

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
DEPARTAMENTO DAS ÁREAS ACADÊMICAS III - ÁREA DE GEOMÁTICA
ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA

TAINARA GOMES PEREIRA SANTOS

**METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA REDE DE REFERÊNCIA
CADASTRAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA/GO**

Goiânia, GO
2019

TAINARA GOMES PEREIRA SANTOS

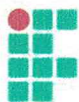
**METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA REDE DE REFERÊNCIA
CADASTRAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA/GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Cartográfica e de
Agrimensura do Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia,
como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Cartográfica e de Agrimensura.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Magna Júnior

Goiânia, GO

2019



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: **Tainara Gomes Pereira Santos**

Matrícula: **20151011190035**

Título do Trabalho: **Metodologia para Implantação da Rede de Referência Cadastral na Região Metropolitana de Goiânia – GO.**

Autorização — Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

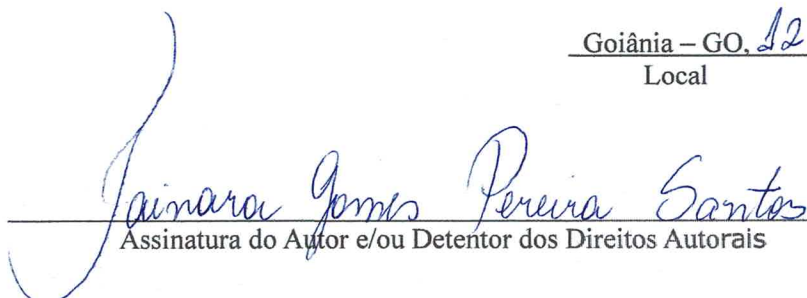
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia – GO, 12 novembro 2021
Local Data


Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Sa596m Santos, Tainara Gomes Pereira.

Metodologia para implantação da rede de referência cadastral na região metropolitana de Goiânia. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021.
54 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Magna Júnior.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Geodésia. 2. Sistema Geodésico Brasileiro. I. Magna Júnior, João Paulo (orientador).
II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 526.1

TERMO DE APROVAÇÃO

TAINARA GOMES PEREIRA SANTOS

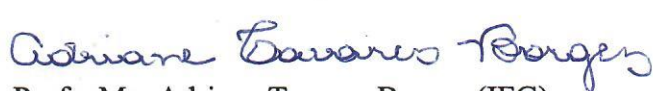
METODOLOGIA PARA IMPLANTAÇÃO DA REDE DE REFERÊNCIA CADASTRAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Geomática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

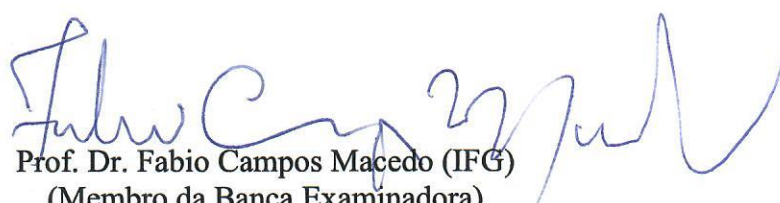
Aprovado em, 12 de dezembro de 2019.



Prof. Dr. João Paulo Magna Junior (IFG)
(Orientador)



Profa. Ma. Adriane Tavares Borges (IFG)
(Membro da Banca Examinadora)



Prof. Dr. Fabio Campos Macedo (IFG)
(Membro da Banca Examinadora)

GOIÂNIA, GO

2019

DEDICATÓRIA

À minha amada família, em especial aos meus pais Paulo e Osmeriana, pilares da minha formação como ser humano, e aos meus irmãos Tayane, Tassiano e Taylan. Minha eterna gratidão pela paciência, compreensão e apoio incondicional durante esta etapa de minha jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, pois sem Ele, nada sou.

Aos meus pais, Paulo e Osmeriana, pelo incentivo, carinho e conselhos que me deram ao longo de toda a minha existência. Este trabalho é a comprovação de que os seus investimentos e esforços valeram a pena.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, direção e administração, que oportunizaram um ambiente propício a minha evolução e crescimento pessoal e profissional, eivado pela afinada confiança no mérito e ética presentes.

Ao corpo docente do Curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura, por todo apoio e conhecimento compartilhado durante minha trajetória acadêmica, e em especial aos professores Marcelo Sousa (*in memoriam*), Giovanni Boggione e Marina Macedo pelos preciosos conselhos.

Ao meu orientador professor Dr. João Paulo Magna Júnior, por compartilhar comigo o desejo pelo desenvolvimento deste trabalho, e também por sua paciência e dedicação em me mostrar o melhor caminho para conclusão de minhas atividades.

Aos amigos que conquistei para a vida: Reizane, João Victor, Ana Maria, Brisa, Julianny, Wanessa, Júnior, Aline, Guilherme, Alessandra, Alex, Pollianna, Tâmara, Gabriella e Ricardo. Cada viagem, cada noite acordados estudando, cada festa, cada partida de truco, cada churrasco, e todos os momentos que compartilhamos serão para sempre lembrados.

A todos aqueles que oraram por mim e me deram força para a conclusão desta etapa da vida, minha eterna gratidão.

“O futuro que você deseja é grande o bastante a ponto de querer TUDO de você para que possa se qualificar para ele”

(Mike Murdock)

RESUMO

A Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM) consiste em uma rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os levantamentos que se destinem a projetos, levantamentos cadastrais ou implantação de obras. A implantação de uma RRCM é imprescindível para o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), assumindo fundamental importância no planejamento, expansão e gestão tributária dos municípios. As atividades de mapeamento realizadas no Brasil são apoiadas em estações que compõem o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), gerenciado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O trabalho realizado na Região Metropolitana de Goiânia (RMG), procurou elaborar uma metodologia para nortear a implantação de uma RRCM de acordo com o proposto na NBR 14.166/1998, verificando quantidade, qualidade e distribuição das estações geodésicas existentes, bem como simular cenários para distribuição de novos marcos para adensar a rede geodésica existente. A pesquisa compreendeu duas etapas principais: primeiramente realizar diagnóstico das estações existentes, e, em segundo momento simular a distribuição de novos marcos cumprindo o disposto na NBR 14.166/1998. Inicialmente realizou-se a escolha de estações geodésicas existentes na RMG a partir do SGB para atender às atividades voltadas a levantamentos cadastrais ou projetos de engenharia. Posteriormente, realizou-se a simulação de cenários de distribuição de marcos utilizando técnicas de análise espacial, em zona rural e urbana. Tais cenários proporcionaram espacializar a infraestrutura mínima necessária para implantação da RRCM, de modo que foram simulados 212 marcos geodésicos de apoio imediato em zona urbana e um mínimo de 145 marcos todos em zona rural.

Palavras-chave: cadastro, geodésia, RRCM, SINTER, RMG

ABSTRACT

The Municipal Cadastral Reference Network (RRCM) consists of a basic support frame at the municipal level for all surveys for projects, cadastral surveys, or building development. The implementation of an RRCM is essential for the Multipurpose Territorial Cadaster (CTM), assuming fundamental importance in the planning, expansion and tax management of municipalities. The mapping activities carried out in Brazil are supported by mark stations that belongs to the Brazilian Geodesic System (SGB), managed by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The work performed in the Metropolitan Region of Goiânia (RMG) aimed to develop a methodology to guide the implementation of a RRCM as proposed in the NBR 14.166/1998, verifying the quantity, quality and distribution of existing geodetic stations, as well as simulating scenarios for distribution of new landmarks to the densification of the existing geodetic network. The research comprised two main stages: the first was perform a diagnosis of the existing stations, and, the second, the simulation of the distribution of new landmarks, according to the NBR 14.166/1998. Initially, the choice of existing geodetic stations in the RMG was made from the SGB, to meet all activities aimed at cadastral surveys or engineering projects. Subsequently, a simulation of landmark distribution scenarios was carried out using spatial analysis in rural and urban areas. Such scenarios provided spatialization of the minimum infrastructure necessary for the implementation of the RRCM, so that they were simulated 212 geodetic landmarks of immediate support in urban areas and a minimum of 145 landmarks all in rural areas.

Keywords: cadaster, geodesy, RRCM, SINTER, RMG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rede Planialtimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro	20
Figura 2 - Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro	20
Figura 3 - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS.....	21
Figura 4 - Região Metropolitana de Goiânia/GO	31
Figura 5 - Fluxograma Metodológico da fase de pré-análise	33
Figura 6 - Fluxograma metodológico da realização de cenários	35
Figura 7 - Referências de Nível em bom estado situadas na RMG e visitadas entre 1970 e 2018	39
Figura 8 - Estações Geodésicas em bom estado situadas na RMG e visitadas entre 1990 e 2018	39
Figura 9 - Zonas Rural e Urbana dos municípios pertencentes à RMG	40
Figura 10 - Áreas de Influência de 3 km ² a partir das estações do SGB em zona urbana	41
Figura 11 - Área de Influência de 16 km ² a partir das estações do SGB em zona rural	42
Figura 12 - Áreas de influência de 33 km ² a partir das estações do SGB em zona rural	43
Figura 13 - Áreas de Influência de 50 km ² a partir das estações do SGB em zona rural	44
Figura 14 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 3 km ² na zona urbana	46
Figura 15 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 16 km ² na zona rural	47
Figura 16 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 33 km ² na zona rural	48
Figura 17 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 50 km ² na zona rural	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos tipos de vértices proposto para o georreferenciamento urbano	30
Quadro 2 - Intervalos de classificação das Estações Geodésicas utilizadas	34
Quadro 3 - Resumo dos principais métodos de busca de Estações Geodésicas	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Informação das estações geodésicas disponíveis na Região Metropolitana de Goiânia	38
Tabela 2 - Quantidade Mínima de Pontos de Apoio Imediato necessários para implantação da RRCM da RMG	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
BDG	Banco de Dados Geodésico
CA	Córrego Alegre
CNIR	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
DOP	Estação Doppler
EG	Estação Gravimétrica
EP	Estação de Poligonação
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IERS	<i>International Earth rotation and Reference systems Service</i>
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
MDE	Modelo Digital de Elevação
NBR	Norma Brasileira
NNSS	<i>Navy Navigation Satellite System</i>
NTGIR	Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais
PIB	Produto Interno Bruto
RAAP	Rede Altimétrica de Alta Precisão
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo
REALT-2018	Reajustamento da Rede Altimétrica com Números
Geopotenciais	
REG	Relatório de Estação Geodésica
RFB	Receita Federal Brasileira
RMG	Região Metropolitana de Goiânia
RN	Referência de Nível
RRCM	Rede de Referência Cadastral Municipal
RRNN	Referências de Nível
RRT	Registro de Responsabilidade Técnica
SAD69	<i>South American Datum of 1969</i>
SAT GPS	Estação GPS
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SGR	Sistema Geodésico de Referência
SIEG	Sistema Estadual de Geoinformação

SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGEF	Sistema de Gestão Fundiária
SINTER	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SIRGAS 2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000
SREI	Sistema de Registro Eletrônico de Imóveis
VEG	Verificação de Estações Geodésicas
VT	Vértice de Triangulação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Considerações Iniciais	12
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos.....	16
2	REDES GEODÉSICAS E A REDE DE REFERÊNCIA CADASTRAL	17
2.1	Definição e Realização de Sistemas Geodésicos de Referência.....	17
2.2	O Sistema Geodésico Brasileiro: estrutura e evolução.....	18
2.3	Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM).....	21
3	O CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO (CTM)	24
3.1	O Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER).....	26
4	METODOLOGIA	31
4.1	Localização e Caracterização da Área de Estudo	31
4.2	Materiais	32
4.3	Procedimentos Metodológicos.....	33
5	RESULTADOS E ANÁLISES	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A Cartografia consiste em uma ciência, a qual surgiu em função da necessidade de as comunidades nômades catalogarem os locais e rotas por onde passavam. Posteriormente, o mercado, as descobertas e conquistas realizadas pelo povo europeu no período das grandes navegações, exigiram aprimoramento das técnicas de representação cartográfica, de forma que a tornasse mais precisa e detalhada. Entretanto, o avanço significativo no desenvolvimento de metodologias, produtos e ferramentas adveio de grandes investimentos em pesquisa durante os históricos confrontos bélicos (ERBA; LOCH, 2007).

O conhecimento detalhado do território é um dos principais objetivos da cartografia, sendo fundamental nesse aspecto a produção e atualização de uma base cartográfica. De acordo com Erba; Loch (2007), uma base cartográfica se constitui na representação que engloba os elementos planialtimétricos de uma dada porção de território. Em âmbito urbano, as bases cartográficas exigem um alto nível de detalhamento, devido à necessidade de representação da estrutura geométrica de um município ser adequada e precisa. Dessa forma, a base cartográfica deve proporcionar qualidade suficiente para representar as parcelas (lotes) e os equipamentos urbanos e de infraestrutura.

A base cartográfica cadastral urbana é parte integrante do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) de um município. De acordo com LOCH (2005), define-se CTM como:

Base de dados que compreendem desde as medições, que representam toda a parte cartográfica, bem como a avaliação socioeconômica da população; a legislação, que envolve verificar se as leis vigentes são coerentes com a realidade regional e local; a parte econômica, e que se deve considerar a forma mais racional de ocupação do espaço, desde a ocupação do solo de áreas rurais até o zoneamento urbano.

A Portaria Ministerial nº 511, publicada no Diário Oficial da União aos 08 de dezembro de 2009, pelo Ministério das Cidades, dispõe em seu artigo 10 “[...] O levantamento cadastral para identificação geométrica das parcelas territoriais deve

ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB [...]”, e que os municípios que adotarem o CTM são responsáveis pela implantação, conservação e manutenção dos marcos geodésicos vinculados ao SGB (BRASIL, 2009).

O SGB é definido a partir do conjunto de pontos geodésicos implantados na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do país – pontos estes que são determinados por procedimentos operacionais e coordenadas calculadas, segundo modelos geodésicos de precisão compatíveis com as finalidades à que se destinam (IBGE, 1983).

Portanto, o SGB proporciona a infraestrutura geodésica necessária e oficial para os serviços de posicionamento e mapeamento em território nacional. Entretanto, a infraestrutura geodésica proporcionada pelo SGB não é suficiente para suprir a necessidade de informação posicional para uma série de atividades em escala cadastral, seja pelo número pequeno de estações em relação ao tamanho territorial do Brasil, ou ainda, pelo grande espaçamento entre as estações. Uma alternativa para esta situação é a densificação (ou ampliação) da rede geodésica para o município.

A densificação dessa rede geodésica em nível municipal é denominada Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM), e serve como suporte para as atividades com fins cartográficos, possibilitando uma maior disponibilidade e qualidade das informações geoespaciais em um único sistema de referência. A Norma Brasileira NBR 14.166/1998, publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), regulamenta os procedimentos para implantação da RRCM.

A RRCM tem importância fundamental para o estabelecimento do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER), criado pelo Decreto Federal nº 8.764 de 10 de maio de 2016. O SINTER dispõe sobre a proposta de modernização e integralização das bases cadastrais de distintos órgãos, sejam eles públicos ou privados. De acordo com Brasil (2016):

O SINTER se organiza em um segmento de banco de dados divididas em “camadas”, para que todos os setores da Administração Pública possam interagir sobre o mesmo mapa, criando sinergias que não seriam possíveis cada um tendo o seu cadastro isolado

Para complementar as diretrizes que esse decreto regulamenta, foram publicados também dois Manuais Operacionais, elaborados e discutidos pelos membros dos Comitês Temáticos, composto por especialistas dos órgãos envolvidos, como: Cartórios de Registro de Imóveis, Banco Central do Brasil, Secretaria da Receita Federal, entre outros (BRASIL, 2016).

A Região Metropolitana de Goiânia (RMG) concentra um significativo número de habitantes, serviços e empreendimentos e cabe ao poder público criar e atualizar a base cartográfica cadastral municipal, principalmente para fins de gestão territorial. Nesse sentido, faz-se necessária uma infraestrutura geodésica com qualidade geométrica suficiente, que atenda às diversas demandas dos municípios para geração de produtos cartográficos em escala cadastral e como suporte para serviços de infraestrutura de transporte, saneamento básico, meio ambiente dentre outros.

Neste trabalho buscou-se realizar um diagnóstico da infraestrutura geodésica disponível na Região Metropolitana de Goiânia/GO e estabelecer uma metodologia de implantação da RRCM, de modo que atenda aos requisitos previstos na NBR 14.166/1998 e ao SINTER.

1.2 Justificativa

O estabelecimento de uma base cartográfica com qualidade suficiente para o planejamento e ordenamento urbano depende de um arcabouço geodésico confiável e suficiente para esse propósito. Essa infraestrutura é proporcionada pelo SGB, entretanto, há uma quantidade incipiente de estações em muitos municípios brasileiros para fins cadastrais. Além disso, muitas estações são destruídas, principalmente as Referências de Nível, que se encontram localizadas ao longo de rodovias. A RRCM tem o propósito justamente de realizar o adensamento das estações geodésicas para fins cadastrais no município.

Além dos propósitos já citados, a RRCM possibilita o aproveitamento de recursos, uma vez que os mapeamentos e cadastros realizados por diversos órgãos da administração pública e privada podem ser amarrados a ela, permitindo assim que os produtos cartográficos decorrentes de suas atividades sejam compatíveis em termos posicionais e de qualidade. O SINTER busca justamente essa integração no contexto de instituições públicas produtoras de dados cartográficos para o município.

Outro aspecto em que a RRCM é relevante se refere ao Plano Diretor, sendo obrigatório, sua criação para municípios que possuam mais de 20 mil habitantes ou que integrem regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (BRASIL, 2001a). A Região Metropolitana de Goiânia ainda não possui planos diretores para todos os 21 municípios que a compõe. Segundo a estimativa de população realizada pelo IBGE para o ano de 2018, 13 destes 21 municípios possuem mais de dez mil habitantes, sendo eles: Aragoiânia, Goianápolis, Guapó, Hidrolândia, Nerópolis, Bela Vista de Goiás, Goianira, Inhumas, Senador Canedo, Trindade, Aparecida de Goiânia e a capital Goiânia. A ausência de diretrizes municipais sobre o ordenamento territorial, como o plano diretor, dificulta a gestão financeira e territorial por parte dos órgãos públicos.

Segundo informações preliminares obtidas por meio do Banco de Dados Geodésicos do IBGE (BDG-IBGE), a quantidade de estações geodésicas existentes na RMG é insuficiente considerando as condições exigidas pela NBR 14.166/1998 para implantação da RRCM. Salienta-se que a maioria dessas estações não estão em condições perfeitas de uso, visto que há defasagem em relação às realizações de campanhas que atualizam o BDG-IBGE. Consequentemente, a RMG não apresenta a infraestrutura geodésica que serve como apoio para a criação da base cartográfica cadastral urbana de seu território total, que por sua vez, dificulta também a implantação do SINTER para a inclusão das parcelas imobiliárias, sejam elas glebas ou lotes situados dentro da RMG.

Dada a importância da RRCM, a proposta deste trabalho consistiu em aprofundar o estudo sobre a real situação da infraestrutura geodésica da RMG, haja visto a inexistência de uma infraestrutura suficiente para o cadastro urbano e a aplicação do SINTER. A partir de então, usar recursos de análise espacial em Sistema de Informações Geográficas para propor cenários iniciais da disposição e distribuição dos marcos geodésicos da RRCM para a região metropolitana.

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho foi propor uma metodologia para a implantação de uma RRCM na Região Metropolitana de Goiânia/GO, avaliando a infraestrutura geodésica disponível para fins de levantamento e mapeamento cadastral e em atendimento ao SINTER.

Para alcançar tal propósito, foram propostos como objetivos específicos:

- A verificação da quantidade, qualidade, situação e localização geografia dos marcos do SGB disponíveis na RMG;
- A avaliação da quantidade, a qualidade e a disposição dos marcos existentes atendem à NBR 14.166/1998 e ao SINTER;
- A realização de cenários sobre a disposição dos marcos da RRCM da RMG.

2 REDES GEODÉSICAS E A REDE DE REFERÊNCIA CADASTRAL

2.1 Definição e Realização de Sistemas Geodésicos de Referência

Um Sistema Geodésico de Referência (SGR) é definido por convenção e posteriormente realizado de modo a torna-lo acessível. Assim, dois conceitos importantes devem ser destacados quando se refere aos SGR, o conceito de reference system e de reference frame. O *International Earth Rotation and Reference Systems Service* (IERS) distingue estes dois conceitos em suas convenções (MCCARTHY; PETIT, 2004).

- *Reference system* (sistema de referência): é definido pelo conjunto de todas as convenções, algoritmos e constantes que proporcionam a origem, escala e orientação de um sistema e sua evolução temporal;
- *Reference frame* (rede de referência): é definido pelo conjunto de pontos físicos com coordenadas precisamente determinadas em um específico sistema de coordenadas, como a realização de um sistema de referência ideal.

Dessa forma, pode-se dizer que o *reference system* trata da ideia conceitual e o *reference frame* é a materialização do próprio sistema, por meio de um conjunto de coordenadas de pontos implantados na superfície terrestre, associados a uma época de referência.

Uma rede geodésica se constitui na infraestrutura geodésica fundamental para diversos tipos de levantamentos, mapeamento e cadastro em um país. Portanto, essa rede fundamental deve proporcionar acurácia e confiabilidade suficiente para possibilitar as atividades que dependem da informação geoespacial. Em âmbito nacional, essa infraestrutura é proporcionada pelo Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), mantido e gerenciado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2.2 O Sistema Geodésico Brasileiro: estrutura e evolução

A implantação sistematizada do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) pelo IBGE no Brasil se deu a partir de maio de 1944 com a medida da primeira base geodésica nas proximidades da cidade de Goiânia. Dava-se início à expansão da componente planimétrica do SGB com determinações de latitude e longitude em um conjunto de pontos na superfície terrestre pelo método de triangulação e densificado pelo método de poligonação (IBGE, 2019).

Em 1956, o IBGE iniciou um programa visando o estabelecimento do sistema geodésico de Córrego Alegre (CA), onde foram determinadas mais de 2000 estações gravimétricas próximas ao vértice Córrego Alegre, ponto origem do sistema CA para o melhor conhecimento do geóide na região. O posicionamento e orientação do vértice CA foram efetuados astronomicamente e no desenvolvimento da rede foram utilizados os métodos clássicos de posicionamento geodésico por triangulação e poligonação (IBGE, 2019).

Na década de 1970 foram iniciados os trabalhos de rastreios com satélites artificiais do sistema *Navy Navigation Satellite System* (NNSS), também conhecido como *Transit*, cujas medidas eram baseadas no efeito Doppler. Esse método foi muito utilizado na região amazônica devido à dificuldade de se utilizar métodos clássicos na região (IBGE, 2019).

Em 1977 o *South American Datum of 1969* (SAD69) foi adotado como sistema de referência para trabalhos geodésicos e cartográficos em todo o território nacional em substituição ao sistema CA. No primeiro ajustamento da rede SAD69, em consequência das limitações impostas pelos meios computacionais da época, a rede brasileira foi dividida em dez áreas de ajuste, que foram processadas em blocos separados (IBGE, 1996).

As operações com receptores Navstar-GPS (*Global Positioning System*) tiveram início em 1991, com a densificação da componente planimétrica do SGB. Com o surgimento das técnicas de levantamento mais precisas tais como DOPPLER e GPS, verificou-se a necessidade de um novo ajustamento de caráter global e integrado às novas observações, visando, assim, reduzir ao máximo as inconsistências encontradas na rede (IBGE, 1996). Um novo ajustamento foi realizado em 1996, onde participaram um total de 4760 estações pertencentes à Rede Clássica

(vértices de triangulação - VT e estações de poligonal - EP), 187 estações GPS, das quais 49 coincidentes com estações da Rede Clássica, e 179 estações Doppler, coincidentes com VT, EP e pertencentes à Rede de translocação na Amazônia (15 estações) (IBGE, 2006).

Em fevereiro de 2005 o IBGE passou a adotar o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) como referencial planimétrico oficial do SGB. Com o advento dos sistemas globais de navegação por satélite, tornou-se mandatória a adoção de um novo sistema de referência, geocêntrico, compatível com a precisão dos métodos de posicionamento correspondentes e com os sistemas adotados no restante do globo terrestre (IBGE, 2005).

A componente altimétrica teve seu estabelecimento iniciado em 1945 com os trabalhos de Nivelamento Geométrico de Alta Precisão. A primeira Referência de Nível (RN 1-A) foi implantada no município de Urussanga, estado de Santa Catarina. Em 1946 foi realizada a conexão das RN já implantadas com a Estação Maregráfica de Torres no Rio Grande do Sul, permitindo o cálculo das altitudes ortométricas. Em 1958 a origem altimétrica de Torres foi substituída pela estação Imbituba, Santa Catarina, com uma série temporal de observações maior (IBGE, 2019).

A mais recente alteração na RAAP ocorreu no ano de 2018 com o Reajustamento da Rede Altimétrica (REALT-2018), a partir do qual se passou a utilizar as altitudes normais em substituição às altitudes ortométricas até então adotadas para as RRNN. Tanto as altitudes ortométricas quanto as normais são consideradas altitudes físicas e estão vinculadas ao campo de gravidade da Terra (IBGE, 2019).

O SGB é composto atualmente pelas redes planialtimétrica, altimétrica e gravimétrica. A componente planimétrica ou planialtimétrica do SGB é materializada por estações levantadas a partir de satélites GNSS (SAT), do sistema Doppler (DOP) ou ainda por métodos clássicos de posicionamento, sendo eles, Poligonais (EP) e Triangulação (VT). A componente altimétrica é materializada por um conjunto de Referências de Nível (RN), determinadas a partir do nivelamento geométrico de alta precisão. A componente gravimétrica é composta por Estações Gravimétricas (EG), que contém informações sobre a aceleração gravitacional das estações. As Figuras 1 e 2 mostram a atual configuração das Redes Planialtimétrica e Altimétrica do SGB.

Figura 1 - Rede Planialtimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro



Fonte: IBGE (2019)

Figura 2 - Rede Altimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro



Fonte: IBGE (2019)

Pertence ainda ao SGB a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC), composta por um conjunto de marcos com coordenadas conhecidas e equipados com receptores GNSS (*Global Navigation Satellite System* – Sistemas Globais de Navegação por Satélite). Os receptores coletam informações dos sistemas GNSS ininterruptamente e as disponibiliza diariamente ou em tempo real aos usuários do SGB. A Figura 3 mostra a configuração das estações que compõem a RBMC.

Figura 3 - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS



Fonte: IBGE (2019)

2.3 Rede de Referência Cadastral Municipal (RRCM)

A Rede de Referência Cadastral Municipal é definida e normatizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 14.166/1998. De acordo com a ABNT (1998):

A Rede de Referência Cadastral é uma rede de apoio básico de âmbito municipal para todos os serviços que se destinem a projetos, cadastros ou implantação e gerenciamento de obras, sendo constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, referenciados à origem do SGB e a um mesmo sistema de representação cartográfica.

Pode-se dizer que a RRCM é um adensamento do SGB em nível municipal, proporcionando o acesso imediato à infraestrutura geodésica. Além do adensamento de informações geodésicas, a RRCM serve para apoiar a elaboração e atualização contínua da base cartográfica municipal, os serviços topográficos de demarcação, cadastro técnico multifinalitário e obras de engenharia em geral, com qualidade compatível às respectivas finalidades. Sua concepção visa o compartilhamento das informações cartográficas pelos diversos órgãos, públicos ou privados, evitando a multiplicação de esforços e desperdício de recursos (ABNT, 1998).

Em sua estruturação, a RRCM é composta pelos seguintes elementos principais (ABNT, 1998):

- Marcos geodésicos de precisão: têm por finalidade transportar o apoio geodésico básico do SGB às proximidades ou ao interior da área municipal;
- Marcos geodésicos de apoio imediato: desenvolvido a partir dos marcos geodésicos de precisão, destinados a densificar o apoio geodésico básico, assegurando o suporte necessário à qualidade das operações topográficas e o suporte às operações de engenharia em geral;
- Referência de Nível de precisão: referência de nível do SGB, classificada como de precisão, existente na área municipal ou na vizinhança, utilizada como apoio altimétrico da RRCM;
- Referência de nível de apoio imediato: referência de nível obtida por nivelamento geométrico a partir das RN de precisão, com apoio aos levantamentos locais; e,
- Pontos topográficos: Ponto de coordenadas planimétricas ou planialtimétricas, implantado e materializado no terreno, determinado por uma poligonal topográfica apoiada em pontos geodésicos, ou por poligonal secundária de densificação da malha de pontos topográficos.

A NBR 14.166/1998 estabelece também requisitos gerais para a implantação dos marcos geodésicos e referências de nível. Um dos requisitos estabelece a obrigatoriedade de os marcos geodésicos de apoio imediato serem apoiados em marcos geodésicos de precisão do SGB, próximos à área. Esse procedimento garante a homogeneidade da RRCM com o SGB.

Os marcos geodésicos de apoio imediato devem ser localizados, preferencialmente, no cume de elevações e nos altos dos edifícios de grande porte, e com proteção adequada, tais como próprios do estado, campus de universidades, escolas, praças, etc. A densidade recomendada para esses marcos é de um para cada 3 km² em áreas urbanizadas, e de um para cada 16 km² a 50 km² em áreas rurais dependendo da densidade demográfica e do uso e ocupação do solo. Recomenda-se, ainda, que os marcos de apoio imediato e pontos topográficos estejam situados de modo a permitir a intervisibilidade com os pontos contíguos, no mínimo dois a dois em lugares favoráveis à sua identificação. Tal procedimento busca propiciar a amarração e a orientação de levantamentos topográficos à RRCM (ABNT, 1998).

Os pontos topográficos planialtimétricos devem garantir uma densidade de, no mínimo, quatro por quilômetro quadrado em áreas urbanas, e um a cada dois quilômetros quadrados em áreas rurais (ABNT, 1998).

A RRCM é de interesse público, sobretudo aos produtores e usuários de informação geoespacial. Dessa forma, o acesso à rede deve ser facilitado por meio de monografia que permitam identificar os marcos, suas coordenadas e demais informações. Além disso, é importante que a localização favorável dos marcos em áreas públicas ou de acesso facilitado. (ABNT, 1998).

É importante destacar que alguns procedimentos e padrões de qualidade estabelecidos pela NBR 14.166/1998 se encontram defasados, face a modernização dos equipamentos e métodos de posicionamento. Devido a isso, a norma encontra-se em processo de revisão pela ABNT (BUENO, 2018).

3 O CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO (CTM)

O Cadastro Territorial Multifinalitário é caracterizado principalmente como suporte para o entendimento do território, por meio da informatização de um banco de dados sobre as propriedades municipais, possibilitando a visualização e ordenamento em um sistema cartográfico de qualidade, o que viabiliza o desenvolvimento de análises técnicas sobre a dinâmica das cidades em diversas esferas (PEREIRA, 2009).

De acordo com LOCH (2005):

O CTM compreende desde as medições, que representam toda a parte cartográfica, até a avaliação socioeconômica da população; a legislação, que envolve verificar se as leis vigentes são coerentes com a realidade regional e local; e a parte econômica, em que se deve considerar a forma mais racional de ocupação do espaço, desde a ocupação do solo de zonas rurais até o zoneamento urbano.

A Portaria Ministerial nº 511 publicada pelo Ministério das Cidades em 2009, define o CTM como sendo (BRASIL, 2009):

O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), quando adotado pelos Municípios brasileiros, será o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação inequívoca.

O Cadastro Territorial Rural teve uma grande revolução no Brasil a partir da Lei Federal nº 10.267 de 28 de agosto de 2001, que instituiu o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) para gerenciar as informações de todas as propriedades rurais cadastradas e fornecê-las a diferentes organizações, sejam elas públicas ou privadas. Além disso, a lei estabeleceu a necessidade de determinação das coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georreferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional a ser fixada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (BRASIL, 2001b).

Os procedimentos de execução dos trabalhos de georreferenciamento dos imóveis rurais são regidos pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis

Rurais (NTGIR) que teve sua primeira versão publicada em novembro de 2003. A terceira edição da norma foi complementada pela primeira edição do Manual Técnico de Limites e Confrontações e do Manual Técnico de Posicionamento, ambos publicados pelo INCRA (INCRA, 2013b).

Como todo o levantamento para fins de georreferenciamento deve estar referenciado ao SGB, a RRCM pode contribuir com uma melhor disponibilidade de estações de referência, reduzindo custos e aumentando a confiabilidade dos trabalhos de delimitação de imóveis rurais.

No que diz respeito à inserção, organização, distribuição e regularização desses cadastros, foi instituído o Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), ferramenta desenvolvida pelo INCRA e pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário para auxiliar as atividades referentes à gestão territorial rural (INCRA, 2013a).

No que concerne à zona urbana, o CTM se mostra como um dos processos fundamentais para geração e execução de políticas públicas, apesar de sua importância esteja restringida à arrecadação tributária para alguns gestores. A gestão do cadastro urbano é atribuição dos municípios e o seu referencial legal e normativo se baseava na Constituição Federal, Códigos Tributários Federal e Municipal, Lei Federal 6.766/1979 que dispõe sobre o parcelamento do Solo e Normas Regulamentadoras como a NBR 14.166/1998 que trata sobre a RRCM. O único instrumento normativo que versava sobre a execução de levantamentos para fins cadastrais urbanos era justamente a RRCM, e como uma proposta de organizar a questão cadastral nas áreas urbanas veio com o estabelecimento do Decreto nº 8.764 de 10 de maio de 2016, que instituiu o SINTER como uma ferramenta de apoio e organização desses dados.

O SINTER estabelece que sejam adotados padrões de qualidade e organização dos dados cadastrais urbanos para a homogeneização das informações geradas.

3.1 O Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER)

De acordo com o Decreto nº 8.764 de 10 de maio de 2016 (BRASIL, 2016):

Fica instituído o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais – SINTER, ferramenta de gestão pública que integrará, em um banco de dados espaciais, o fluxo dinâmico de dados jurídicos produzidos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios.

O acesso a essas informações funcionará de acordo com o limite de competências, respeitando o sigilo fiscal e de restrição ao acesso de informações pessoais. Os usuários definidos no SINTER são: a Secretaria da Receita Federal do Brasil, os órgãos e entidades de administração pública federal, serviços de registros públicos e notariais, administrações tributárias dos Estados, Distrito e Municípios, mediante convênio estabelecido com a Receita Federal do Brasil (BRASIL, 2016).

O funcionamento do SINTER será de responsabilidade da Secretaria da Receita Federal, a qual compete, dentre outras funções: adotar medidas necessárias para viabilizar sua implementação e funcionamento; elaborar, manter e publicar o Manual Operacional em coordenação com Comitês Temáticos, compostos por especialistas dos órgãos e entidades públicas envolvidas nas questões registrais e geoespaciais (BRASIL, 2016).

Com relação às informações geoespaciais, o SINTER estabelece que cada imóvel urbano terá um identificador unívoco em âmbito nacional definido por coordenadas geográficas, e que as informações cadastrais e geoespaciais serão integradas em níveis gráficos de mapeamento georreferenciado (camadas), embasadas no levantamento dos limites das parcelas cadastrais. O acesso e o fornecimento de informações geoespaciais obedecerão ao Decreto Federal nº 6.666/2008 que institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) (BRASIL, 2016).

Os Manuais Operacionais do SINTER elaborados pelo Comitê Temático Registral e Notarial foram publicados pela Portaria RFB nº 1.091 em julho de 2018. Tais manuais foram divididos em dois módulos, sendo eles denominados Modelo de Comunicação e Modelo de Dados.

O Modelo de Comunicação discorre sobre as definições necessárias para integrar o SINTER à Central Notarial de Registros de Imóveis, de Títulos e Documentos e Pessoas Jurídicas, bem como a Central Notarial de Serviços Eletrônicos, de forma que estabelece as especificações de assinatura digital, padrões de comunicação, políticas de segurança da informação e perfis de acesso. O Modelo de Dados, por sua vez, estabelece uma normatização que assegura a interoperabilidade entre a Administração Pública e os cartórios de registros de imóveis. (BRASIL, 2016)

Um exemplo de colaboração do SINTER, será a interação entre o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), onde o sistema poderá ter informações e localização geográfica das obras antes dessas informações chegarem à prefeitura, como também ao Cartório de Registro de Imóveis. Tal informação é muito útil para os Municípios e a União. O CONFEA/CREA poderá utilizar do SINTER para otimizar o processo de fiscalização; a emissão de Assinaturas de Responsabilidade Técnica (ART) em diferentes setores da engenharia, servirão como indicadores de expansão de mercado ao Ministério da Fazenda e Banco Central do Brasil (LACERDA, 2017).

O SINTER deve contribuir também com a Regularização Fundiária Rural e Urbana, por meio da disponibilização de dados das propriedades e seus respectivos proprietários.

A legislação mais recente que dispõe sobre a regularização de imóveis rurais e urbanos refere-se à Lei Federal nº 13.465 publicada em 11 de julho de 2017 e o Decreto Federal nº 9.310 de 15 de março de 2018. De acordo com a Lei (BRASIL, 2017):

Esta Lei dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; e dá outras providências.

O objetivo principal desta Lei está em regulamentar e desburocratizar o processo de Regularização Fundiária em âmbito rural e urbano. Conforme o Capítulo III, Seção II em seu artigo 35, o processo de Regularização Fundiária deve conter, no mínimo (BRASIL, 2017):

- Levantamento planialtimétrico e cadastral com georreferenciamento, subscrito por profissional competente, acompanhado de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT), que demonstrará as unidades, as construções, o sistema viário, as áreas públicas, os acidentes geográficos e os demais elementos caracterizadores do núcleo a ser regularizado;
- Planta do perímetro do núcleo urbano informal com demonstração das matrículas ou transcrições atingidas, quando for possível; [...]

O artigo 76 da referida Lei, contido no Capítulo XI, no que lhe concerne ao parágrafo 7, designa a administração pública federal acessar as informações do Sistema de Registro Eletrônico de Imóveis (SREI), por meio da plataforma do SINTER.

Ao que tange o Decreto 9.310/2018, que constitui as normas gerais e procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e Rural, em seu artigo 29, parágrafos 6 e 7, os levantamentos planialtimétricos cadastrais realizados deverão ser enviados eletronicamente ao SINTER pelo profissional habilitado ou órgão responsável, e caberá ao SINTER disponibilizar a visualização destes levantamentos e parcelas confrontantes.

Todas essas medidas visam auxiliar os Poderes Públicos, órgãos gestores de cadastro imobiliário e os cartórios de registros de imóveis, para que possam verificar informações cartográficas da propriedade, e então, obter o Código de Imóvel Nacional (BRASIL, 2018). Dessa forma, enfatiza-se a relevância da implantação da RRCM, visto que, todas as atividades apresentadas anteriormente ao longo deste capítulo, devem ser apoiadas em redes geodésicas compatíveis à escala de trabalho ideal em âmbito municipal.

Desde a publicação do Decreto nº 8.764/2016, órgãos regulamentadores e entidades fiscalizadoras não vêm medindo esforços para elaboração e atualização de normas e procedimentos que regulamentam o Cadastro Territorial Urbano.

O CONFEA em parceria com o Ministério das Cidades, reuniu um Grupo Técnico Operacional formado por especialistas de diferentes segmentos, e elaborou o documento denominado Normas e Procedimentos Recomendados de Engenharia ao Cadastro Urbano no Brasil, que tem por finalidade ser a ideia inicial do futuro Manual Operacional de Engenharia do SINTER.

Segundo CONFEA (2017):

O objetivo desta norma consiste em propor um Cadastro Territorial Urbano simplificado, de forma a viabilizar sua criação, manutenção e uso por municípios que não possuem uma base cadastral digital urbana e que atenda a demanda por identificação de propriedade para atendimento ao SINTER.

Este manual Norma baseia-se em normativas vigentes, como a terceira edição da Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, publicada pelo INCRA, o Código de Águas instituído pelo Decreto Federal nº 24.643/1934, a Lei de Registros Públicos instituída pela Lei Federal nº 6.015/1973, a NBR 14.166/1998, bem como outras referências com o objetivo de homogeneizar, adequar e aprimorar o Cadastro Territorial Multifinalitário.

O Manual compila conceitos estabelecidos em normativas anteriores e no SINTER, em atendimento ao artigo 2º, alínea III, do Decreto Federal nº 8.764/2016, e estabelece as diretrizes sobre Cadastro Territorial, sistemas aéreo e viário, infraestrutura urbana, RRCM, parâmetros urbanísticos, cadastro imobiliário, meio ambiente, gestão da certificação, codificação do vértice de divisa, vínculo do posicionamento dos vértices do SGB, dentre outros.

De acordo com a Norma, os vértices da RRCM são hierarquizados em:

- Marcos superiores: derivam somente das estações geodésicas do SGB;
- Marcos principais: aqueles que derivam dos marcos superiores; e,
- Marcos de apoio: derivam de outros pontos de apoio que fazem parte da mesma rede geodésica.

Mesmo sem data definida, está previsto a criação de um cadastro para os profissionais habilitados a realizar o georreferenciamento de imóveis urbanos, análogo ao que ocorre para o georreferenciamento de imóveis rurais no INCRA. Os profissionais credenciados que atuam no âmbito do cadastro de imóveis rurais e desejarem realizar esta atividade em domínio urbano manterão seus códigos no SINTER (CONFEA, 2017).

A Norma também estabelece os tipos de vértices da RRCM e seus códigos de identificação respectivos. O Quadro 1 mostra o resumo desses vértices e a precisão exigida.

Quadro 1 - Resumo dos tipos de vértices proposto para o georreferenciamento urbano

Tipo de Vértice	Código do Vértice	Deteção e Mensuração	Acurácia
Marco	M	Ocupação direta com instrumento ou deteção e mensuração acurada em imagem ou nuvem de pontos	0,08 m
Ponto	P		0,24 m
Ponto de Referência	R		não definido
Virtual	V	Deteção e mensuração acurada em imagem ou nuvem de pontos	0,24 m

Fonte: Adaptado de CONFEA (2017)

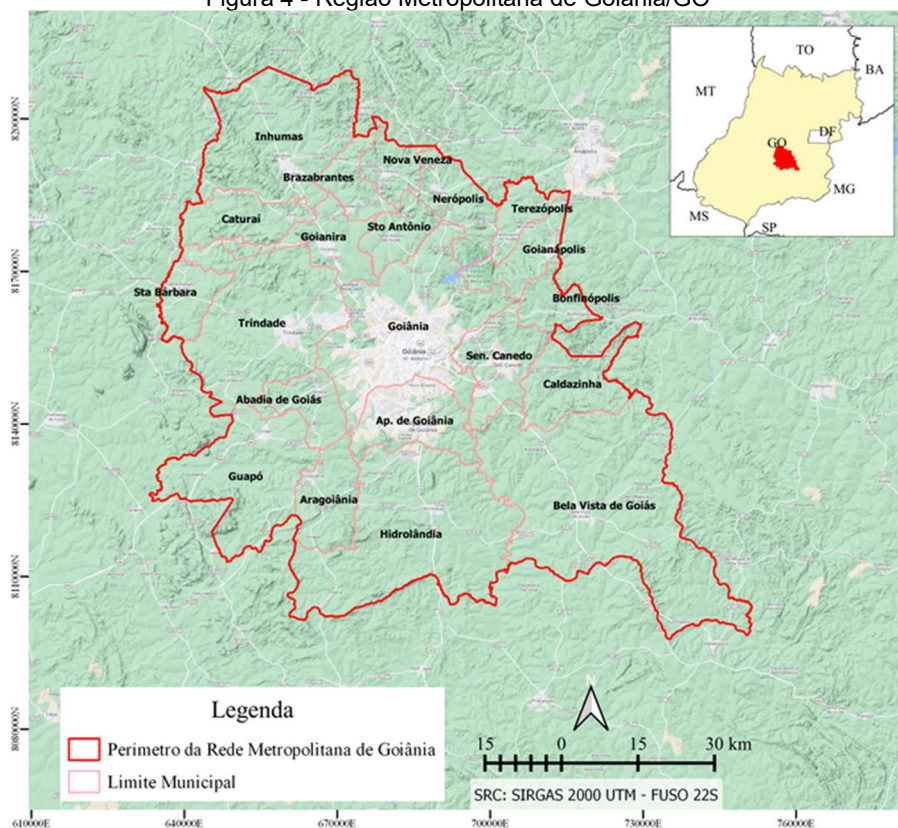
Os critérios principais para vinculação do posicionamento dos vértices da RRCM propostos no SINTER estabelecem que: o ajustamento da RRCM parte do SGB; os vértices devem ser localizados em posições diametrais e distar, no máximo, 50 km² da borda da rede. Caso não haja marcos do SGB suficientes dentro do perímetro municipal, deve-se implantar e homologar novos pontos segundo as orientações da Norma de Procedimentos de Levantamentos Geodésicos no IBGE. Outra consideração relevante será a migração da base de dados do SIGEF para o SINTER, de modo que os vértices certificados servirão também como injunções da RRCM (CONFEA, 2017).

4 METODOLOGIA

4.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

A Região Metropolitana de Goiânia é definida pela Lei Complementar Estadual nº 149 de 15 de maio de 2019, art. 1º e é composta por 21 (vinte e um) municípios, que partilham suas infraestruturas, domicílios e indústrias. Alguns municípios possuem conurbação com Goiânia e outros, determinado nível de relação econômica com a capital. Compreendem a RMG os municípios de Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Caturai, Goianápolis, Goiânia, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nerópolis, Nova Veneza, Santa Bárbara de Goiás, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo, Terezópolis de Goiás e Trindade (GOIÁS, 2019). A Figura 4 mostra os limites da RMG e dos municípios que fazem parte dessa região.

Figura 4 - Região Metropolitana de Goiânia/GO



Fonte: A autora (2019)

A RMG ocupa uma área de 7.483,57 km² e possui um perímetro de aproximadamente 656,40 km. A população estimada pelo IBGE para o ano de 2018 era de cerca de 2.571.600 habitantes e o Produto Interno Bruto (PIB) em 2016 foi de R\$ 1.116.863.932,63. Os principais cursos d'água que banham esta região são os rios Anicuns, João Leite e Meia Ponte, e as vias de maior fluxo que dão acesso à capital são a BR-153, GO-020 / BR-352, BR – 060 e GO – 070.

Cerca de 50% dos municípios que compõem a RMG possui índice de urbanização acima de 90% e o restante, por seu lado, apresenta taxas abaixo de 75% caracterizada pelo predomínio de atividades rurais – entre eles, Abadia de Goiás, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Brazabrantas, Caldazinha, Hidrolândia e Santa Bárbara de Goiás (IPEA, 2015).

As atividades econômicas da RMG são desenvolvidas, em grande maioria, na capital, porém, os perfis econômicos existentes diferenciam-se entre os municípios, ao passo que, alguns possuem atividades agropecuárias significativas, contrastando com outros que acabam servindo como cidades-dormitório, em função da forte dependência de Goiânia (IPEA, 2015).

O crescimento da população e a conservação da qualidade de vida desses habitantes, exigem constantes investimentos na infraestrutura urbana. Cabe à gestão pública então, planejar o ordenamento territorial municipal para facilitar a tomada de decisões no que se refere ao meio ambiente, saneamento básico, mobilidade e trânsito, etc. Dessa forma, evidencia-se que a RRCM é um instrumento importante para orientar a dinâmica espacial do território

4.2 Materiais

Para a execução desse estudo utilizou-se os seguintes programas computacionais e dados:

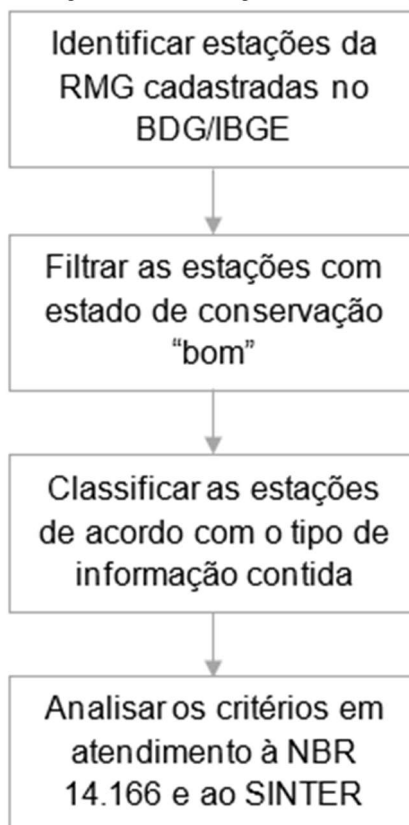
- Programas Google Earth Pro versão 7.3.2, Quantum GIS versão 3.4.5, e ArcGIS versão 10.2 disponíveis no IFG – Campus Goiânia;
- Dados das estações geodésicas do SGB disponíveis no Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE;

- Arquivo vetorial do perímetro urbano dos municípios que compreendem a RMG, disponibilizados pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG);
- Localidades públicas situadas na RMG, das quais são escolas públicas dos municípios da RMG mapeadas em 2013 pelo (SIEG); e,
- Pontos de Interesse da população do município de Goiânia (postos de saúde, escolas, hospitais, universidades, repartições públicas, igrejas, parques hospitais e praças).

4.3 Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram divididos em duas fases. A primeira fase consistiu em analisar a realidade atual da infraestrutura geodésica da RMG por meio do BDG/IBGE e de análises espaciais. Nessa fase foram realizadas as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 5.

Figura 5 - Fluxograma Metodológico da fase de pré-análise



Fonte: A autora (2019)

A primeira etapa executada consistiu em pesquisar no Banco de Dados Geodésicos do IBGE todas as estações geodésicas disponíveis da RMG. Nele foi possível identificar os tipos de estações (triangulação (VT), poligonação (EP), referência de nível (RN), gravimétricas (EG) ou SAT GPS) e suas características, como precisão, estado de conservação, data de última visita e método de aquisição das coordenadas. Para assegurar uma cobertura completa da RMG e diminuir a probabilidade de existirem regiões sem informação, levou-se também em consideração as estações situadas até 10 (dez) quilômetros além do limite da região de estudo.

Foram selecionadas e georreferenciadas no programa Quantum GIS as estações consideradas pelo IBGE em estado de conservação “BOM”. Posteriormente, em função da utilização e do tipo de marcos existentes, realizou-se o refinamento dessa seleção para diferenciar as Referências de Nível das demais estações.

Analizando o Banco de Dados Geodésicos foi verificado que as visitas realizadas pelo IBGE aconteceram entre os anos de 1949 e 2018. As coordenadas das estações geodésicas foram adquiridas por meios de técnicas que variam desde a determinação em cartas topográficas na escala 1:100.000, até o posicionamento com GPS Geodésico. Dessa forma há coordenadas com padrões de qualidade bastante diversos. Para diminuir a defasagem causada por este longo período de tempo, as estações foram classificadas de acordo com a data de visita, respeitando intervalos diferentes para as RN e demais estações, de modo que, os marcos geodésicos de RN visitados anteriormente ao ano de 1970, e as estações de triangulação, poligonação, gravimétricas e SAT GPS visitadas antes de 1990 foram desconsideradas, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Intervalos de classificação das Estações Geodésicas utilizadas

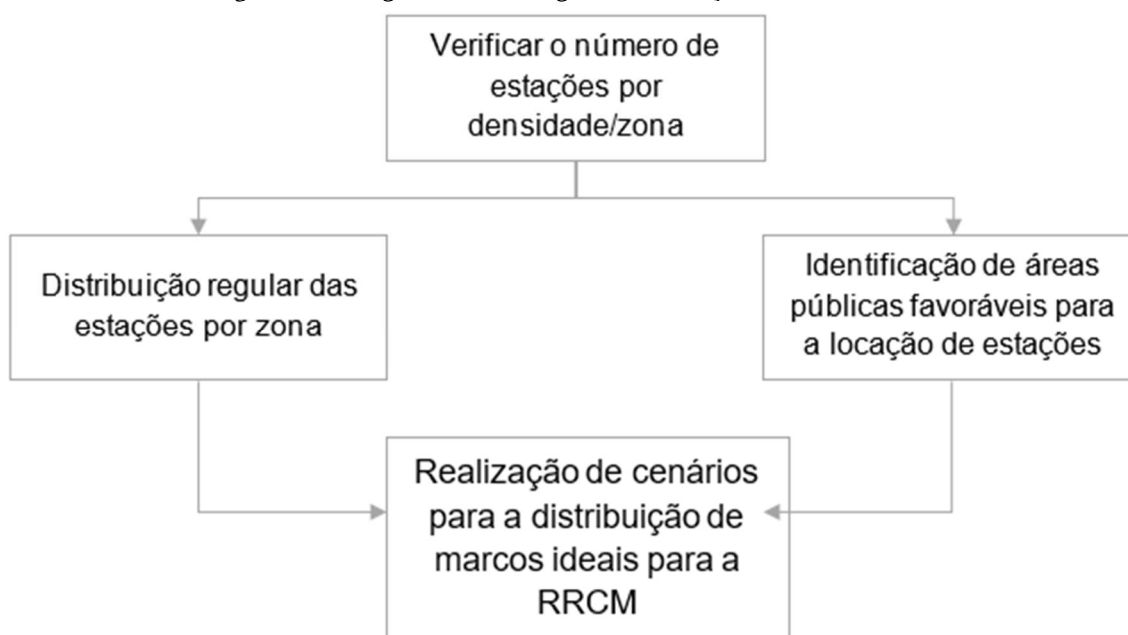
Tipo	Eliminadas	Utilizadas
RN	1949 - 1969	1970 - 2018
SAT, GPS, EG, VT, EP, DOP	1949 - 1989	1990 - 2018

Fonte: A autora (2019)

Por seguinte, foram realizadas análises espaciais para verificar se a quantidade, qualidade e distribuição dessas estações atendiam às especificações da RRCM e do SINTER.

A segunda fase da metodologia consistiu em realizar cenários de estruturação de uma RRCM nos moldes da NBR 14.166/1998 e do SINTER. As etapas metodológicas dessa fase são apresentadas na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma metodológico da realização de cenários



Fonte: A autora (2019)

A primeira etapa nessa segunda fase consistiu em verificar o número necessário de estações em função da densidade proposta na NBR 14.166/1998. A norma estabelece densidades distintas para as zonas urbana e rural, sendo recomendado uma densidade aproximada de um marco de apoio imediato para cada 3 km² nas áreas urbanizadas e, nas áreas rurais, de um para cada 16 km² a 50 km², na dependência da densidade demográfica de interferências e do uso e ocupação do solo. De acordo com a área de cada zona e da densidade definida foi calculado o número necessário de estações para as respectivas zonas.

Identificado o número necessário de estações, foi realizada a espacialização dessas estações nas respectivas zonas na forma de uma grade regular. Foram identificadas também as regiões favoráveis para a implantação de estações da RRCM

de acordo com o uso, optando-se por áreas públicas como escolas, prédios públicos e praças.

Após a avaliação do cenário existente, foram feitas simulações em ambiente SIG, para a distribuição de pontos na RMG que atendessem aos requisitos estabelecidos. Os cenários buscaram estabelecer uma diretriz para a implantação de futuros marcos, tanto para a componente planimétrica como para a altimétrica, utilizando o dado vetorial de perímetro urbano disponibilizado pelo SIEG como base para identificação das áreas urbanas de cada município.

Segundo a NBR 14.166/1998 deve ser realizado o diagnóstico de todas as estações do SGB situadas no município antes de determinar os locais de implantação de novos marcos geodésicos, para que se verifique a viabilidade de utilizar tais estações como pontos da infraestrutura geodésica municipal.

Os procedimentos para execução de coleta de dados em campo, obedecem ao Manual de Procedimentos Operacionais de Verificação de Estações Geodésicas (VEG) utilizado pelo IBGE. Tais procedimentos foram apresentados em um treinamento realizado na Unidade do IBGE-GO em Goiânia, no âmbito de uma parceria interinstitucional entre o IFG/Campus Goiânia e o IBGE para atualização do BDG-IBGE.

A VEG é definida como uma sequência de procedimentos técnicos realizados fundamentalmente em campo que tem por objetivo verificar a integridade das estações geodésicas, atualização da situação e dos dados descritivos (IBGE,2018).

Subdividida em três principais etapas, a execução da VEG consiste em avaliar o método de busca que melhor se adequa ao conjunto de dados a ser visitado (ver Quadro 3), seguir as orientações de classificação dos dados coletados em campo para preenchimento do formulário descritivo, apresentado no Anexo I, e por último, a inserção dos dados no Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados do IBGE onde será realizada a análise crítica para divulgação no BDG.

Quadro 3 - Resumo dos principais métodos de busca de Estações Geodésicas

Método	Descrição simplificada da técnica	Requisitos	Casos Indicados	Recomendações
Navegação por GPS (principal)	Navegação apoiado por GPS de Navegação	Receptor GPS disponível	Fonte de coordenada GPS de navegação ou GPS Geodésico	Utilizar as técnicas auxiliares sempre que necessário
Navegação por odômetro (principal)	Navegação com base na distância entre RRNN sucessivas	Distância entre RRNN sucessivas deve constar no descritivo de localização do ponto de partida	Qualquer fonte de coordenadas	Utilizar em trechos de rodovias, com características rurais
Interpretação de descritivos (auxiliar)	Interpretação das referências locais contidas nos descritivos	Usar o REG das estações como orientação	Indicada para todos os tipos de coordenadas	Devem ser empregadas como técnicas auxiliares ao método principal escolhido
Entrevista com a população (auxiliar)	Interação com os informantes locais contidas nos descritivos	Não há requisitos prévios		

Fonte: Adaptado de IBGE (2018)

Ainda na etapa de coleta de dados em campo, cabe ressaltar que além do preenchimento correto do formulário de apoio à VEG, devem ser obtidas três fotografias denominadas de identificação, situação e referência que incorporarão o REG, facilitando a localização das estações com elementos de referência recentes.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Em ambiente SIG, realizou-se a identificação das estações existentes no BDG, e observou-se que a área de influência da RMG considerada no estudo possui um total de 590 estações, sendo 303 em bom estado de conservação e visitadas entre 1949 e 2018. A Tabela 1 apresenta um resumo das informações obtidas na pesquisa ao BDG, onde são contabilizadas as estações de acordo com o estado de conservação (bom, destruído ou não encontrado), como também o ano visitação mais recente e mais antiga para as estações em bom estado de conservação.

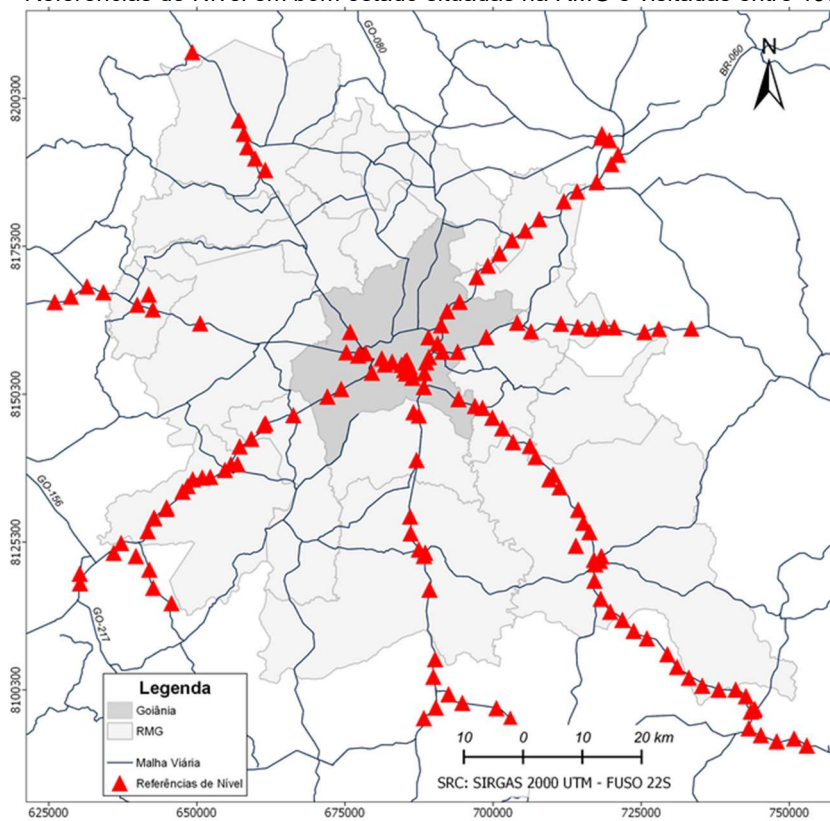
Tabela 1 - Informação das estações geodésicas disponíveis na Região Metropolitana de Goiânia

Estado	Tipo de Estação					
	RN	SATGPS	DOP	VT	EP	EG
Bom	204	34	3	32	2	28
Destruído	24	0	0	8	0	5
Não encontrado	73	0	0	0	1	176
Total	301	34	3	40	3	208
Visita mais antiga	1949	1993	1980	1971	1971	1990
Visita mais recente	2018	2017	1981	2007	2007	2017

Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

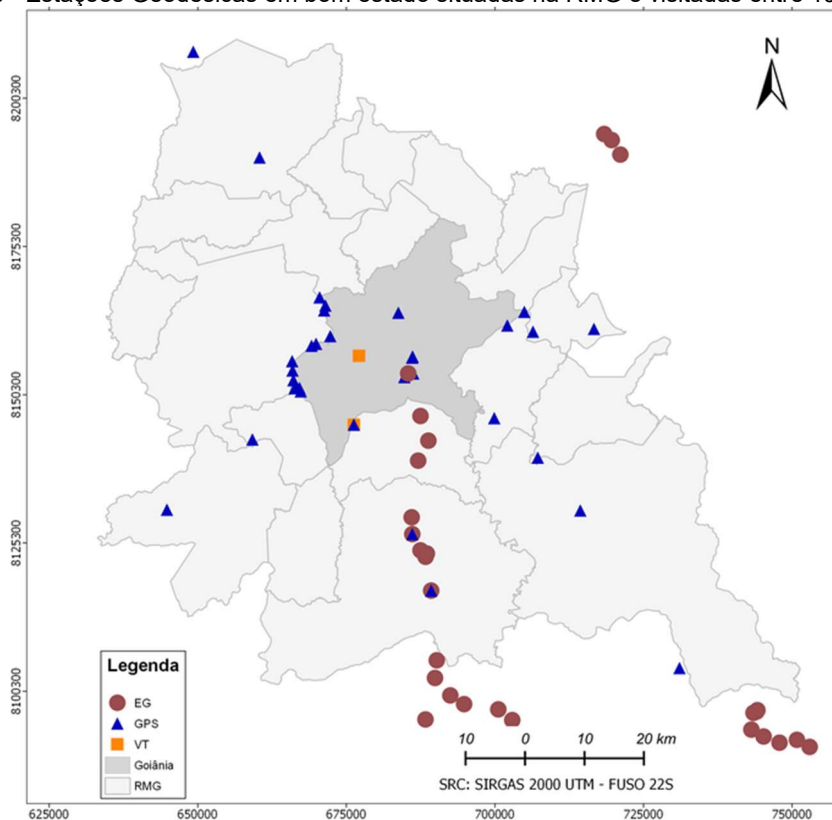
O refinamento da seleção das estações geodésicas em bom estado de acordo com os intervalos mencionados no Quadro 2, resultou em um total de 216 marcos dos quais, 152 marcos são do tipo RN, 2 Vértices de Triangulação, 34 SAT GPS, e 28 Estações Gravimétricas. Três estações do tipo Doppler e duas de Poligonação foram eliminadas devido às suas visitas terem sido realizadas entre as décadas de 1970 e 1980. As Figura 7 a Figura 8 mostram a disposição dessas estações na RMG.

Figura 7 - Referências de Nível em bom estado situadas na RMG e visitadas entre 1970 e 2018



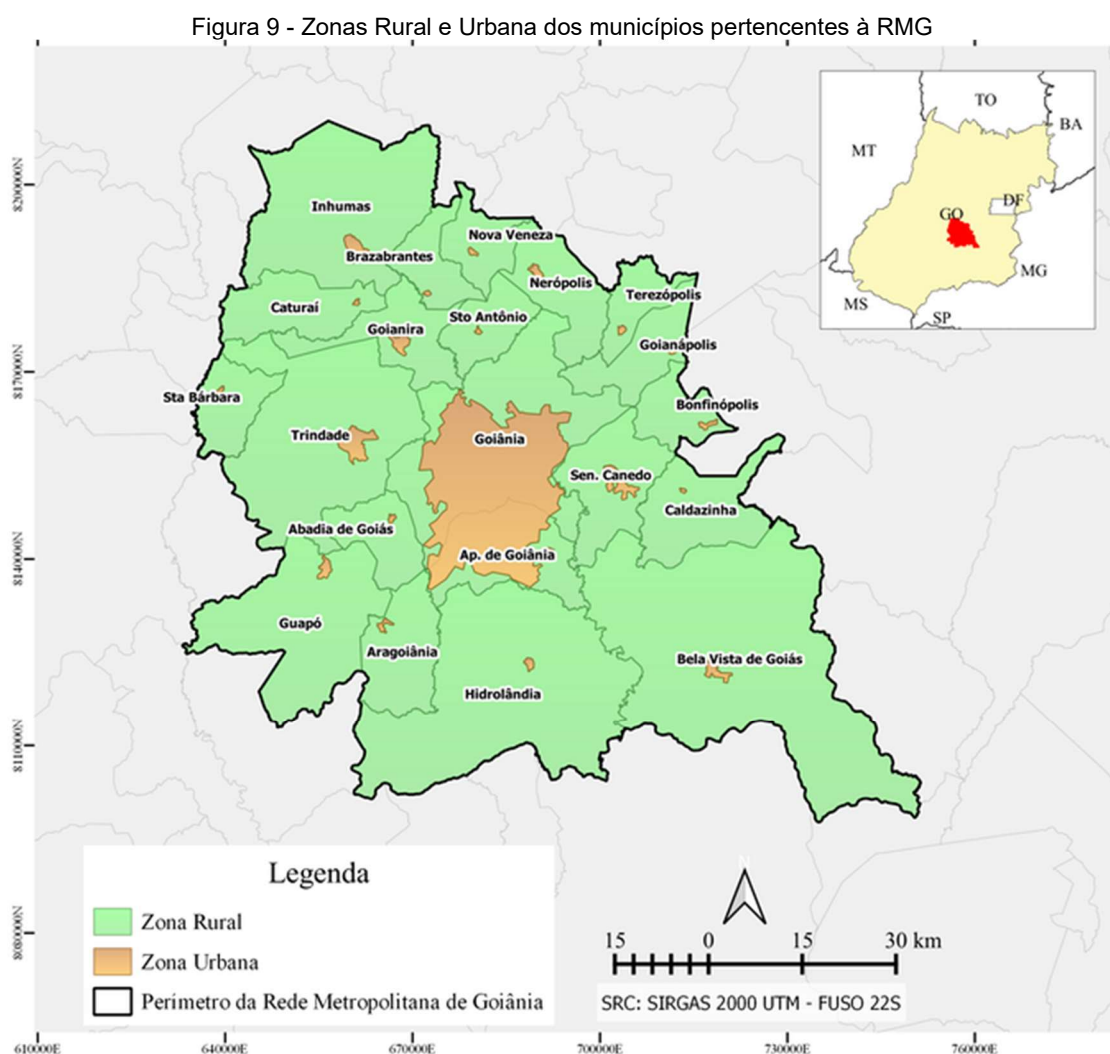
Fonte: A autora (2019)

Figura 8 - Estações Geodésicas em bom estado situadas na RMG e visitadas entre 1990 e 2018



Fonte: A autora (2019)

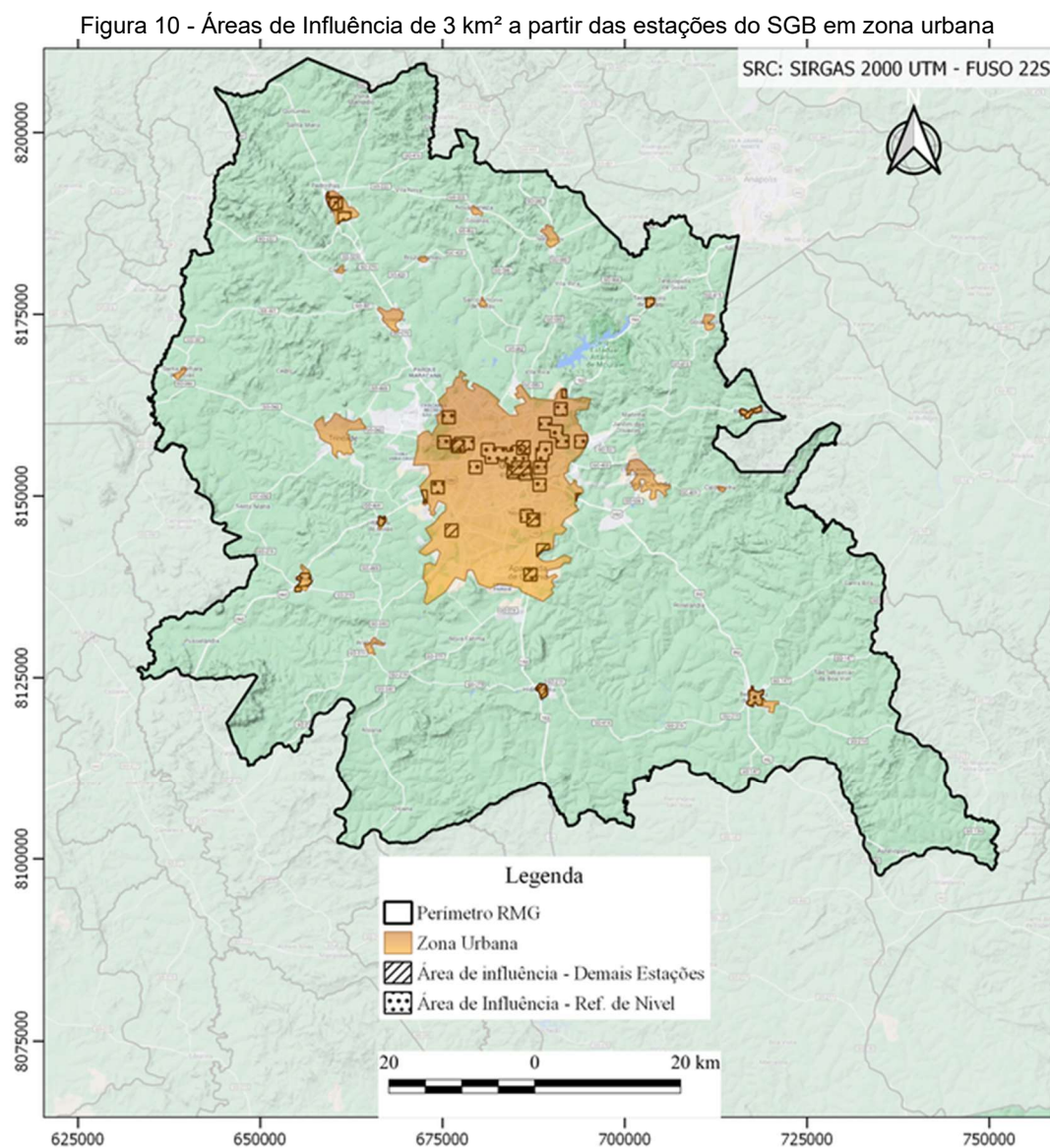
Com base nos dados de perímetro urbano, determinou-se as áreas de zona rural de todos os municípios da RMG, de forma que permitisse analisar os critérios da NBR 14.166/1998 segundo cada realidade. Considerando esses dados, a área urbana da RMG corresponde ao total de aproximadamente 601,42 km² e o restante considerando a área rural equivale a aproximadamente 6.882,18 km². A Figura 9 representa as zonas urbana e rural para cada um dos municípios pertencentes à RMG.



Fonte: A autora (2019)

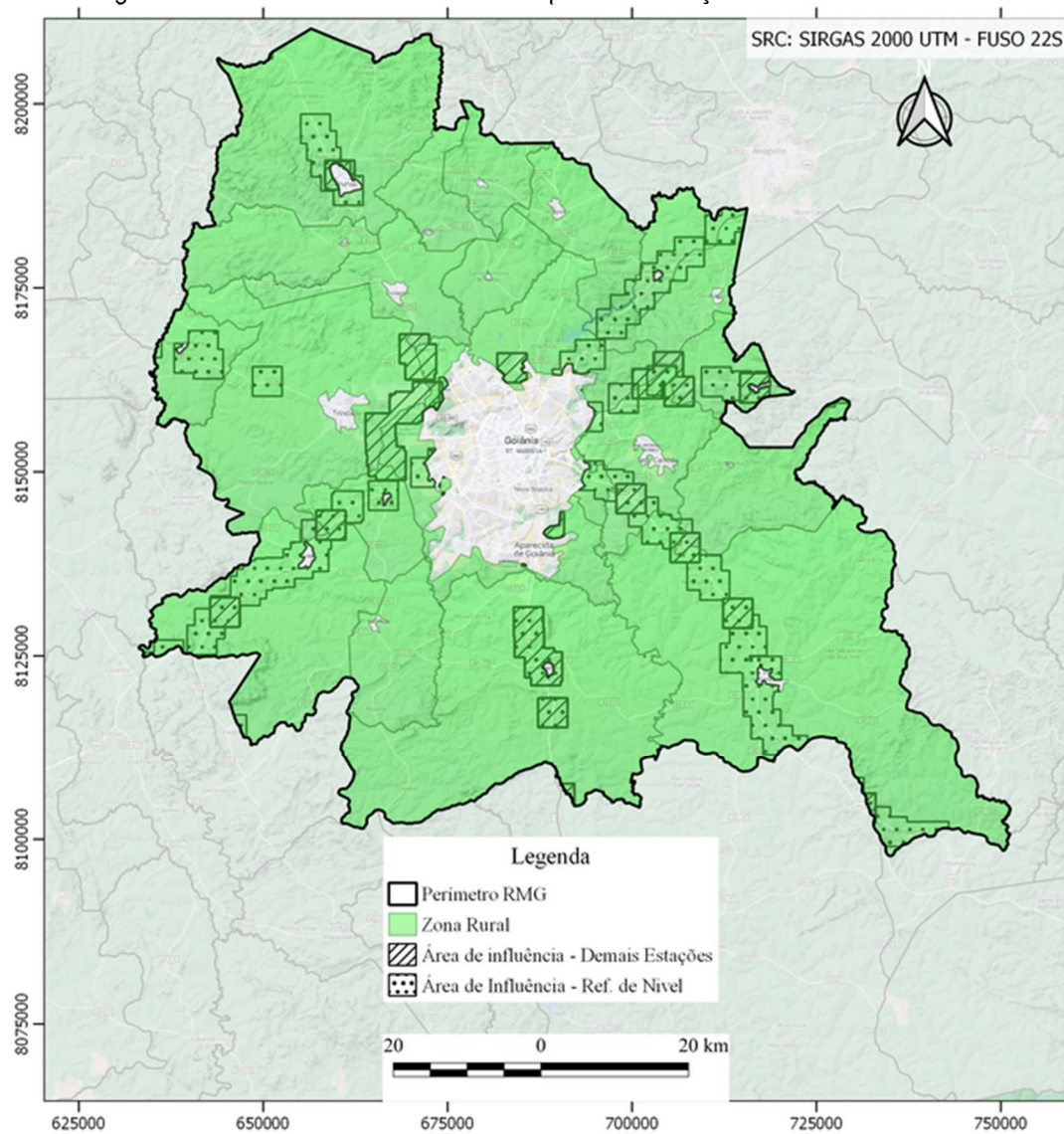
Na sequência, realizou-se a análise quanto à densidade de pontos necessários por quilômetro quadrado para implantação da RRCM, utilizando o número de estações existentes no BDG. Constatou-se que a RMG não dispõe de um montante de estações suficientes para as necessidades de posicionamento, mapeamento e cadastro de seus municípios, conforme preconiza a NBR 14.166/1998.

Nesta análise geraram-se áreas de influência de 3 km² em zona urbana, e 16 km², 33 km² e 50 km² em zona rural a partir das estações geodésicas do SGB, de modo a identificar as regiões atendidas por essa rede geodésica. As Figuras 10 a 13 mostram os resultados dessa etapa.



Fonte: a autora (2019)

Figura 11 - Área de Influência de 16 km² a partir das estações do SGB em zona rural



Fonte: a autora (2019)

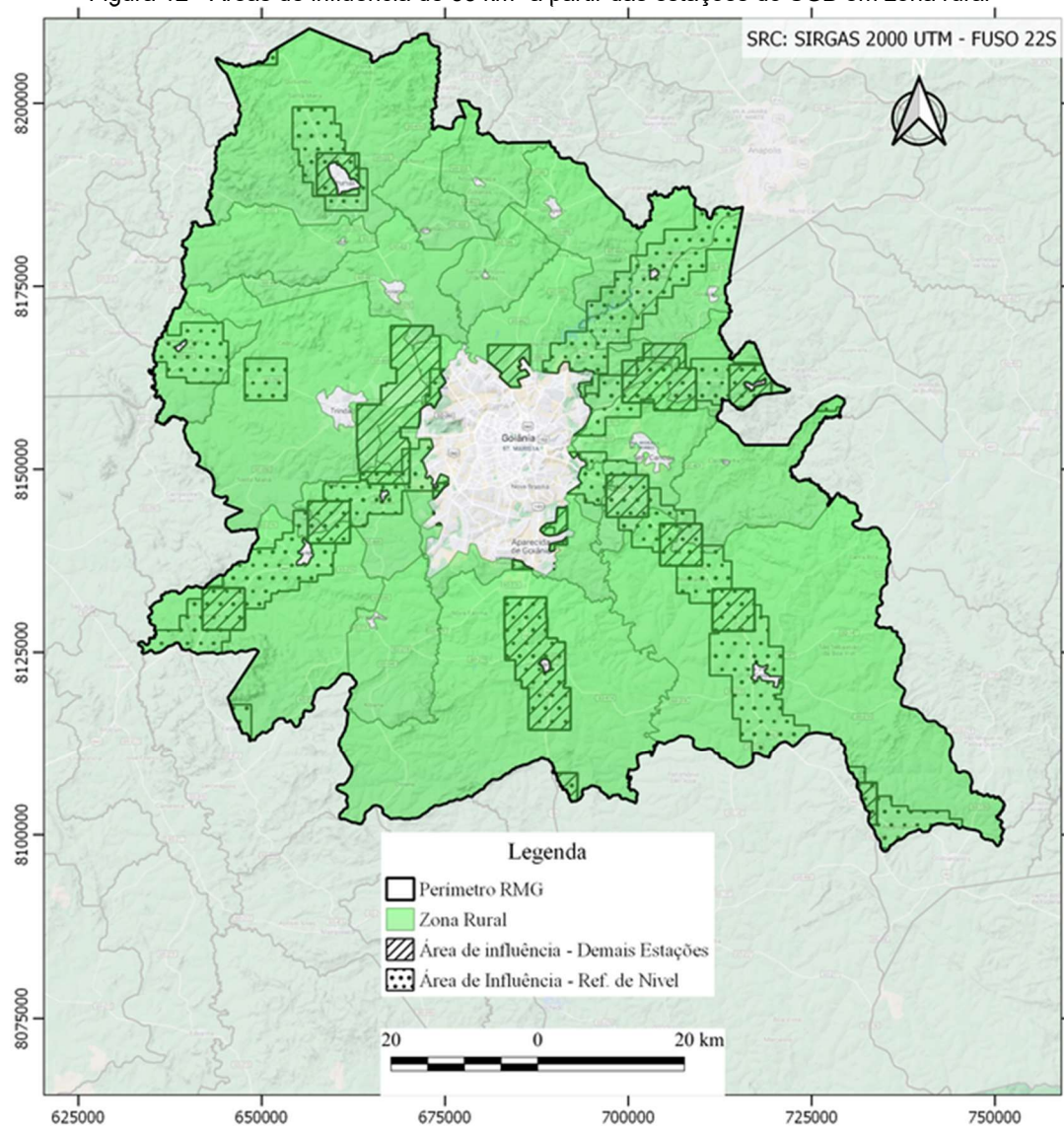
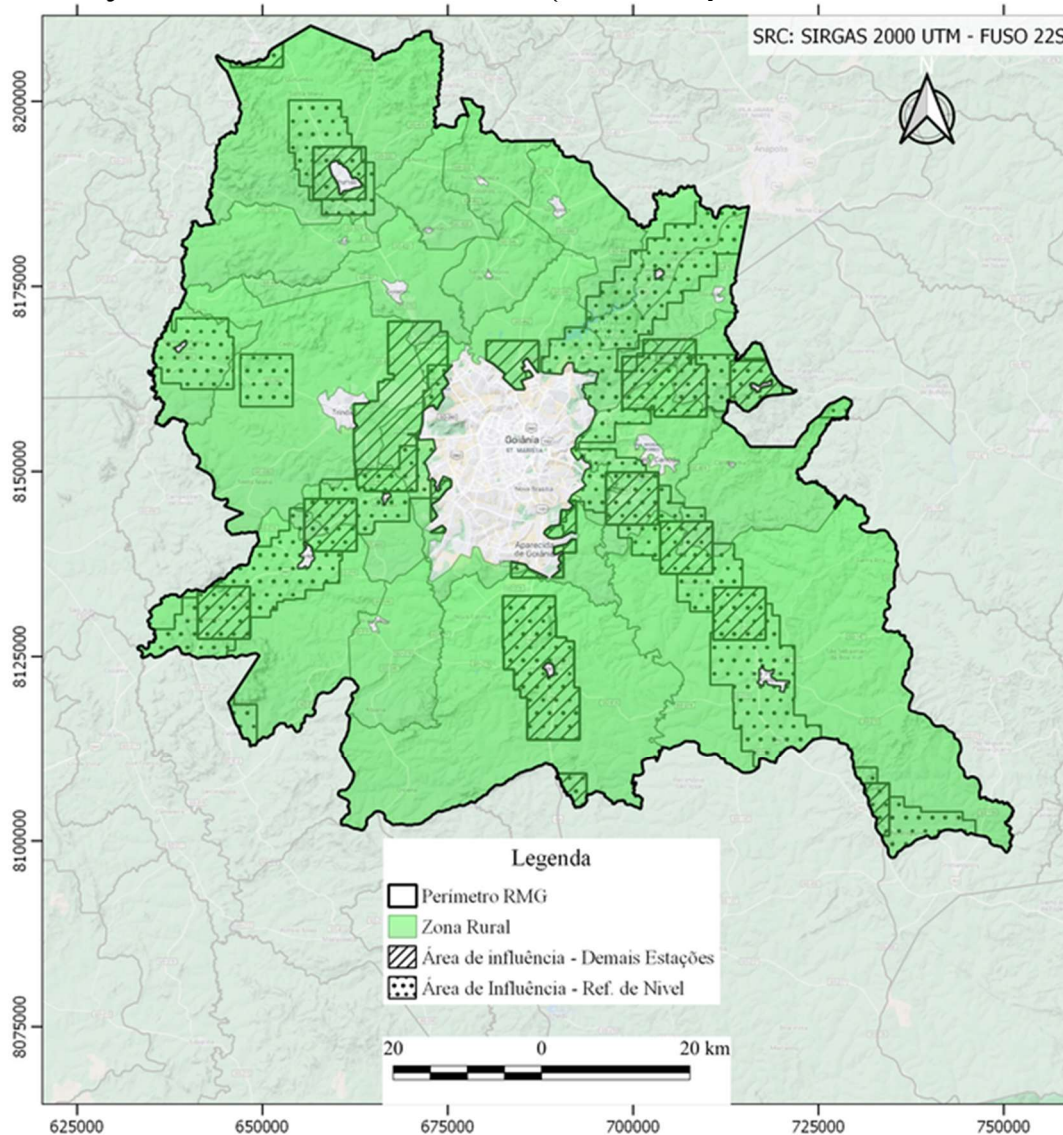
Figura 12 - Áreas de influência de 33 km² a partir das estações do SGB em zona rural

Figura 13 - Áreas de Influência de 50 km² a partir das estações do SGB em zona rural

Fonte: a autora (2019)

A NBR 14.166/1998 recomenda que a densidade de pontos de apoio imediato seja de 1 ponto para cada 3 km² em zona urbana e para 16 a 50 km² em zona rural, e por isso, o montante de estações necessárias para implantação da RRCM foi calculado considerando os perímetros de zona urbana e rural separadamente. A Tabela 2 dispõe o resumo da quantidade de estações necessárias por município com base na área dessas zonas. Para os municípios que possuem área menor que 3 km², atribuiu-se um marco para garantir o apoio geodésico na zona urbana, e nos demais cenários arredondou-se a quantidade de marcos para o número inteiro acima mais próximo

Tabela 2 - Quantidade Mínima de Pontos de Apoio Imediato necessários para implantação da RRCM da RMG

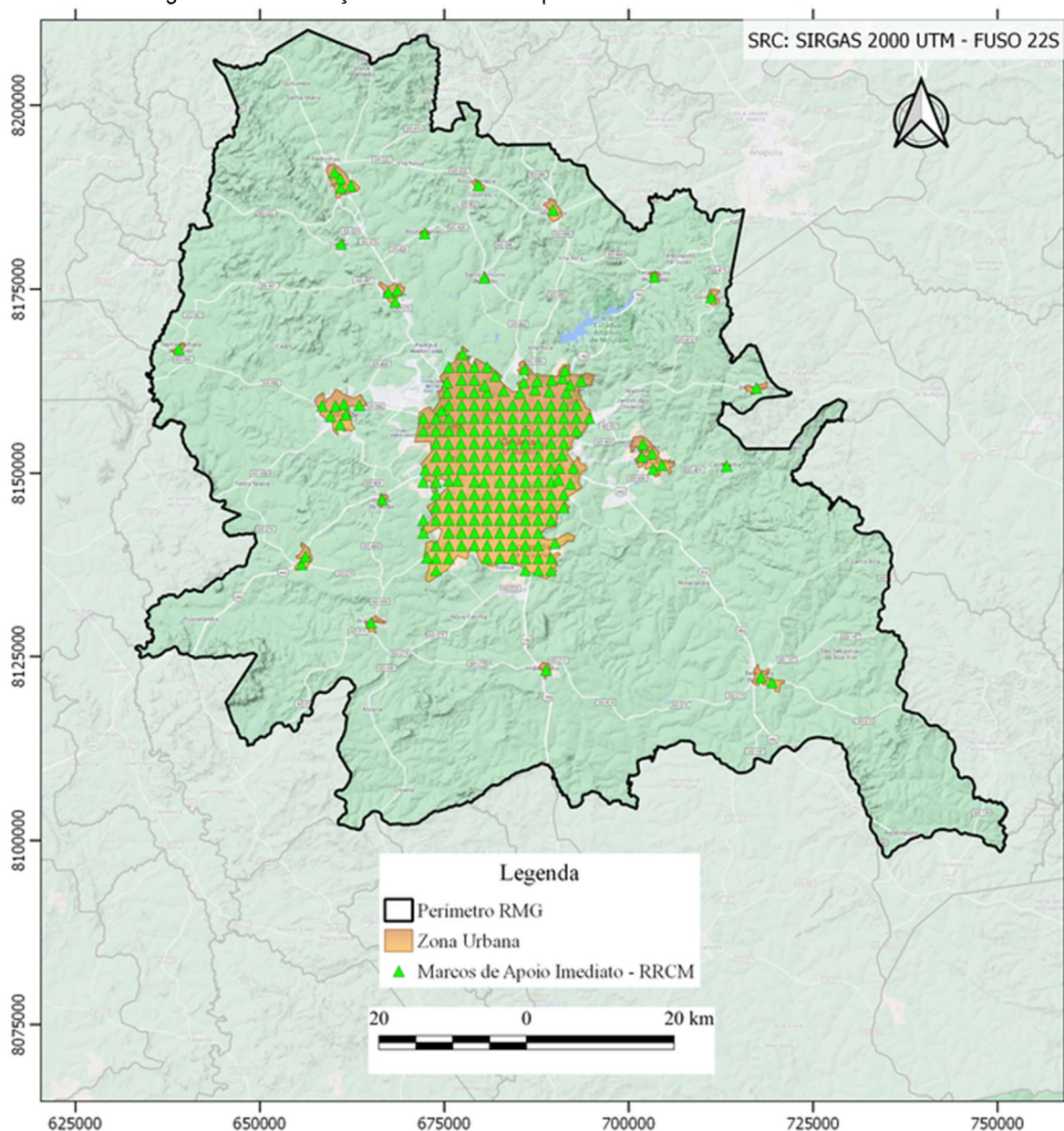
Município	Área Zona Urbana (km²)	Área Zona Rural (km²)	Marcos 3 km²	Marcos 16 km²	Marcos 33 km²	Marcos 50 km²
Abadia de Goiás	1,263	145,997	1	10	5	3
Aragoiânia	2,177	215,424	1	14	7	5
Bela Vista de Goiás	6,013	1270,537	3	80	39	26
Bonfinópolis	2,179	119,166	1	8	4	3
Brazabrantes	0,707	123,833	1	8	4	3
Caldazinha	0,525	251,697	1	16	8	6
Caturai	0,710	205,866	1	13	6	4
Goianápolis	2,313	389,009	1	25	12	8
Goiânia / Ap. de Goiânia	519,072	272,678	174	18	9	6
Goianira	6,158	195,862	3	13	6	4
Guapó	4,699	512,575	2	33	16	11
Hidrolândia	2,133	952,084	1	60	29	20
Inhumas	10,395	602,707	4	38	19	13
Nerópolis	4,039	200,220	2	13	7	5
Nova Veneza	1,197	121,580	1	8	4	3
Santa Bárbara de Goiás	1,281	231,719	1	15	8	5
Santo Antônio de Goiás	0,750	139,422	1	9	5	3
Senador Canedo	13,578	133,905	5	9	5	3
Terezópolis de Goiás	1,370	106,725	1	7	4	3
Trindade	20,860	691,171	7	44	21	14
Total	601,419	6990,428	212	441	218	145

Fonte: A Autora (2019)

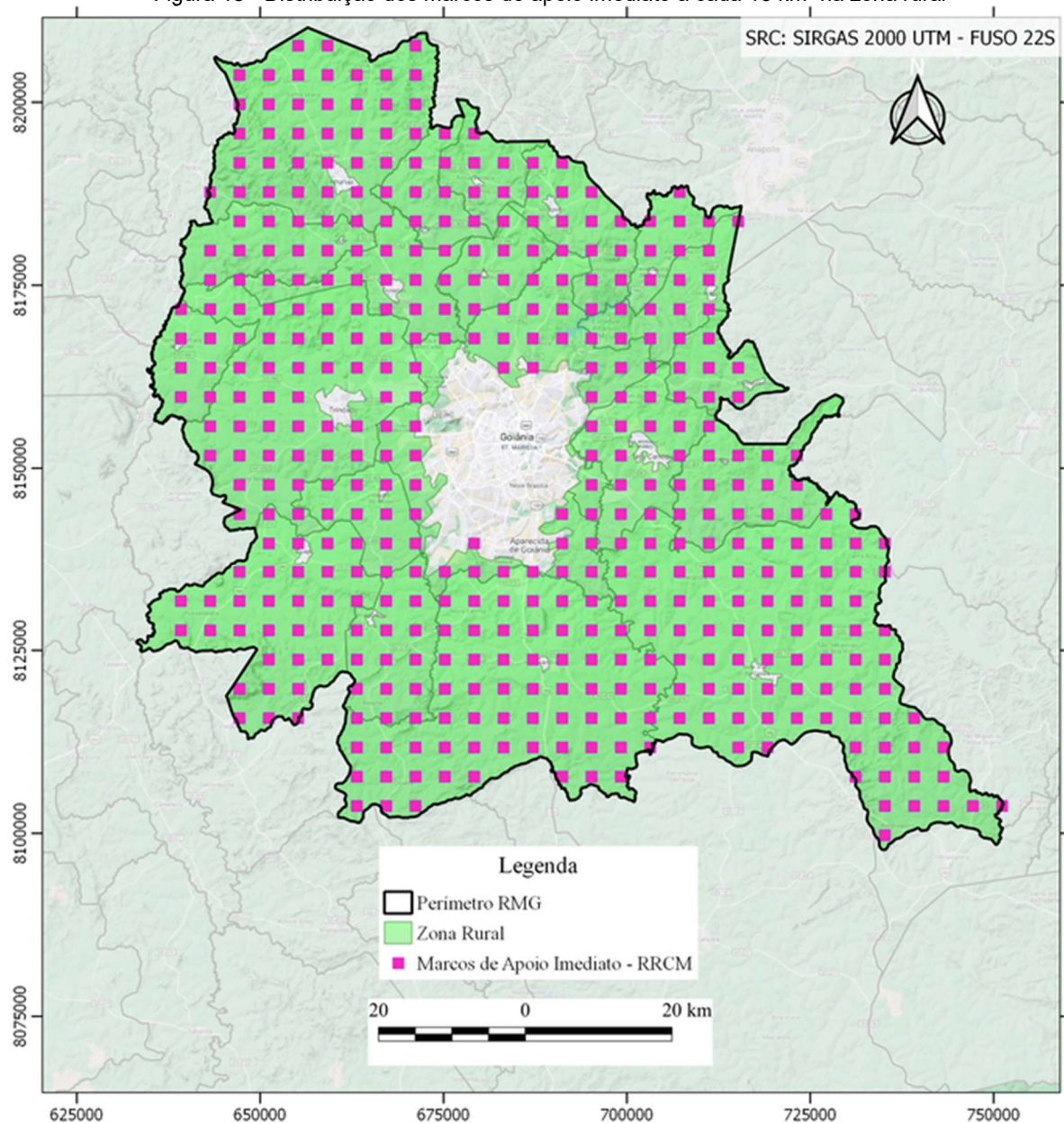
A distribuição espacial desses marcos foi viabilizada utilizando o programa ArcGIS, onde gerou-se a distribuição de acordo com o espaçamento necessário para atender o critério de densidade. Os marcos foram remanejados quando necessário para atender ao critério quanto à localização em locais públicos e de fácil acesso. Os dados vetoriais de localidades disponibilizados pelo SIEG e Prefeitura de Goiânia orientaram esse reposicionamento para locais onde estão escolas públicas, praças, hospitais, igrejas e repartições públicas em toda a RMG.

As Figuras 14, 15, 16 e 17 mostram o resultado desse processo, apresentando os cenários de distribuição dos marcos de apoio imediato com a densidade de uma estação para cada 3 km² em zona urbana e 16 km², 33 km² e 50 km² para zona rural.

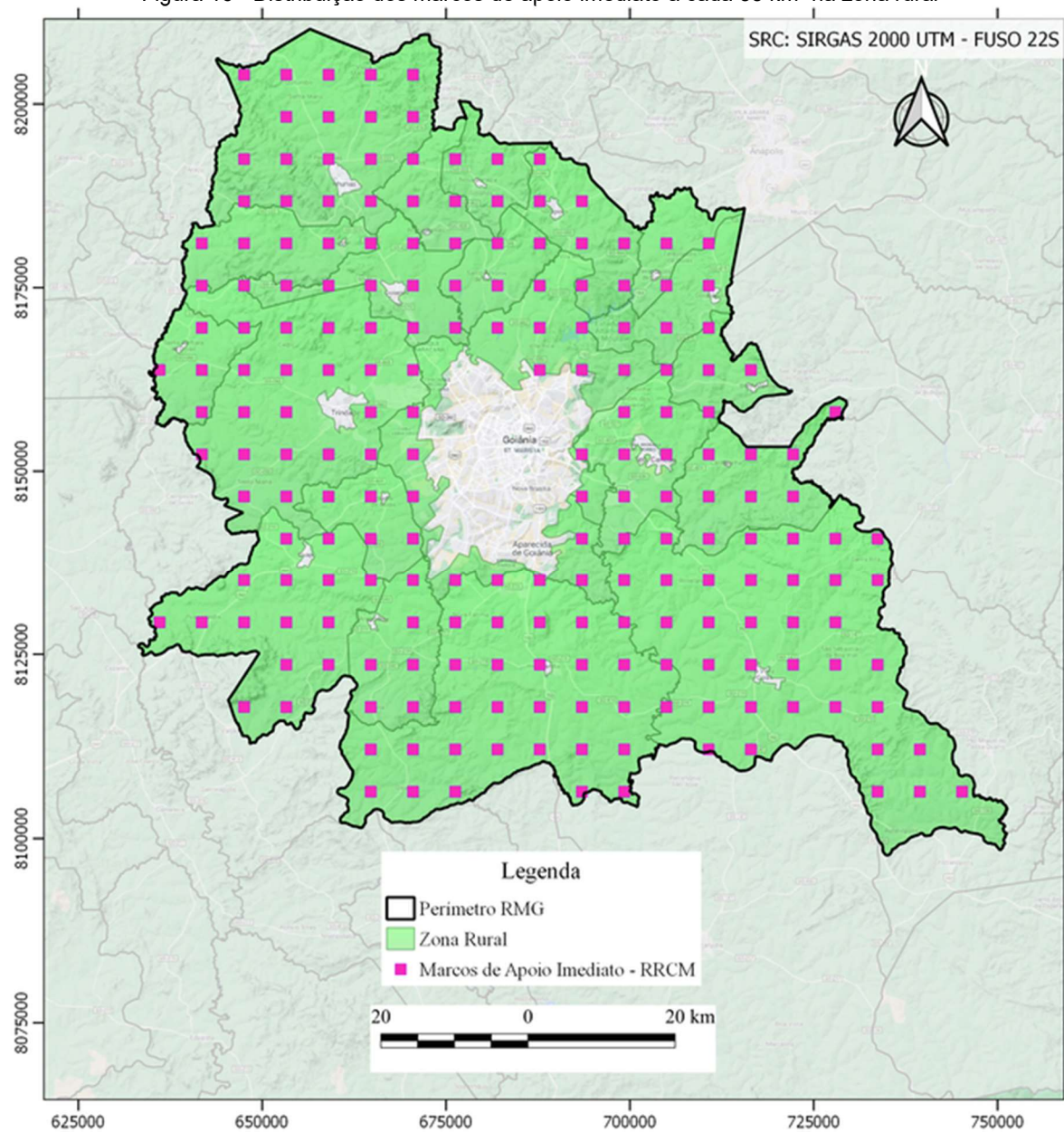
Figura 14 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 3 km² na zona urbana



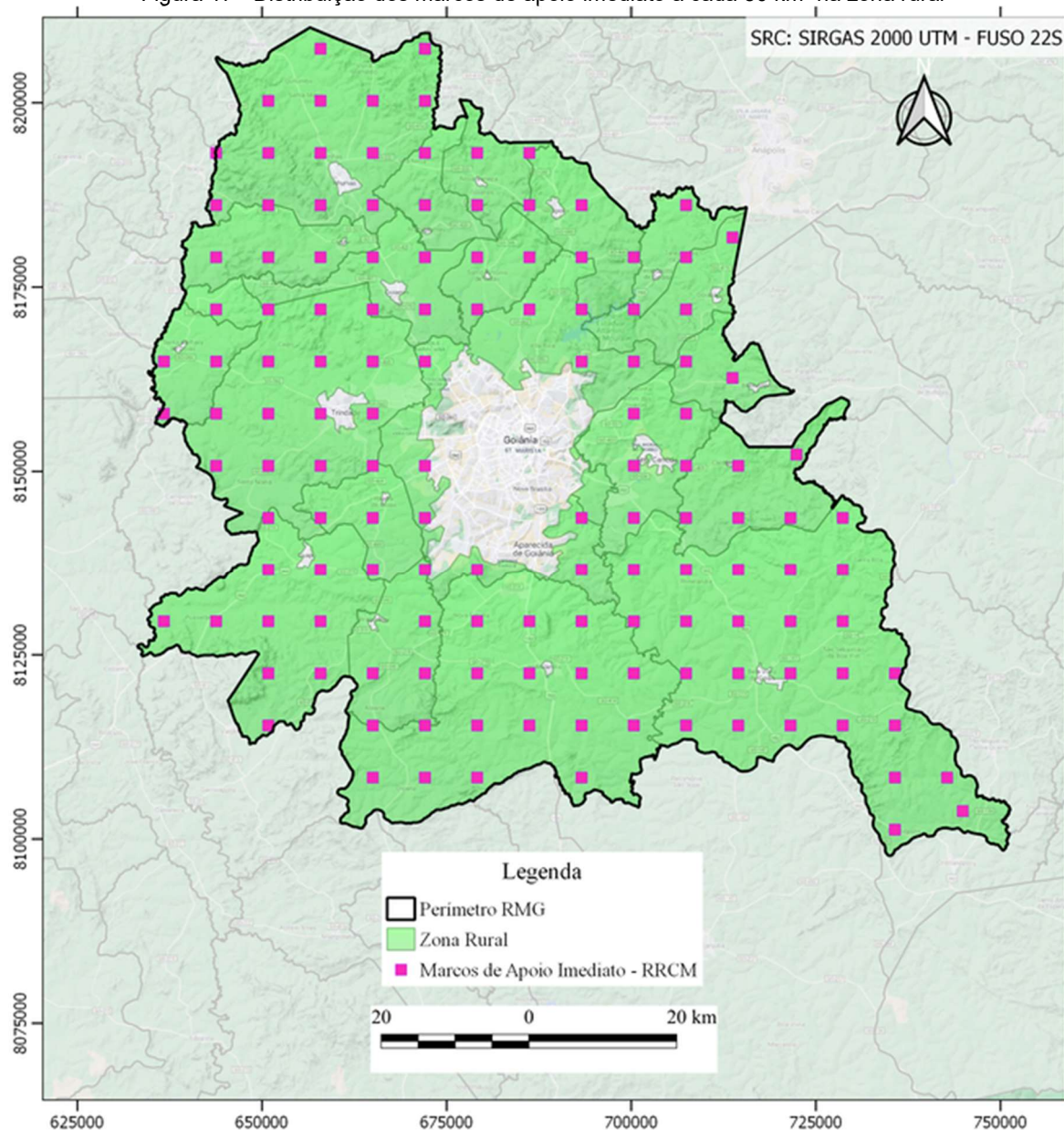
Fonte: A autora (2019)

Figura 15 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 16 km² na zona rural

Fonte: O autor (2019)

Figura 16 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 33 km² na zona rural

Fonte: A autora (2019)

Figura 17 - Distribuição dos marcos de apoio imediato a cada 50 km² na zona rural

Fonte: A autora (2019)

No total, foi simulada a distribuição de 212 marcos geodésicos de apoio imediato em zona urbana com densidade de um ponto para cada 3 km². Para a zona rural foi simulada a distribuição de 441 pontos com densidade de um para cada 16 km², 218 pontos considerando um para cada 33 km² e 145 no cenário simulado de um ponto para cada 50 km².

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia apresentada neste trabalho objetivou avaliar a rede geodésica existente, bem como auxiliar a viabilidade de implantação da RRCM na Região Metropolitana de Goiânia, baseando-se no uso de Sistemas de Informações Geográficas e noções sobre Geodésia para que a distribuição dos marcos atendesse todos os requisitos estabelecidos na NBR 14.166/1998 e os futuros Manuais Operacionais do SINTER que estão sendo elaborados.

Com base nos dados levantados, constatou-se que a rede geodésica existente dentro do perímetro da RMG composta pelos marcos do SGB não supre as necessidades no que diz respeito às atividades relacionadas a mapeamento cadastral e implantação de obras de engenharia, em geral.

Foram realizadas simulações para a distribuição ideal dos marcos de apoio imediato, nas quais se priorizou o critério de localização, onde os mesmos deveriam serem materializados em ambientes públicos e de fácil acesso, e por isso utilizou-se os dados referentes à localização de escolas públicas e pontos de interesse considerados importantes pelo poder público como, por exemplo, praças, hospitais, igrejas, parques e repartições públicas em geral.

Os cenários realizados para simular a distribuição dos marcos da RRCM, podem ainda assim serem remanejados para outras áreas, visto que a gestão municipal deve ponderar as necessidades cartográficas de cada município, como também a viabilidade de implantação dessa rede de apoio geodésico.

Salienta-se que este trabalho compõe somente uma das partes que devem ser executadas no processo de implantação de uma RRCM. As demais etapas são realizadas por equipes multidisciplinares que visam harmonizar as esferas jurídicas, técnicas e socioeconômicas dos diferentes municípios que compõem a RMG.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR nº 14.166. **Rede de Referência Cadastral Municipal**: Procedimento. Rio de Janeiro, 30 set. 1998. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3961>. Acesso em: 30 mar. 2019.

BRASIL. Decreto n. 8.764, de 10 de maio de 2016. Institui o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais e regulamenta o disposto no art. 41 da Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. **Diário Oficial da União**, 10 de maio de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8764.htm. Acesso em: 26 abr. 2019.

BRASIL. Decreto n. 9.310, de 15 de março de 2018. Institui as normas gerais e os procedimentos aplicáveis à Regularização Fundiária Urbana e estabelece os procedimentos para a avaliação e a alienação dos imóveis da União. **Diário Oficial da União**, 15 de março de 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9310-15-marco-2018-786319-publicacaooriginal-155038-pe.html>. Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Lei Federal n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 10 de julho de 2001a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 14 mar. 2019.

BRASIL. Lei Federal n. 10.267, de 28 de agosto de 2001. Altera os dispositivos das Leis nºs 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739 de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 28 de agosto de 2001b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10267.htm. Acesso em: 14 mar. 2019.

BRASIL. Lei Federal n. 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 11 de julho de 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13465.htm. Acesso em: 5 jun. 2019.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria Ministerial n. 511, de 07 de dezembro de 2009. **Diário Oficial**. Brasília, 08 de dezembro de 2009. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/portaria-511-2009_217279.html. Acesso em: 14 mar. 2019.

BUENO, R. F.. **Rede de Referências Cadastrais para Municípios. MUNDOGEO Webinars**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5IXXMfA5zFw>. Acesso em: 20 mai. 2019.

CONFEA, CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA. **Norma de Engenharia para Georreferenciamento Urbano no Brasil**. 1. ed. Brasília, 2017. Disponível em: https://paranainterativo.pr.gov.br/gerenciadorConteudo/images/publicacoes/CARTILHA_CADASTRO_URBANO_NO_BRASIL.pdf. Acesso em: 14 mar. 2019.

ERBA, D. A.; LOCH, C. **Cadastro Técnico Multifinalitário Rural e Urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

GOIÁS. Lei Complementar n. 149, de 15 de maio de 2019. Altera a Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018, que dispõe sobre a Região Metropolitana de Goiânia, o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, cria o Instituto de Planejamento Metropolitano e dá outras providências.. **Diário Oficial da União**. Goiânia, 15 de maio de 2019. Disponível em: http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=23575. Acesso em: 5 jun. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ajustamento da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro - Relatório**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sad69.pdf. Acesso em; 5 jun. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Apresenta informações sobre posicionamento geodésico associado ao Sistema Geodésico Brasileiro**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico>. Acesso em: 29 nov. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ajustamento da Rede Planimétrica Brasileira em SIRGAS2000**. Rio de Janeiro; IBGE, 2006. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf. Acesso em: 30 nov. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resolução nº 1, de 25 de fevereiro de 2005. **Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resolução-PR nº 22, de 21 de julho de 1983. **Especifica as Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Manual do SIGEF**. 2013a. Disponível em: <https://sigef.incra.gov.br/documentos/manual/>. Acesso em: 4 jan. 2020.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 3. ed. Brasília: Coordenação Geral de Cartografia, 2013b. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/media/institucional/norma%20tecnica%20para%20georreferenciamento%20de%20imoveis%20rurais%203%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Relatório de Pesquisa: Caracterização e Quadros de Análises Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil. Região Metropolitana de Goiânia**. Rio de Janeiro: Assessoria de Planejamento e Articulação Institucional (Aspla), 2015. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/150820_74657_relatorio_analise_rm_Goiania.pdf. Acesso em: 20 nov. 2019.

LACERDA, S. M. Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais. In: **SEMINÁRIO DE AGRIMENSURA, REGISTROS PÚBLICOS E SINTER**, Recife: A MIRA, 2017. Disponível em: <https://www.amiranet.com.br/download/01-seminario-de-agrimensura-registros-publicos-e-sinter-recife-pe-68>. Acesso em: 18 nov. 2019.

LOCH, C. Cadastro Técnico Multifinalitário: instrumento de política fiscal e urbana. In: ERBA, D.A; OLIVEIRA, F. L; LIMA JÚNIOR, P.N. **Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro, 2005, p. 71-101.

MCCARTHY, D. D; PETIT, G. **IERS Technical Note nº 32**. Frankfurt, Alemanha: IERS conventions (2003), 2004. Disponível em: <http://www.iers.org/iers/publications/tn/tn32/>. Acesso em: 5 jun. 2019.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS**: descrição, fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 476 p.

PEREIRA, C. C. **A importância do Cadastro Técnico Multifinalitário para Elaboração de Planos Diretores**. Florianópolis, 2009. Dissertação (Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92748/263546.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 nov. 2019.