreas de proteção ambiental. Limitados pela situação econômica e pela falta de profissionais capacitados, as cidades de pequeno porte apresentam-se carentes em ferramentas que auxiliem na gestão urbana.

Nesse sentido, a criação de um modelo de zonas de urbanização para cidades classificadas como pequenas e médias tem como objetivo determinar métodos e critérios para a resolução dos problemas acima citados. Tal instrumento direcionaria o uso e ocupação do solo, podendo ser utilizado também pelos órgãos de fiscalização municipal.

Icapuí é uma cidade localizada no litoral leste do Ceará, com uma população de aproximadamente 18.000 habitantes, sendo caracterizada, portanto como uma cidade de pequeno porte (IBGE, 2010). A cidade desenvolveu-se quase que de forma linear pela costa e é nessa região onde se concentra grande parte das áreas de proteção permanente e de interesse ambiental e paisagístico. Além disso, o município possui duas áreas de proteção ambiental (APA), a APA da Barra Grande e a APA de Ponta Grossa.

A APA diz respeito a uma unidade de conservação que tem como objetivo proteger e conservar características ligadas à fauna e a flora, além dos aspectos culturais relacionados a uma determinada região, aumentando a qualidade de vida da população e protegendo seus ecossistemas (OECD, 2018).

Considerando esse contexto, foi aplicado no município de Icapuí o método multicritério que tem se mostrado eficaz para a resolução de problemas na área de planejamento urbano (CASTRO et al., 2015). Esse método tem como objetivo estabelecer associação de técnicas de geoprocessamento as áreas mais propícias a processos de urbanização. Essa análise irá possibilitar uma visão a respeito da expansão urbana local, criação ou adequação de novas vias e restrições quanto a construções residenciais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é criar um modelo espacial que determine as áreas mais apropriadas para urbanização no município de Icapuí-CE através da utilização de um sistema de informações geográficas livre e gratuito aplicando técnicas de análise multicritério.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A seguir são mostrados os objetivos específicos que devem ser realizados para se chegar ao objetivo geral.

- Criar uma ferramenta de apoio à administração pública aplicado na gestão urbana municipal;
- Apresentar uma alternativa de baixo custo a ser aplicada no planejamento territorial de cidades de pequeno e médio porte;
- Avaliar a aplicação do geoprocessamento no controle do processo de urbanização de uma cidade do semiárido nordestino.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PROCESSO DE OCUPAÇÃO DE ICAPUÍ

De acordo com Gurgel (2009), a ocupação da região de Icapuí se deu por influência da atividade pecuária desenvolvida nos municípios de Mossoró/RN e Aracati/CE (“charqueadas”, século XVIII). Nesse período, a localidade de Icapuí era caracterizada como distrito do município de Aracati e, destacava-se como centro de distribuição de carne e couro que tinham como principal rota de comércio o caminho entre o sertão e o mar ao longo do Rio Jaguaribe.

Nesse contexto, Icapuí era caracterizado como um dos locais com maior importância como região de passagem para os comerciantes que circulavam entre Aracati e Mossoró, resultando na construção de várias estruturas ao longo dessa região. As primeiras construções feitas foram casebres que tinham como função servir como pontos de apoio para os viajantes oferecendo opções de descanso e alimentação, distribuídos ao longo das margens da via principal de acesso.

De acordo com Freitas Filho (2003), a primeira comunidade a se desenvolver nessa região foi a comunidade de Cajuais, devido principalmente a grande fertilidade de suas terras, ricas em matéria orgânica provinda de ações marinhas. Em 1985, Icapuí deixa de ser distrito de Aracati e passa a se tornar um município independente.

A partir desse ponto, inúmeras obras foram desenvolvidas para a ampliação do município e implementação de vários serviços básicos para a população ali residente. Dentre essas obras destacam-se a construção de escolas, hospital e postos de saúde (GURGEL, 2009).

3.2 LEGISLAÇÃO SOBRE PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL

Em função do seu desenvolvimento social e econômico e o consequente aumento em sua população, as cidades se tornam mais atrativas para a instalação de indústrias e empreendimentos comerciais em seus limites territoriais o que faz com que haja um fluxo maior de pessoas em busca de oportunidades de emprego (FERREIRA et al, 2011).

Essa população se aglomera de forma espontânea em torno da cidade, gerando as favelas. Como um instrumento de orientação e ordenação do espaço urbano surgem as leis e diretrizes para assegurar melhor qualidade de vida a população e ao meio.

3.2.1 Lei Federal Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979

A Lei Federal Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo e dá outras providências, traz em seu artigo 3º (alterado pela Lei nº 9785, de 1999), parágrafo único - Não será permitido o parcelamento do solo:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

3.2.2 Lei Federal Nº 12651/2012

A Lei Federal Nº 12651/2012 dispõe sobre a vegetação nativa e dá outras providências. Nela é possível encontrar as normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de preservação permanente (APP) e as áreas de reserva legal.

O texto que compõe a Lei, em seu artigo 3º, também apresenta conceitos-chaves utilizados nesse trabalho. Sendo estes os conceitos de: manguezal, restinga e APP.

No capítulo II, seção I, artigo 4º temos a delimitação do que é considerado APP. Porém neste trabalho serão consideradas as APP's trazidas pela Lei Municipal 540/2010, tendo em vista que estas devam ser mais restritivas e condizentes com a realidade local.

3.2.3 Lei Orgânica Municipal

Segundo Figueirôa Neto (2012), os municípios tem autonomia para elaborar suas próprias diretrizes, organizando-se e produzindo leis que auxiliem na resolução de problemas locais complementando aspectos existentes na Constituição Federal. Desse modo, a lei orgânica do município é a lei maior do município que reafirma os preceitos fundamentais existentes, organizando o poder local devendo ter conteúdo aberto e respeitar a Constituição Federal e a Constituição Estadual.

É assegurado de acordo com o artigo 1º da Lei Orgânica Municipal de Icapuí, dentre outros direitos, o direito ao meio ambiente equilibrado.

Capítulo III, artigo 11, compete ao município: VIII – elaborar o plano diretor de desenvolvimento integrado; IX – estabelecer normas de edificação, de loteamento, de arruamento e de zoneamento urbano bem como as limitações urbanísticas convenientes à ordenação de seu território; XI – promover adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Capítulo II, do Plano Diretor, seção I, do Plano de Desenvolvimento Local, artigo 120º, I. no tocante ao aspecto físico-territorial, o plano deverá conter disposições sobre sistema viário urbano e rural, o zoneamento urbano, o loteamento urbano ou para fins urbanos, a edificação e os serviços públicos locais.

Capítulo III, do meio ambiente, artigo 209º, VIII. Definir o uso e ocupação do solo, subsolo e águas através de planejamento que englobe diagnósticos, análise técnica, definição de diretrizes de gestão dos espaços com participação popular e socialmente negociada, respeitando a conservação da qualidade ambiental. Artigo 220; são áreas de proteção permanentes: I. os manguezais; II. As áreas de proteção das nascentes dos rios; III. As áreas que abriguem exemplares raros da fauna e da flora, como aquelas que sirvam em local de pouso ou reprodução de espécies migratórias; IV. As paisagens notáveis.

3.2.4 Lei Municipal Nº 540/2010

A Lei Municipal Nº 540 de 29 de dezembro de 2010 cria áreas não edificáveis, de relevante interesse ecológico, ambiental e paisagístico no município de Icapuí e dá outras providências. No artigo 1º tem-se a definição de áreas não edificáveis, de

preservação permanente, de relevante interesse ecológico, ambiental e paisagístico, sendo estas as seguintes:

I - Os sopés das encostas e falésias, em faixas de até 50 (cinquenta) metros de distância;

II – As bordas de tabuleiros, chapadas e falésias, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a (100) cem metros em projeção horizontal, no sentido do reverso das bordas;

III – As encostas ou parte destas, com declividade superior a (100%) cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

IV – As áreas de grande concentração de *Cocos nucifera* e *Coperniciaprunifera* popularmente conhecidos respectivamente por coqueiros e carnaúbas;

V – Os locais alagadiços de refúgio ou reprodução de aves migratórias ou nativas;

VI – Os locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna, ameaçados ou não de extinção, que constem de lista elaborada por órgãos responsáveis do Poder Público;

VII – As restingas:

Em faixa mínima de 33 (trinta e três) metros, medidos a partir da linha de preamar média;

Em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

VIII – As dunas;

IX – Os manguezais, em toda sua extensão;

X – As proximidades das nascentes, em área nunca inferior a 100 (cem) metros do local;

XI – Os parques e reservas legais urbanas;

XII – Os locais de formação lacustre, mesmo que intermitentes;

XIII – ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

- de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

- de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura

3.3 GEOPROCESSAMENTO

Santos (2008) caracteriza geoprocessamento como uma ferramenta de controle e planejamento do meio ambiente e um instrumento de tomada de decisão quando aliado a múltiplas informações do espaço. Para Ferreira (et al. 2011), o geoprocessamento diz respeito a um conjunto de atividades que permitem a aquisição, tratamento e análise de dados espaciais. Costa (2005) apresenta o geoprocessamento como um conjunto de tecnologias que permitem armazenar e representar informações espaciais em ambientes computacionais.

O geoprocessamento permite a análise espacial da superfície, integrando diversas formas de informação e que fornece bases científicas para um plano de desenvolvimento urbano (FARINA, 2006). Além disso, Farina (2006) e Costa (2005) mostram que, associados ao geoprocessamento estão o sensoriamento remoto, que permite processar imagens espaciais, obter dados quantitativos e análise temporal, e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) responsável por integrar informações do sensoriamento remoto com outras ferramentas, permitindo a criação de um modelo do mundo real com dados de natureza diversa, direcionados a uma aplicação específica.

Esses dois elementos fazem com que essa ferramenta apresente aplicações nas mais diversas áreas de planejamento e gestão de recursos naturais.

3.3.1 Sensoriamento remoto

Segundo Costa (2005), o sensoriamento remoto é qualquer processo pelo qual uma informação pode ser coletada a respeito de uma área, fenômeno ou objeto sem o contato direto com ele. Esses dados são coletados de forma contínua através da utilização de softwares específicos com o uso de sensores o que faz com que os resultados possam ser integrados de forma mais rápida devido ao formato digital das imagens obtidas (EASTMAN, 1998).

Entre as características mais importantes existentes nas imagens obtidas por satélite pode-se destacar a sua alta resolução, característica essa que pode ser classificada em quatro tipos principais: resolução espectral, resolução espacial, resolução radiométrica e resolução temporal (COSTA, 2005).

Segundo Costa (2005), a resolução espectral pode ser classificada como o número e a largura de bandas do espectro eletromagnético, a resolução espacial está ligada a menor área observada instantaneamente da superfície terrestre por cada sensor, enquanto a resolução radiométrica é definida como o nível de quantização registrado pelo sistema sensor e a resolução temporal corresponde ao intervalo entre duas passagens pelo mesmo local do satélite que está em análise.

Segundo Eastman (1998), o principal tipo de sensor utilizado no sensoriamento remoto são os sensores multiespectrais, já que nas análises computacionais, o principal parâmetro observado é o padrão de resposta espectral influenciado principalmente pela cor. Desse modo, o sinal pode ser mais bem interpretado utilizando a localização específica das bandas espectrais existentes nesses sensores, fazendo com que essa técnica de obtenção de dados através do sensoriamento remoto seja a principal fonte de dados para os SIGs.

3.3.2 SIG

Foi visto anteriormente que o geoprocessamento corresponde a um conjunto de ferramentas destinadas ao processamento de dados espaciais. Dentre essas ferramentas está o SIG. O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é responsável por realizar análises complexas, integrar dados e criar um banco de dados georreferenciados.

Eastman (1998) define SIG como sendo um sistema auxiliado por computador destinado a aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos. O SIG é responsável por integrar informações do sensoriamento remoto com outras ferramentas, permitindo a criação de um modelo do mundo real com dados de natureza diversa, direcionados a uma aplicação específica (FARINA, 2006).

Esse sistema é composto basicamente pelo usuário, o próprio sistema, o banco de dados e o mundo real. O usuário é o componente externo que utiliza a ferramenta, a fim de atender seu objetivo. O sistema diz respeito à ferramenta que

permitirá a entrada, análise e manipulação dos dados e a geração de produtos. O banco de dados registra, organiza e armazena a informação. O mundo real são todos os objetos geográficos que compõe a superfície da Terra, representados através de atributos (EASTMAN, 1998).

3.3.2.1 QGIS

O QGIS é um *software* livre, ou seja, é um SIG gratuito que possui seu código fonte aberto licenciado de acordo com a Licença Pública Geral (GNU). O mesmo é um projeto da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e pode ser utilizado nos sistemas operacionais *Linux*, *Windows*, *Mac OSX*, *Unix*, e *Android* (QGIS, 2018).

3.3.3 Análise Multicritério

Segundo Silva (2004), análise multicritério é um processo de decisão utilizado para avaliar as áreas que mais se adequam a um estudo proposto em um espaço geográfico. Esse método envolve a escolha de alternativas que são baseadas em um conjunto de critérios selecionados, através dessa análise é possível determinar prioridades que influenciam de forma mais significativa a tomada de decisões e a formulação de recomendações.

A análise multicritério pode ser dividida em duas técnicas básicas, a análise booleana que combina os critérios através da utilização de operadores lógicos, e a análise de combinação ponderada onde todos os critérios são normalizados utilizando uma escala específica e agregados a partir de um conjunto de pesos. (JIANG & EASTMAN, 2000).

Segundo Eastman (1995), na análise multicritério, o critério equivale a uma condição capaz de ser avaliada e quantificada. Os critérios podem ser divididos em fatores, que possibilita aumentar ou diminuir a aptidão de uma alternativa e, restrições capazes de limitar as alternativas que são consideradas durante a análise.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho consiste em definir as zonas com maior potencial de urbanização no município de Icapuí por meio de geotecnologias associadas ao método de análise multicritério.

Nesse tópico serão descritos todos os procedimentos necessários para a realização dessa pesquisa.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

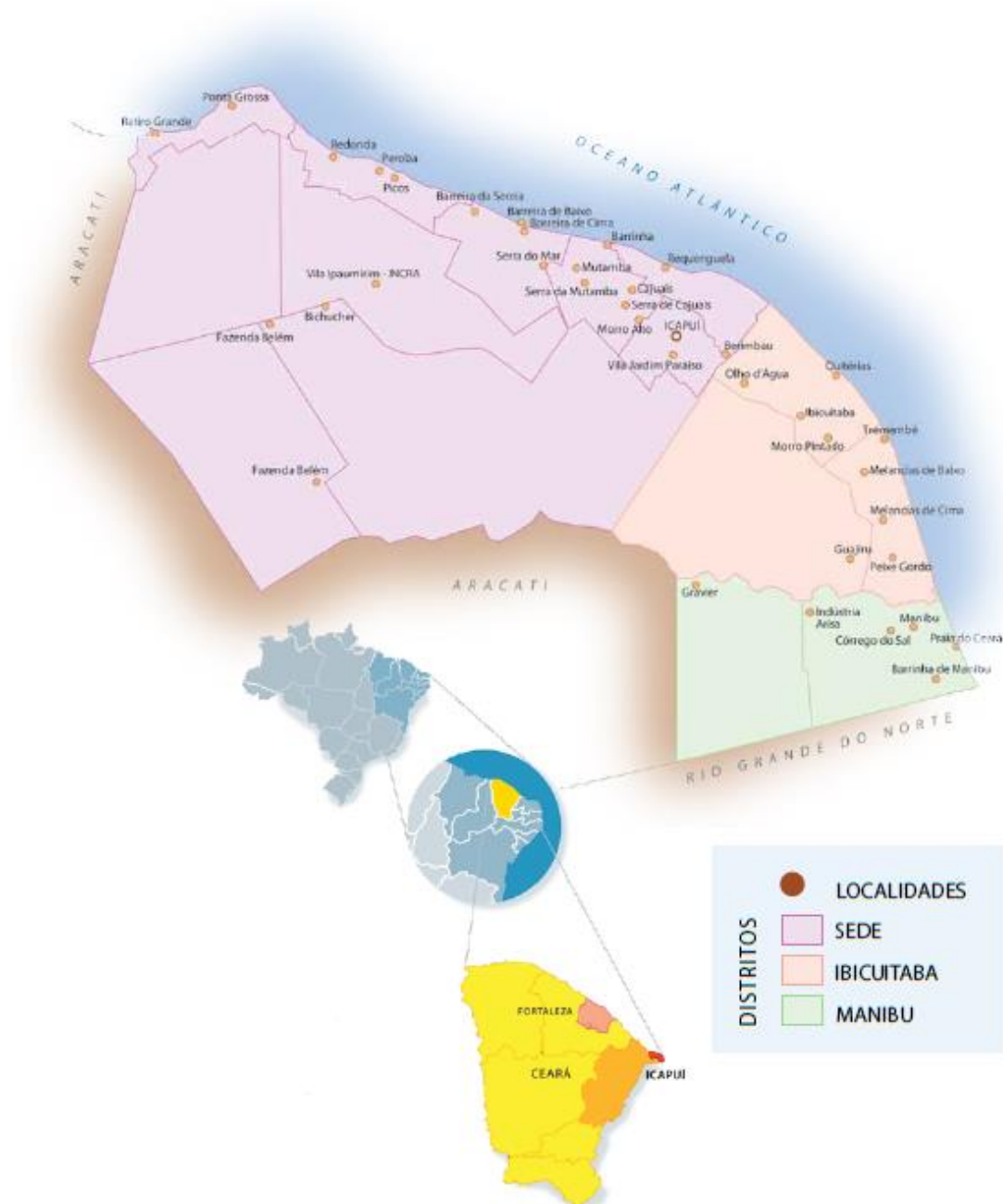
Icapuí é um município localizado no litoral leste do Ceará, inserido na microrregião do baixo Jaguaribe. Possui uma área territorial de 423,448 km², com uma população estimada de 19.685 habitantes (IBGE, 2017).

O município atualmente encontra-se dividido em 3 distritos: Icapuí (Sede), Ibicuitada e Manibú. De acordo com Santos (2014), as principais fontes de renda se destacam em torno de atividades que envolvem recursos naturais, sendo estas: extração de sal, pesca, carcinicultura, piscicultura, agricultura e turismo. Segundo o censo do IBGE (2010) apenas 31,47% da população é residente da zona urbana.

A cidade possui clima tropical quente semiárido, com período chuvoso concentrado entre os meses de fevereiro e maio. Icapuí está inserida no bioma caatinga e sua vegetação é composta pelo ecossistema manguezal, na região de praia; matas de tabuleiro, que abrangem boa parte do município; e a formação de floresta mista dicótilo-palmácea, nas áreas mais úmidas e de influência marinha (MEIRELES e SANTOS, 2012).

Na Figura 01 é possível ver a posição geográfica do município e sua divisão distrital.

Figura 1 - Município de Icapuí-CE.



Fonte: MEIRELES e SANTOS, 2012.

4.2 CRITÉRIO PARA DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE URBANIZAÇÃO DE UMA ÁREA

Considerando a proposta de investigações de áreas propícias a processos de urbanização foram considerados quatro critérios básicos referentes à determinação

do potencial de urbanização da área em análise, sendo eles: o tipo de solo, a vegetação, a declividade e o sistema viário.

Na vegetação foram observados os tipos de vegetação presentes no município e o grau de fragilidade de cada uma. Quanto à declividade, foi analisado o percentual de inclinação das regiões do município enquanto que, nas vias de acessos os métodos de análise basearam-se nas relações entre proximidade e presença de vias. Para a análise do solo, ponderaram-se os tipos de solo de acordo com seu potencial para construções.

Na Tabela 1 é possível observar o valor atribuído para os pesos que se relacionam com cada um dos critérios estudados, onde quanto maior o peso maior o potencial para urbanização apresentado para essa área.

Tabela 1 - Critérios de análise.

Critérios	Descrição	Peso
Vegetação	Culturas permanentes em savana-estépica	4
	Contato savana-estépica/formação pioneira	3
	Savana-estépica arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria	2
	Formação pioneira com influência marinha herbácea	1
Declividade	Menor ou igual a 10%	3
	Entre 10% e 20%	2
	Entre 20% e 30%	1
	Maior ou igual a 30%	0
malha viária	Rodovia federal	6
	Rodovia estadual	5
	Estrada municipal	4
	Estrada de barro	3
	Caminho	2
	Nenhuma	1
Solo	Neossolo quartzarênico órtico	4
	Neossolo quartzarênico órtico solódico	3
	Latossolo amarelo eutrófico	2

	Gleissolo sálico sódico	1
--	-------------------------	---

Fonte: Autoria própria, 2018.

4.3 OBTENÇÃO DE DADOS

Todos os dados coletados para a realização dessa pesquisa foram obtidos de forma indireta, sem a realização de visita em campo. Essa decisão foi baseada na proposta inicial da realização de uma análise simplificada e de baixo custo.

Os materiais de base, em geral, apresentavam necessidade de adequação para sua aplicação. Essas alterações necessárias serão descritas nos tópicos a seguir.

4.3.1 Fronteiras municipais

Primeiramente foi obtido o *shape* de delimitação da cidade por meio da página do IBGE. Por apresentar algumas divergências de limites com a faixa de praia foi realizada uma adaptação do mapa. Para essa tarefa criou-se um novo polígono com o auxílio do *software Google Earth®*.

4.3.2 Regiões excluídas da análise

Algumas áreas mesmo apresentando uma boa avaliação pelo método escolhido apresentavam-se inviáveis para o processo de urbanização. Sua inaplicabilidade para tal fim se deu por motivos legais, fragilidade ambiental, presença de atividades agrícolas, salineiras e de carcinicultura.

Assim, foram criados polígonos por meio do *Google Earth®* que contornaram áreas de dunas, falésias, salinas, carciniculturas, monocultura de caju, a região ocupada pela Agrícola Famosa, o centro urbano e o curso hídrico do Rio Arrombado. Para a preamar, foi feita uma camada vetorial de linha para contorná-la.

No polígono do Rio Arrombado foi realizado um *buffer* de 100 m para a proteção das suas margens. No caso da preamar, o *buffer* realizado foi de 33 m por se tratar de uma área de restinga protegida por lei. Os *buffer* foram realizados através de ferramenta de *buffer* no menu Vetor do Qgis.

4.3.3 Mapa de declividade

Para a geração do mapa de declividade foram utilizadas imagens GDEM – *Global Digital Elevation Model*, com pixel de 30 metros disponível pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey* – USGS).

A imagem coletada foi manipulada no Qgis, onde foi recortada a camada municipal e no menu Raster realizou-se análise MDE. Para facilitar a visualização das declividades nos intervalos de interesse, foi feita a renderização do mapa pela banda simples falsa-cor.

4.3.4 Mapas de pedologia e vegetação

As informações georreferenciadas a respeito dos tipos de solo e vegetação foram obtidas através da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). As duas camadas, tanto a de vegetação quanto a de pedologia estavam disponíveis apenas a nível regional, no caso, para a região do Baixo Jaguaribe. Dessa forma, foi realizado o recorte das camadas no contorno dos limites municipais.

4.4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

A análise dos dados iniciou-se com a migração dos *shapes* obtidos para o QGIS 2.18, onde esses arquivos foram integrados. Em seguida, foram realizados *buffers* de distâncias específicas para os terrenos de marinha e as margens dos cursos hídricos. Essas distâncias respeitaram os limites impostos pela legislação citada no tópico 2.2.4: 33 metros da preamar média; foi considerado 100 metros em toda a margem do rio Arrombado por uma questão de precaução.

4.4.1 Definição dos pontos para análise

Tendo por objetivo uma distribuição homogênea, os pontos foram definidos de forma aleatória em toda a área restante, após a eliminação das regiões onde não existe a possibilidade de urbanização. Essa etapa consistiu na distribuição de 33 pontos, com área de influência de 300 m, obtida por meio de *buffer* realizado no Qgis 2.18.20.

4.4.2 Critérios de classificação das áreas

Abaixo serão vistos os critérios utilizados para a classificação das áreas em regiões com potencial para urbanização.

4.4.2.1 Declividade

A declividade é a inclinação do terreno em relação ao plano horizontal. Pode ser entendido também como a diferença de altura entre dois pontos em relação à distância horizontal entre esses pontos (AMBDATA, 2018).

De acordo com a Lei Federal Nº 6766/1979, alterada pela Lei Nº 9785/1999, não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo exceções permissíveis pela lei. A Lei Municipal Nº 540/2010 trata como área de proteção permanente as encostas ou parte destas, com declividade superior a 100%.

Considerando o exposto nas leis acima citadas foram determinados os pesos para esse critério, tendo como limite as declividades maiores ou iguais a 30%. Por se tratar de áreas com potencial para urbanização se levou em consideração que quanto menor a declividade, mais plano o local e por tanto, mais interessante para fins de ocupação urbana.

4.4.2.2 Solo

Pela ótica dos conhecimentos da engenharia civil, solo é todo material encontrado na superfície terrestre possível de ser escavado por picareta, pá, escavadeira e ferramentas semelhantes, de modo que não seja necessário a utilização de explosivos (VARGAS, 1978). Para esse trabalho, o solo será tratado como o material de base para construções de obras urbanas.

Além dos conceitos mostrados acima, para a avaliação desse critério foi realizado um levantamento dos tipos de solos presentes na área estudada e assim, a partir de suas características, foram atribuídas notas de acordo com a potencialidade do solo para o uso proposto.

Os tipos de solo de Icapuí foram obtidos a partir do banco de dados da INDE e estes são: neossolo quartzarênico órtico típico, neossolo quartzarênico órtico solódico, latossolo amarelo eutrófico e gleissolo sálico sódico.

Os neossolo quartzarênicos são solos que ocorrem geralmente em relevo plano ou de ondulação suave. Possuem textura arenosa e cor amarelada. Apresentam baixos teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes. A classificação no terceiro nível do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) como órtico sugere que o solo não apresenta restrição ao uso e manejo. Classificados no quarto nível do SiBCS como solódicos indica que podem causar toxidez às plantas mais sensíveis ao sódio. Os típicos, em seu quarto nível de classificação, não apresentam nenhuma restrição. (ALMEIDA et al., 2018).

Os Latossolos amarelos são compostos por materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares. Apresentam boas condições, boa permeabilidade e boas condições físicas de retenção de umidade. Em geral, encontram-se em locais de relevo plano ou suavemente ondulado, o que favorece sua aplicação na agricultura. A classificação como eutróficos no terceiro nível de classificação do SiBCS indica solos de alta fertilidade (SANTOS et al., 2018).

Gleissolos sálicos em geral estão associados à presença de mangues e baixos cursos de rios nordestinos. Apresentam locais com elevada concentração de sais, o que deixa o solo exposto. Devida essa alta concentração de sais, praticamente não apresenta potencial agrícola, sendo indicação para preservação ambiental. Apresentados como sódicos no terceiro nível categórico do SiBCS implicam em solos tóxicos à maioria das plantas (SANTOS et al., 2018).

4.4.2.3 Vegetação

Assim como em relação aos tipos de solo, o mapa contendo os tipos de vegetação e sua distribuição no município foi obtido através do banco de dados provenientes da INDE. Os tipos de vegetação que compõem o município são: formação pioneira com influência marinha herbácea, cultura permanentes em savana-estépica, contato savana-estépica/formação pioneira e savana-estépica arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria.

A formação pioneira com influência marinha herbácea acontece em comunidades associadas a condições ambientais extremas, caracterizado pela

constante ação das marés, ventos e condições pedológicas desfavoráveis, que ocorre geralmente sobre os seguintes tipos de solos, neossolos, quartzarênicos e espodossolos. Se desenvolve a medida que adentra ao continente tanto do grau florístico quando do estrutural até quando adquire um aspecto florestal, faz a transição entre o manguezal e a floresta Ombrólia Densa, também conhecida como restinga (RODERJAN et al., 1988).

A denominação savana-estépica denomina tipologias vegetais campestres que possui um estrato lenhoso espinhoso e decidual distribuindo-se por várias áreas da região brasileira, destacando-se as áreas do sertão árido do nordeste caracterizado pela Caatinga que possui clima basicamente marcado por períodos secos (RODERJAN et al., 2002).

A savana-estépica arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria estrutura-se em dois estratos básicos; o arbustivo-arbóreo superior, semelhante ao da Savana-estépica e o gramíneo-lenhoso. As principais flores que se destacam nesse tipo de vegetação são *Spondia tuberosa* Arruda, a *Commiphora leptophloeos* e além de várias espécies do gênero *mimosa*.

Analizando a cobertura vegetal de Icapuí, foi possível atribuir notas de acordo com as suas características, onde quanto maior a fragilidade e relevância ambiental para a manutenção do ambiente natural, menos interessante a área se torna para o processo de urbanização.

4.4.2.4 Malha viária

No que diz respeito à malha viária, a pontuação de relevância está relacionada à presença ou não dessas instalações. Para a verificação da presença de vias nas proximidades das áreas de amostra foi utilizado o Open Street Map, *plug-in* adicionado ao Qgis. Através desse *plug-in* foi obtida uma camada contendo a malha viária municipal.

4.5 GERAÇÃO DOS MAPAS E INTERPOLAÇÃO DOS DADOS

A partir dos critérios estabelecidos na Tabela 1, foram atribuídas as respectivas notas para cada ponto, de acordo com as suas características. Essa

nota foi obtida pelo somatório dos pesos referentes ao solo, vegetação, malha viária e declividade.

Com o objetivo de estabelecer uma relação de proporção percentual do potencial urbanizador da área, com relação aos critérios preestabelecidos, realizou-se uma regressão linear do tipo:

$$Y = aX + b$$

Sendo $X_{max} = 17$ e $X_{min} = 3$

Os valores obtidos com a equação acima foram adicionados à tabela de atributos do *shape* de pontos amostrais. Essa etapa permitiu a utilização da ferramenta de interpolação presente no menu *raster*.

Para facilitar a visualização das áreas, foi utilizado o *Slicer*. Esse plug-in permitiu fatiar o modelo interpolado em três partes que foram caracterizadas como boa, média e ruim.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

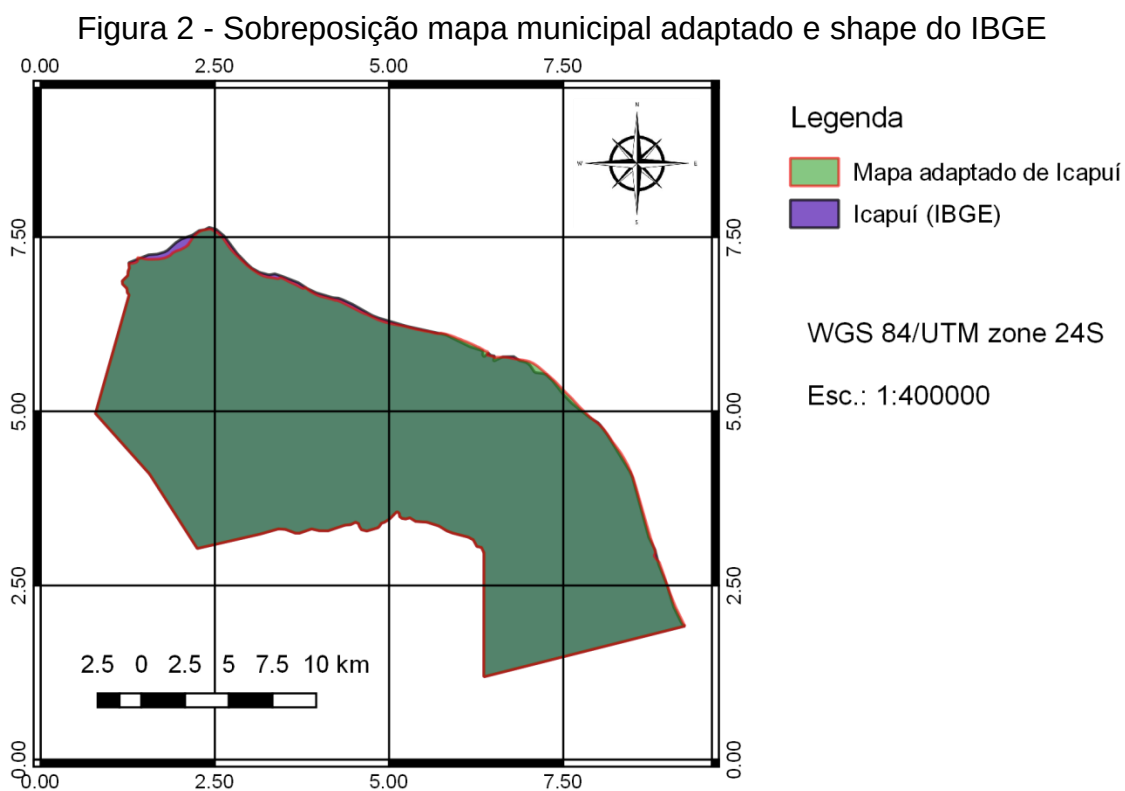
5.1 BANCO DE DADOS

Para a realização desse trabalho foi criado um banco de dados georreferenciados. Esses dados foram coletados a partir de plataformas governamentais e processados com o auxílio dos Qgis e *Google Earth*.

A base de dados gerada contou com *shapes* de limites municipal, pedologia do Baixo Jaguaribe, vegetação do Baixo Jaguaribe e modelo digital de elevação.

5.1.1 Limite municipal

A delimitação do município de Icapuí foi obtida por *shape* disponibilizado pelo IBGE. Porém, foi necessária a adaptação para o alinhamento da linha de costa. O mapa adaptado pode ser observado na Figura 02 abaixo:

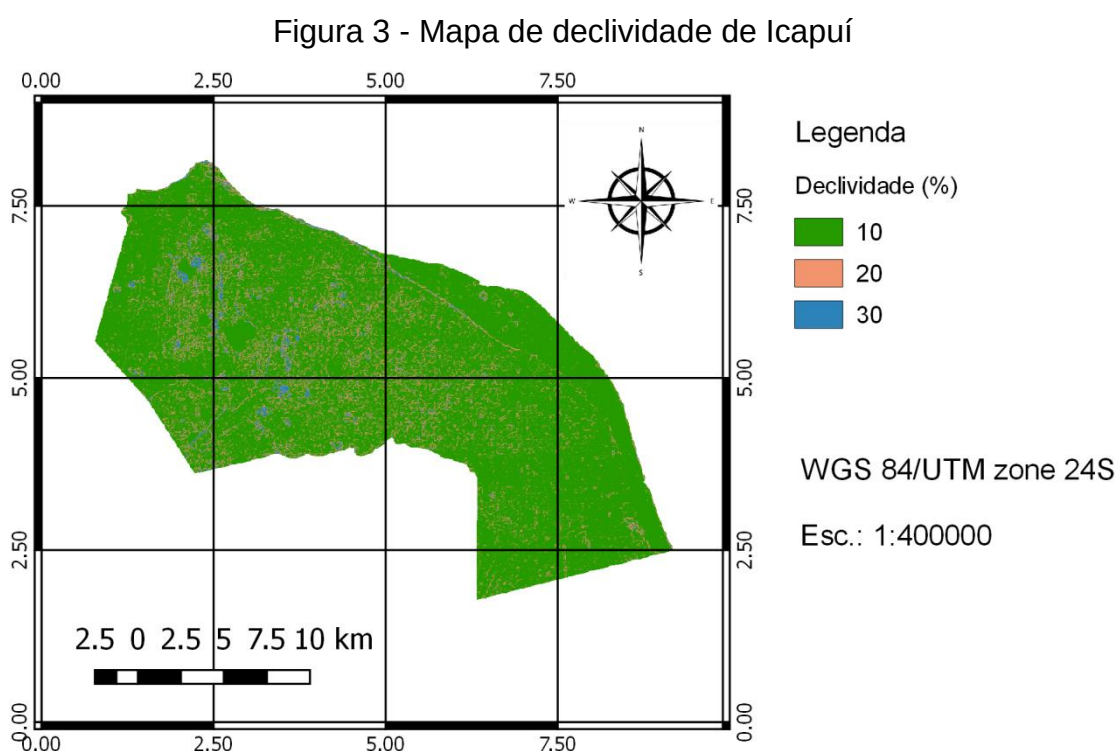


Fonte: Autoria própria, 2018.

5.1.2 Mapeamento de declividades

A geração do mapa de declividades foi feita através do processamento de um modelo digital de elevação utilizando o software Qgis. Para facilitar a análise da declividade para ponderação desse critério as faixas de declividade com peso 3 foram coloridas de verde, as de peso 2 com a coloração pêssego e as faixas de peso 1 foram tonalizadas de azul.

Como resultado foi obtido o mapa abaixo representado pela Figura 03.



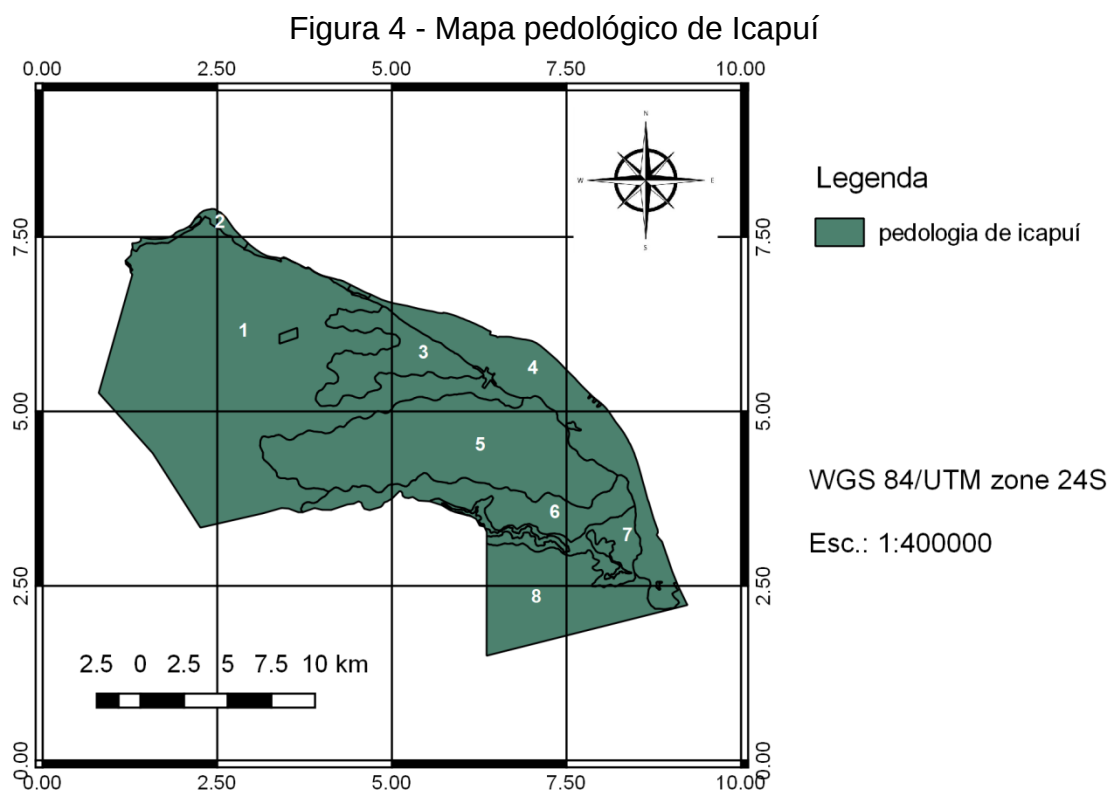
Fonte: Autoria própria, 2018.

A partir do mapa visto na Figura 03 é possível observar que na faixa costeira de praia o município apresenta terrenos mais planos, ao ponto que nas bordas e ao se interiorizar no tabuleiro litorâneo as declividades mostram-se mais acentuadas.

Essas áreas com percentuais mais altos de declividade apresentam locais mais acentuados, o que implica em custos elevados relacionados a um aplainamento para obras de infraestrutura e moradias.

5.1.3 Pedologia

A pedologia do município de Icapuí foi obtida a partir do recorte da camada contendo a pedologia de toda a região do Baixo Jaguaribe, como pode ser vista na Figura 04.



Fonte: Adaptado da INDE, 2018.

Na Figura 04 é possível observar as delimitações dos tipos de solo utilizados para compor a base de dados para análise. Dentre os solos apresentados por essa representação, destacam-se os seguintes solos:

Neossolo quartzarênico órtico típico (1, 2, 3, 5) que corresponde a maior parte do município. Encontrado principalmente na parte superior do tabuleiro litorâneo.

Neossolo quartzarênico órtico solódico (4) encontrado na parte baixa do município, região da costa praieira. O centro da cidade e os principais bairros foram erguidos nesse tipo de solo.

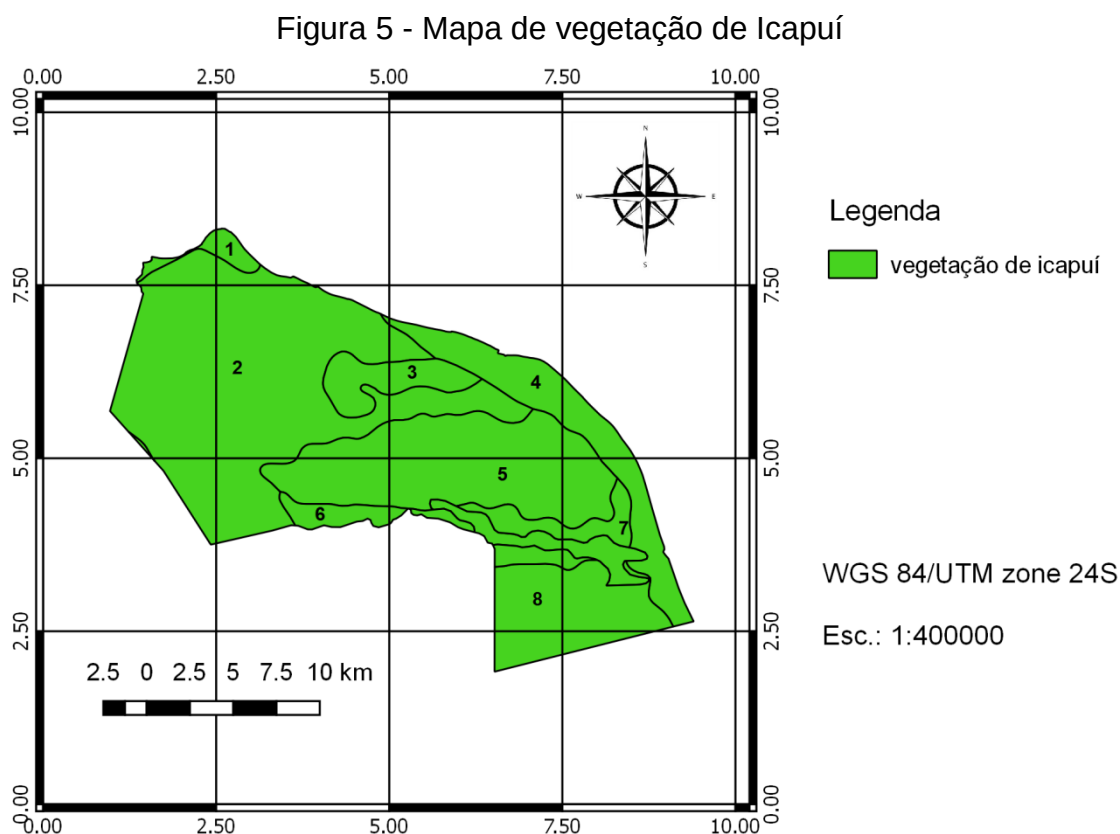
Latossolo amarelo eutrófico (6, 8), solo localizado próximo à divisa da cidade com o Rio Grande do Norte. Por suas características esse solo atrai interessados em culturas agrícolas.

Gleissolo sálico sódico (7) é presente na região onde encontram-se as salinas, viveiros de carcinicultura e nas mediações do Rio Arrombado.

5.1.4 Vegetação

Assim como os dados de pedologia, a vegetação foi obtida por meio de mapa disponível na INDE. A vegetação municipal por ele apresentada é composta por: culturas permanentes em savana-estépica, contato savana-estépica/formação pioneira, savana-estépica arborizada sem palmeiras e sem florestas-de-galeria e formação pioneira com influência marinha herbácea.

A distribuição espacial da vegetação pode ser observada na Figura 05 abaixo.



Fonte: Adaptado da INDE, 2018.

Como mostra a Figura 05, a formação pioneira com influência marinha herbácea (1, 4) corresponde a grande parte das regiões de praia. O tabuleiro litorâneo é composto pelas culturas permanentes em savana-estépica (2) (presentes

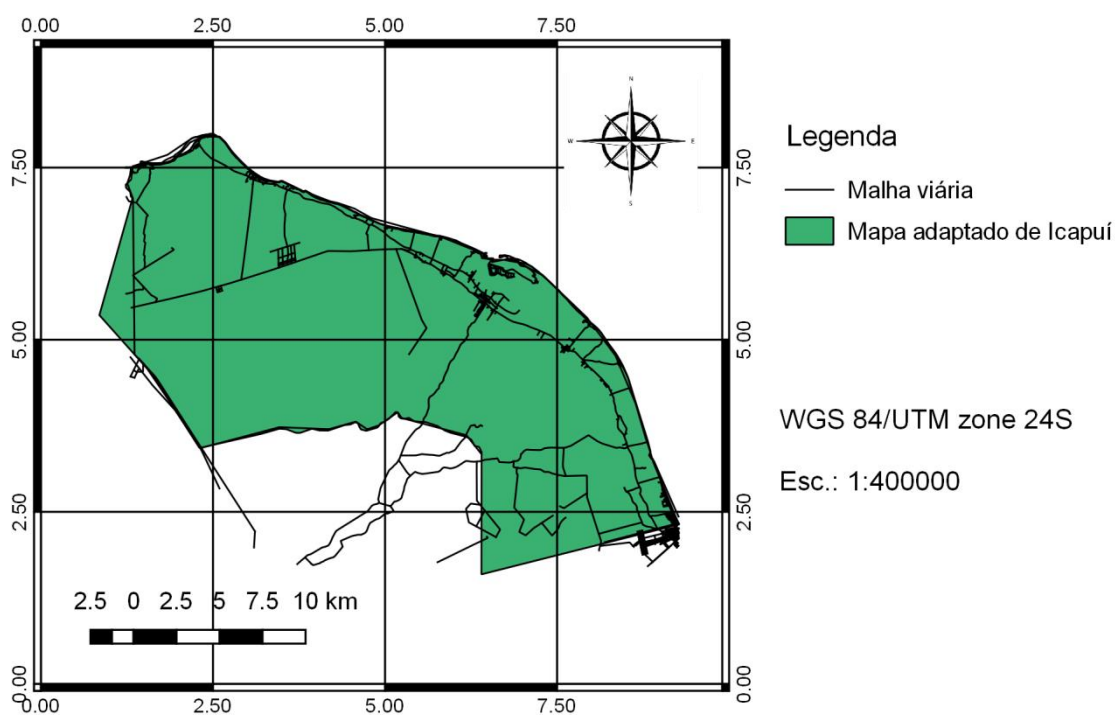
também é uma pequena porção do litoral) e uma vegetação de contanto savana-estépica/formação pioneira (3, 5).

A savana-estépica arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria (6, 7, 8) encontra-se em áreas de influências do Rio Arrombado e em solo com características mais argilosas.

5.1.5 Malha viária

A malha viária foi obtida pelo Open Street Map, *plug-in* intalado no Qgis que gerou o shape visualizado na Figura 06. Para a análise desse critério foram levadas em consideração as características das vias e quais delas se apresentavam mais próximas aos pontos analisados.

Figura 6 - Malha viária do município de Icapuí



Fonte: Open Street Map, 2018.

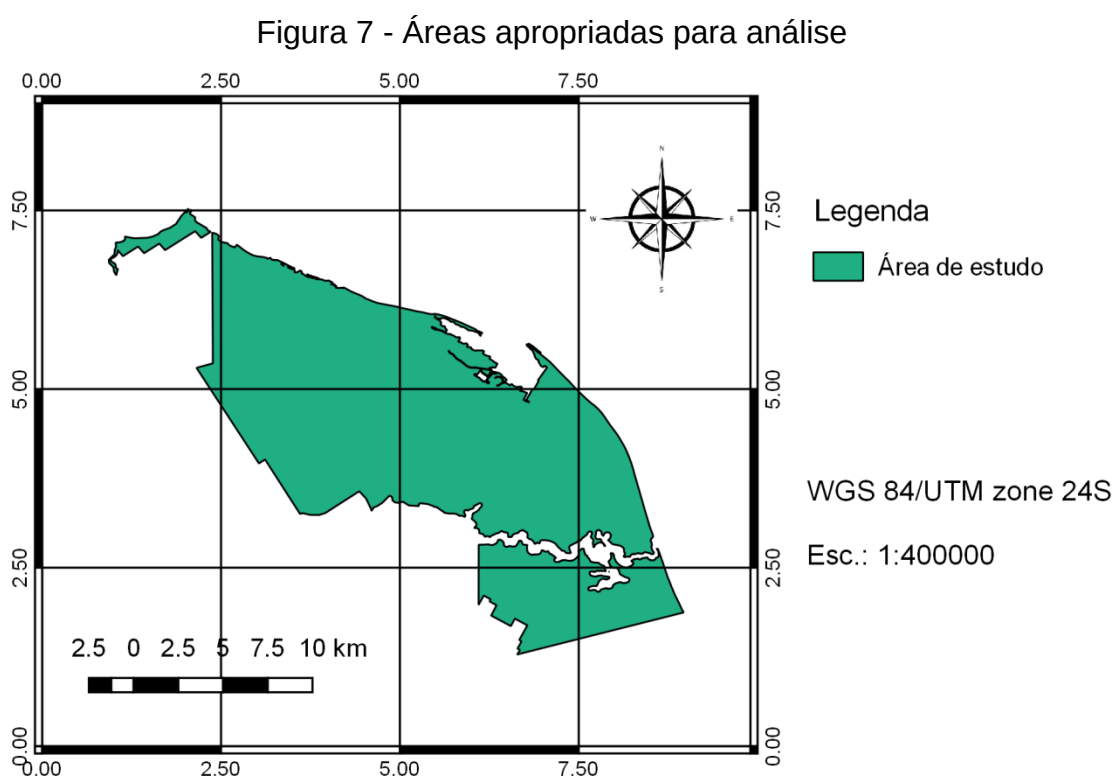
5.2 ANÁLISE PONTUAL

5.2.1 Extração das áreas inapropriadas

Em uma análise prévia foi observado que o município apresentava áreas que, por motivos legais e ambientais, se mostraram inapropriadas para um eventual processo de urbanização. Por esse motivo, foi feita a retirada dessas regiões da camada de análise.

As dunas, falésias, restinga e a hidrografia foram retiradas da análise por observância da Lei Municipal 540/2010, exposta no Tópico 2.2.4. As culturas agrícolas, as salinas e as áreas ocupadas pela carcinicultura foram excluídas por se tratarem de propriedades particulares já em uso. O centro urbano foi retirado por já se apresentar urbanizado.

Na Figura 07 é possível observar o mapa gerado após a eliminação das áreas inapropriadas para fins de urbanização.

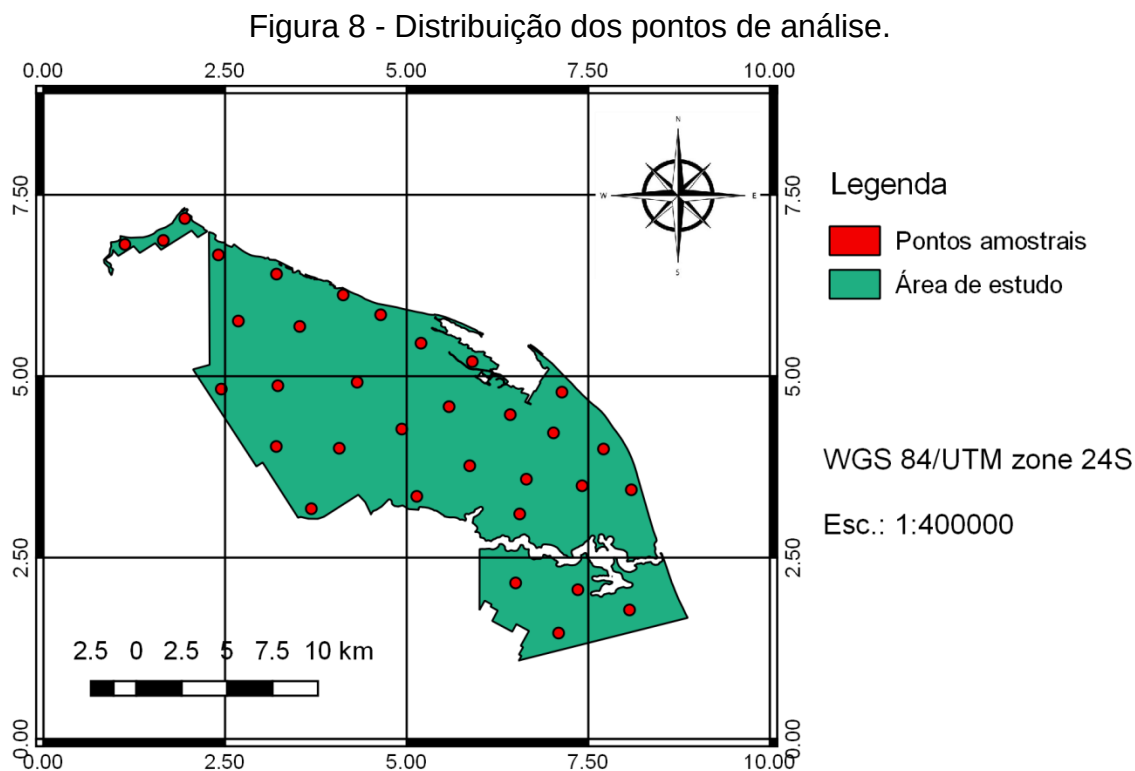


Fonte: Autoria própria, 2018.

Após a retirada dessas zonas que não podem ser expostas a processo de urbanização, a área total do município de 422,509 km² foi reduzida para uma área de análise de 290,509 km², o que faz com que a área de análise seja equivalente a, aproximadamente, 68% da área total do município.

5.2.2 Distribuição dos pontos

A distribuição dos pontos foi realizada com o objetivo de possuir pontos em todas as regiões do município, abrangendo assim uma maior quantidade de características diferentes possuindo, assim, mais representatividade nos resultados. Essa distribuição pode ser vista na Figura 08.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Como é possível observar através da análise da Figura 08, os 33 pontos estão distribuídos em todo o território da área de análise, ou seja, a área onde é possível criar condições para urbanização.

5.2.3 Ponderação dos pontos

Para a aplicação do método multicritério, foi realizada a ponderação das características dos pontos amostrais. Essa etapa consiste em atribuir valores quantitativos às características de solo, declividade, vegetação e localização estratégica dos pontos analisados. O resultado dessa ponderação pode ser visto através da Tabela 02 abaixo:

Tabela 2 - Avaliação dos critérios

Pontos	Vegetação	Declividade	Solo	Malha viária	Somatório
1	3	3	4	3	13
2	1	3	4	4	12
3	2	3	2	3	10
4	3	3	4	2	12
5	3	3	4	5	15
6	2	3	2	3	10
7	2	2	2	2	8
8	1	3	3	5	12
9	4	2	3	4	13
10	4	3	4	5	16
11	1	3	3	5	12
12	4	3	4	2	13
13	4	3	4	4	15
14	4	3	4	2	13
15	4	3	4	4	15
16	1	3	4	3	11
17	3	3	4	5	15
18	4	1	4	2	11
19	1	3	3	2	9
20	3	2	4	2	11
21	2	2	2	3	9
22	3	3	4	2	12
23	2	3	2	3	10

24	1	3	3	4	11
25	3	3	4	5	15
26	4	2	4	2	12
27	4	2	4	5	15
28	3	3	4	2	12
29	3	2	4	1	10
30	3	1	4	2	10
31	2	3	2	3	10
32	4	1	4	4	13
33	2	3	2	3	10

Fonte: Autoria própria, 2018.

De acordo com os limites definidos para os pesos, foi possível estabelecer uma escala de valores que possui o valor 3 como o valor mínimo e 17 como o valor máximo. Para uma melhor compreensão do cenário municipal foi realizada uma regressão linear como o objetivo de transformar as notas de cada ponto em percentuais que indicassem o quão propício as áreas se mostram para a urbanização em torno desse ponto. Os resultados obtidos pela regressão linear estão indicados na Tabela 03.

Tabela 3 - Potencial por pontos

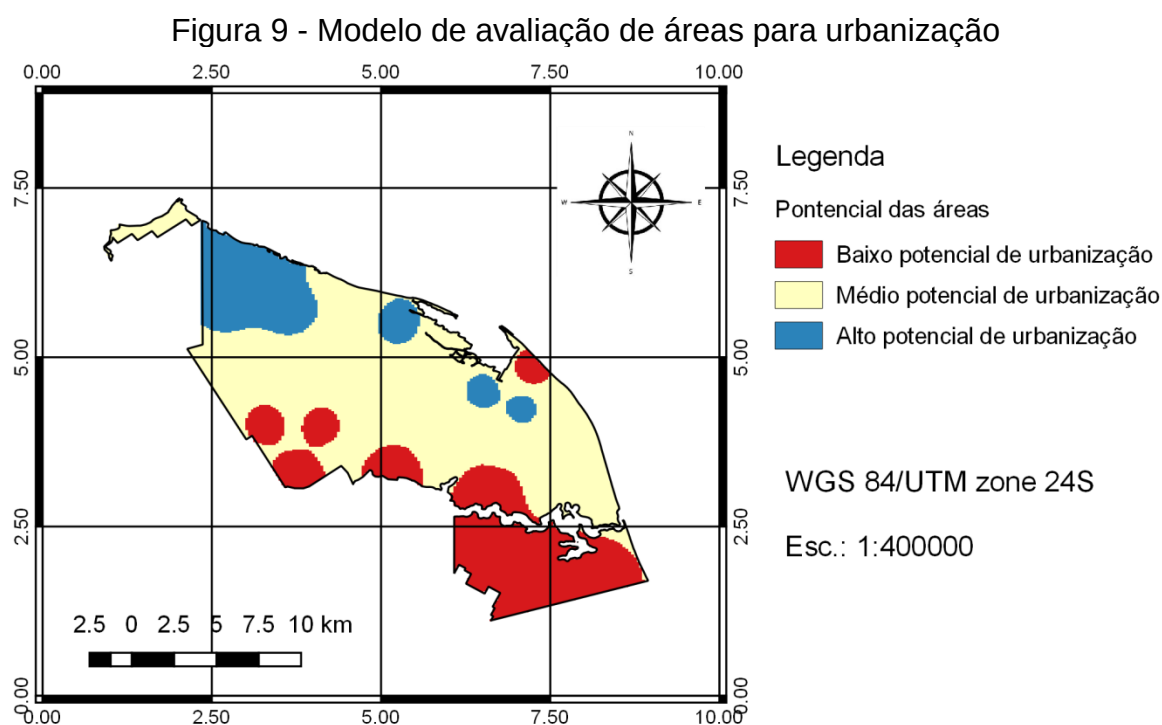
Pontos	Σ	Pontos	Σ	Pontos	Σ
1	71,43%	12	71,43%	23	50,00%
2	64,29%	13	85,71%	24	57,14%
3	50,00%	14	71,43%	25	85,71%
4	64,29%	15	85,71%	26	64,29%
5	85,71%	16	57,14%	27	85,71%
6	50,00%	17	85,71%	28	64,29%
7	35,71%	18	57,14%	29	50,00%
8	64,29%	19	42,86%	30	50,00%
9	71,43%	20	57,14%	31	50,00%
10	92,86%	21	42,86%	32	71,43%
11	64,29%	22	64,29%	33	50,00%

Fonte: Autoria própria, 2018.

5.3 MODELO DE POTENCIAL URBANIZADOR DAS ÁREAS

Com a avaliação pontual das áreas estudadas foi realizado o processo de interpolação para expansão desses valores em toda a região analisada. Segundo Andriotti (2005), a interpolação é um método matemático que tem a função de estimar valores de uma grandeza em locais onde a amostragem não foi feita em função dos valores existentes nos locais onde a amostragem foi feita.

O processo de interpolação utilizado foi o do inverso da distância ponderada que associa a variabilidade de um dado baseado na distância existente entre os pontos, esse processo gerou a camada representada na Figura 09, onde a cor azul representa as áreas com maior potencial, a vermelha menor potencial e em amarelo são as áreas com potencial mediano. O percentual ocupado por cada área pode ser observado na Tabela 04.



Fonte: Autoria própria, 2018.

Tabela 4 - Determinação da área de acordo com o potencial de urbanização

Classe	Área	(%) ocupado
Alto potencial de urbanização	43,26 km ²	15%
Médio potencial de urbanização	173,92 km ²	60%
Baixo potencial de urbanização	73,78 km ²	25%

Fonte: Autoria própria, 2018.

A partir desse modelo é visto que de acordo com os critérios utilizados, as regiões mais propícias para um direcionamento do crescimento urbano são as áreas onde hoje se encontram as comunidades do Incra, Redonda, Mutamba, Olho D'água e Ibicuitaba. Também é possível observar que as áreas que apresentaram os piores índices para a urbanização foram o Gravier, a localidade da praia da Placa e as áreas no interior do município. E como pode ser observado, mais da metade da área onde o método foi aplicado é apresentada em uma situação mediana.

5.4 APLICABILIDADE DO MÉTODO NA GESTÃO PÚBLICA

Como pode ser observado, o geoprocessamento aliado à análise multicritério gerou um modelo que permite uma análise simultânea de condições desejáveis para uma determinada finalidade. No caso do processo de urbanização da cidade de Icapuí, o modelo apresentado aponta quais as áreas mais interessantes para direcionar o crescimento da cidade.

Além disso, o método aplicado se mostrou eficiente no que se propôs. O estudo confirma as afirmações feitas por Santos (2008) e Costa (2005), quanto a definição de geocessamento e as possibilidades do uso dessa ferramenta apontadas por Farina (2006) e Costa (2005).

Uma parte significativa do município se mostrou em uma situação com médio potencial. Em partes, isso se deu pela ausência de vias de acesso adequadas em locais ao interior. Durante a pesquisa a presença de estradas se mostrou um fator bastante atraente para o uso e ocupação do solo, pois mesmo em áreas com aspectos ambientais não interessantes a urbanização se distribuiu ao longo das vias, fato esse que vai de encontro ao processo inicial de ocupação da cidade relatado por Gurgel (2009).

Assim, o poder público pode criar prioridades, transformá-las em critérios e aplicar essa metodologia, gerando uma ferramenta informativa de gestão territorial e de baixo custo. Feitas as análises, cabe então ao governo criar a infraestrutura necessária para atrair e acomodar a expansão urbana.

As áreas que se mostram com baixo potencial para urbanização podem ser direcionadas para outras finalidades. Como são áreas, que com exceção da Praia da Placa, apresentaram um solo do tipo Latossolo amarelo eutrófico as mesmas podem ser melhores aplicadas nas produções agrícolas, visto que se trata de um solo de alta fertilidade. No caso das localidades ao litoral os investimentos podem ser voltados ao turismo ecológico e a infraestrutura de suporte para os profissionais da pesca.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Lei Orgânica do município de Icapuí cabe ao município elaborar o plano diretor de desenvolvimento integrado, promover adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Contudo, até o presente momento a cidade não dispõe desse zoneamento e nem do plano diretor. Esse fato favorece ao crescimento desordenado podendo gerar problemas futuros com desapropriações, construções em locais de fragilidade ambiente ou de risco e má distribuição de infraestrutura urbana.

Por se tratar de uma cidade de pequeno porte, os custos envolvendo a aquisição desse instrumento de gestão territorial podem afetar os cofres públicos e diminuir o interesse por parte da prefeitura pela elaboração dos mesmos.

O presente trabalho apresentou nesse contexto um modelo de baixo custo, onde para sua aplicação foram utilizados softwares livres e dados disponíveis em plataformas governamentais.

Para o estudo em questão, a análise multicritério possibilitou a integração de quatro fatores em uma única análise. Porém, esse método pode ser utilizado com a integração com um número maior de critérios integrados, ampliando suas possibilidades de aplicação.

Considerando que um profissional da engenharia civil, tem dentre suas áreas de atuação o planejamento urbano e de infraestrutura, o geoprocessamento se apresenta como uma tecnologia de grande importância e aplicável. Esse fato pôde ser verificado com a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

AMBDATA. **Declividade ou Gradiente.** Disponível em: <
http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/declividade_gradiente.php>. Acesso em: 05 de jul.
 2018.

ALMEIDA, E. de P. C.; ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. dos. **Neossolo
 quartzarênicos.** Disponível em:
 <[www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho0
 2wx5ok0liq1mqarta66.html#](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqarta66.html#)>. Acesso em 23 de jul. 2018.

ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos de estatística e geoestatística.** Editora da
 Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Coleção Manual Universitário.
 São Leopoldo/RS. 1ª reimpressão. 2005. 165p.

BRASIL. Lei nº 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da
 vegetação nativa; altera as Leis nº 6938, de 31 de agosto de 1981, 93933, de 19 de
 dezembro de 1996, e 11428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4771,
 de 15 de setembro de 1965, e 7754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº
 2166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da
 União**, Atos do Poder Legislativo, Brasília, DF, 25 de mai. 2012. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso
 em: 10 de jun. de 2018.

BRASIL. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispões sobre o Parcelamento
 do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**, Atos do Poder
 Legislativo, Brasília, DF, 19 dez. 1979. Disponível em: <
http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 10 jun. 2018.

BRASIL. Lei nº 9785, de 29 de janeiro de 1999. Altera o Decreto-Lei nº 3365, de 21
 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nº 6015, de 31 de
 dezembro de 1973 (registros públicos) e 6766, de 19 de dezembro de 1979
 (parcelamento do solo urbano). **Diário Oficial da União**, Atos do Poder Legislativo,
 Brasília, DF, 29 de jan. 1999. Disponível em: <

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9785.htm>. Acesso em: 12 de jun. de 2018.

CASTRO, J. de S.; COSTA, L. S.; BARBOSA, G. R.; ASSEMAN, P. P.; CALIJURI, M. L. **UTILIZAÇÃO DE SIG E ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE ÁREAS COM POTENCIAL PARA A CONSTRUÇÃO DE UNIVERSIDADES E LOTEAMENTOS UNIVERSITÁRIOS**. Bol. Ciênc. Geod., sec. Artigos, Curitiba, v. 21, no 3, p.652 - 657, jul-set, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bcg/v21n3/1982-2170-bcg-21-03-00652.pdf>>. Acesso em: 23 de jun. 2018.

COSTA, Aline Nogueira. **Mapeamento Geológico-Geotécnico e Técnicas de Geoprocessamento como Subsídio ao Planejamento da Expansão Urbana no Município de Campos dos Goytacazes/RJ**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

EASTMAN, J. R. **IDRISI for Windows: Introdução e Exercícios tutoriais**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Recursos Idrisi, 1998.

EASTMAN, J. R.; JIN, W.; KYEM, P. A. K; TOLEDANO, J. **Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions**. In: Photogrammetry Engineering & Remote Sensing. Vol. 61, nº5, 539-547, 1995.

FARINA, Flávia C. **Abordagem sobre as técnicas de geoprocessamento aplicadas ao planejamento e gestão urbana**. Cadernos EBAPE. BR, v. 4, dez. 2006. Disponível em: <www.ebape.fgv.br/cadernosebape>. Acesso em: 10 de jun. de 2018.

FERREIRA, C. F.; MOURA, A. C. M.; QUEIROZ, G. C. de. **Geoprocessamento no Planejamento Urbano**. In: XIII Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica. México, 2011. Disponível em: <http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/Conf_Ibero/doc/ET4_16_COSTA.pdf>. Acesso em 10 de jun. de 2018.

FIGUEIRÔA NETO, José Sóter de. **A Lei Orgânica do Município de Juiz de Fora (1990-2010):** Um novo contrato social? Uma reflexão histórico-crítica. 2012. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Programa de pós-graduação em serviço social, Universidade Federal de Juiz de Fora.

FREITAS FILHO, Manuel de. **A Aldeia do Areal História e Memória de Ibicuitaba Icapuí-CE.** Fortaleza: 2003.

GURGEL, Adriana. **Espacialidades do habitar:** Percursos de comunicação urbana em Icapuí, Ceará. 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Comunicação e Semiótica, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

IBGE. **IBGE – Malhas Territoriais.** IBGE, 2015. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2015/UFs/CE/>. Acesso em: 10 de jun. de 2018.

IBGE. **IBGE Cidades – Icapuí – CE.** IBGE, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/icapui/panorama>>. Acesso em: 29 de jun. de 2018.

ICAPUÍ. **Lei nº 540, de 29 de dezembro de 2010.** Cria áreas não edificáveis, de preservação permanente, de relevante interesse ecológico, ambiental e paisagístico no município de Icapuí e dá outras providências. Icapuí (CE): Câmara Municipal, 29 de dez. 2010.

ICAPUÍ. **Lei Orgânica do Município de Icapuí.** Icapuí (CE): Câmara Municipal, 1990.

INDE. **Visualizador de mapas.** Disponível em: <<http://www.inde.gov.br/geoservicos/visualizador-de-mapas>>. Acesso em: 23 de jun. 2018.

JIANG, H.; EASTMAN, J. R. **Application of fuzzy measure in multi-criteria evaluation in GIS**. International Journal Geographic Information Science, Vol. 14, nº2, 173-184. 2000.

MEIRELES, A. J. de A.; SANTOS, A. M. F. dos. **Atlas de Icapuí**. 1. ed. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012.

OECO. **O que é uma Área de Proteção Ambiental**. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/29203-o-que-e-uma-area-de-protecao-ambiental/>>. Acesso em: 10 de set. 2018.

QGIS. **QGIS – A liderança do SIG de código aberto**. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html>. Acesso em: 10 de set. 2018.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S. HATCSHBACH, G. G. **As unidades fitogeográficas do estado do Paraná**. Ciência e Ambiente, Santa Maria, jan/jun, 2002. n.24, p.75-92.

RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S., **Macrozoneamento Florístico da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**: APA – Guaraqueçaba. Curitiba: FUPEF, 1988.

SANTOS, Ana Maria Ferreira dos. **Geotecnologias para a gestão pública**: uma aplicação em Icapuí/CE. 2014. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Ceará.

SANTOS, Ana Maria Ferreira dos. **Zoneamento geoambiental para uma gestão planejada e participativa**: planície costeira do município de Icapuí/CE. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Ceará.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. de P. C. **Gleissolos Sálcos**. Disponível em: <

www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xhn02wx5ok0liq1mqz1bvqa3.html>. Acesso em: 23 de jul. 2018.

SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. de P. C. **Latossolos Amarelos**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r58asu5l.html>. Acesso em: 23 de jul. 2018.

SILVA, T. O. **Alternativas de traçado do anel viário urbano da cidade de Viçosa-MG, através da integração SIG (análise multicritério)**. 2004. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

USGS. **Earth Explorer**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 23 de jun.2018.

VARGAS, M. **Introdução à Mecânica dos Solos**. Editora McGRAW-HILL do Brasil LTDA, 1978.