

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

PATRICK DE SOUZA GOMES

**IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS URBANAS NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL PARA USO DIRETO DAS ESTAÇÕES
DE RBMC COMO VÉRTICE DE CONTROLE**

**Itaqui
2023**

PATRICK DE SOUZA GOMES

**IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS URBANAS NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL PARA USO DIRETO DAS ESTAÇÕES
DE RBMC COMO VÉRTICE DE CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Orientadora: Profa. Dra. Leydimere Janny Cota Oliveira

Coorientador: Prof. Me. Marcelo Jorge de Oliveira

**Itaqui
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

G633i Gomes, Patrick de Souza

Identificação das áreas urbanas no estado do RIO GRANDE DO
SUL para uso direto das estações de rbmc como vértice de
controle / Patrick de Souza Gomes.

25 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA,
2023.

"Orientação: Leydimere Janny Cota Oliveira".

1. Uso direto das estações rbmc como vértice de controle.
I. Título.

PATRICK DE SOUZA GOMES

**IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS URBANAS NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL PARA USO DIRETO DAS ESTAÇÕES
DE RBMC COMO VÉRTICE DE CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 12 de julho de 2023.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Leydimere Janny Cota Oliveira

Orientadora
(UNIPAMPA)

Prof. Me. Marcelo Jorge de Oliveira

Coorientador
(UNIPAMPA)

Prof. Dr. Rolando Larico Mamani

(UNIPAMPA)

Dedico este trabalho aos meus pais.

AGRADECIMENTO

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pela proteção e saúde nesses anos de graduação, por sempre ter me ajudado a me manter forte para encarar todos os desafios e conseguir cumprir com meus objetivos.

Não poderia esquecer de agradecer a minha família, que sempre esteve ao meu lado nos bons e maus momentos, dando todo o apoio que precisei nessa caminhada, minha mãe Leonir, meu pai Gilmar e meus irmãos Marcéli, Gilmar e Kethelyn, também não poderia esquecer minha avó Guiomar, que infelizmente não está mais entre nós, mas foi a primeira pessoa a me incentivar na faculdade, sem essa base eu não teria chegado tão longe.

Também não poderia esquecer os meus colegas de estudos, Thiago e Maiara.

Agradeço a todos os professores que me deram aula, principalmente aos meus orientadores Leydimere e Marcelo Jorge.

Por fim, agradeço a Universidade Federal do Pampa por ser minha segunda casa durante a minha graduação.

RESUMO

Este estudo teve como principal objetivo identificar as áreas urbanas potenciais no estado do Rio Grande do Sul para uso direto das estações RBMC como vértice de controle. Também se buscou quantificar e mapear as áreas urbanas que podem ser levantadas com tempos de rastreamento de até 5, 15 e 30 minutos no estado. Para alcançar esse objetivo, foram empregadas ferramentas de geoprocessamento para análise de proximidade (buffer) e de sobreposição (interseção), toda a análise espacial foi executada no software ArcGIS. Considerando-se o buffer de 5 km, apenas a cidade de Cerro Largo teve a totalidade de seu território distante até 5 km de uma estação RBMC. Já com o buffer de 10 km, várias localidades apresentaram a totalidade de suas áreas num raio de até 10 km de uma estação RBMC, são elas: Alegrete, Pains, Cerro Largo, Salvador das Missões, São Francisco, Esteio, Sapucaia do Sul, Passo do Sabão e Viamópolis. Enquanto que no buffer de 20 km, foram constatados que as áreas de todas as cidades no RS nas quais se encontram instaladas as RBMC no estado estão distantes até 20 km da RBMC, com exceção da cidade de Porto Alegre que possui cerca de 94,6% de seu território nesta distância da RBMC.

Palavras-Chave: RBMC; SIG; Geodésia Espacial.

ABSTRACT

This study aimed to identify potential urban areas in the state of Rio Grande do Sul for the direct use of RBMC (Brazilian Continuous Monitoring Network) stations as control points. It also sought to quantify and map urban areas that can be surveyed with tracking times of up to 5, 15, and 30 minutes in the state. To achieve this objective, geoprocessing tools were used for proximity analysis (buffer) and overlay analysis (intersection), and all spatial analysis was performed using ArcGIS software. With a 5 km buffer, only the city of Cerro Largo had its entire territory located more than 5 km away from an RBMC station. However, with 10 km buffer, several locations had their entire areas within a radius of 10 km from an RBMC station. These locations include: Alegrete, Pains, Cerro Largo, Salvador das Missões, São Francisco, Esteio, Sapucaia do Sul, Passo do Sabão, and Viamópolis. When considering a 20 km buffer, it was found that the areas of all cities in Rio Grande do Sul with installed RBMC stations are located within 20 km of an RBMC station, except for the city of Porto Alegre, which has approximately 94.6% of its territory within this distance from an RBMC.

Keywords: RBMC; GIS; Spatial Geodesy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de estudo e estações no Estado	15
Figura 2 – Áreas urbanas do RS distantes até 5 km de uma estação RBMC	18
Figura 3 - Áreas urbanas do RS distantes até 10 km de uma estação RBMC	20
Figura 4 - Áreas urbanas do RS distantes até 20 km de uma estação RBMC	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de Precisão para Posicionamento GNSS Relativo	14
Tabela 2 – Percentuais de áreas urbanas distantes até 5 km das estações RBMC	17
Tabela 3 – Percentuais de áreas urbanas distantes até 10 km das estações RBMC	18
Tabela 4 – Percentuais de áreas urbanas distantes até 20 km das estações RBMC	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	13
3	METODOLOGIA	15
3.1	Área de estudo e dados utilizados	15
3.2	Etapas e processamento dos dados	16
4	APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

Um sistema de informações geográficas (SIG) trata – se de um termo geral para englobar qualquer tipo de recurso de manipulação computacional de dados geográficos (Bemhardsen, 2022). Esses sistemas podem ser utilizados nas mais diversas áreas do conhecimento quando se busca compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço (DRUCK *et al.*, 2004).

Uma importante fonte de dados para os SIGs são os levantamentos geodésicos com sistemas globais de navegação por satélites (GNSS), que podem ser classificados em posicionamento absoluto e posicionamento relativo. No primeiro tipo de posicionamento consideram-se apenas as observações coletadas individualmente por um equipamento para o qual se quer determinar a posição, enquanto que no segundo são necessários pelo menos 2 receptores coletando dados simultaneamente dos mesmos satélites, um instalado sobre uma estação de coordenada conhecida (referência) e as coordenadas das demais estações são obtidas a partir da estação de referência (IBGE 2017).

Ainda segundo o IBGE (2017), sempre que possível deve se utilizar as estações da rede brasileira de monitoramento contínuo (RBMC) como vértice de referência (controle) para levantamentos geodésicos com GNSS.

Considerando-se a importância na agilidade das coletas de dados GNSS, já que em distâncias de até 20 km de uma estação RBMC não é necessário fazer o transporte de coordenadas para uma base local, o presente trabalho teve como principal objetivo identificar as áreas urbanas potenciais no estado do Rio Grande do Sul para uso direto das estações RBMC como vértice de controle. Também se buscou quantificar e mapear as áreas urbanas que podem ser levantadas com tempos de rastreamento de até 5, 15 e 30 minutos no estado.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Zanetti (2007), a geodésia espacial possibilita determinar pontos sobre a superfície terrestre, utilizando o posicionamento espacial de medidas coletadas por satélites artificiais.

Monico (2018, p.02) destaca ainda o avanço da geodésia espacial ao afirmar que atualmente é possível obter posicionamentos com precisão milimétrica de forma rotineira. Isso permite a detecção de movimentos crustais, distorções e deformações com uma precisão e resolução temporal sem precedentes.

Uma vez que a tecnologia GNSS é, atualmente, a principal tecnologia utilizada na determinação de coordenadas planialtimétricas em geodésia, merece destacara a necessidade do estabelecimento da RBMC que representa a estrutura geodésica mais precisa do sistema de referência SIRGAS2000 (IBGE, 2017).

A RBMC é composta por um conjunto de estações geodésicas, com receptores GNSS com grande desempenho, proporcionando observações para determinar as coordenadas, essas observações podem ser uma vez por dia ou em tempo real (IBGE, [20--]).

As estações da RBMC são materializadas através de pinos de centragem forçada, especialmente projetados, e cravados em pilares estáveis. A maioria dos receptores da rede possui a capacidade de rastrear satélites GPS e GLONASS, enquanto alguns rastreiam apenas GPS. Esses receptores coletam e armazenam continuamente as observações do código e da fase das ondas portadoras transmitidos pelos satélites das constelações GPS ou GLONASS (IBGE, [20--], s/p.).

Os métodos de posicionamento com GNSS são classificados em: posicionamento absoluto e posicionamento relativo. No posicionamento relativo, para se determinar as coordenadas do vértice de interesse é necessário que pelo menos dois receptores GNSS colem dados simultaneamente, e que ao menos um deles ocupe um vértice de referência (INCRA, 2022). Já no método de posicionamento absoluto consideram-se apenas as observações coletadas individualmente por um equipamento para o qual se quer determinar a posição (IBGE, 2017).

Na Tabela 1 é apresentada a precisão aproximada do posicionamento relativo com GNSS, em função do tempo de rastreamento, tipo de equipamento e comprimento das linhas base.

Tabela 1 - Estimativa de Precisão para Posicionamento GNSS Relativo

Linha de base	Tempo de observação	Equipamento utilizado	Precisão
00 - 05 km	00 - 05 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
05 - 10 km	10 - 15 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
10 - 20 km	10 - 30 min	L1 ou L1/L2	5 - 10 mm + 1 ppm
20 - 50 km	02 - 03 h	L1/L2	5 mm + 1 ppm
50 - 100 km	Mínimo - 03 h	L1/L2	5 mm + 1 ppm
> 100 km	Mínimo - 04 h	L1/L2	5 mm + 1 ppm

Fonte: Elaborado pelo IBGE (2017).

Para se entender a distribuição espacial de qualquer fenômeno muitas vezes se faz necessário o envolvimento de diversas áreas, como a cartografia, sensoriamento remoto e geoprocessamento, além dos levantamentos com GNSS. Da junção dessas áreas surge o conceito de Geomática, conforme Silveira (2016):

A Geomática consiste em um campo de atividades que integra análise, apresentação, distribuição e gerenciamento de dados espaciais necessários às tomadas de decisão. Mesmo sendo um termo relativamente novo, representa a evolução dos campos de levantamento e mapeamento, reunindo atividades tradicionais de cartografia, topografia e geodésia, com as novas tecnologias: sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas (SIG) e sistemas de posicionamento global por satélite (GNSS)

Dentre as ferramentas disponibilizadas nos SIGs para análise de proximidade vetorial, vale destacar a ferramenta buffer, esta ferramenta possibilita a criação de áreas ao redor de feições vetoriais: ponto, linha ou polígono, para uma distância especificada.

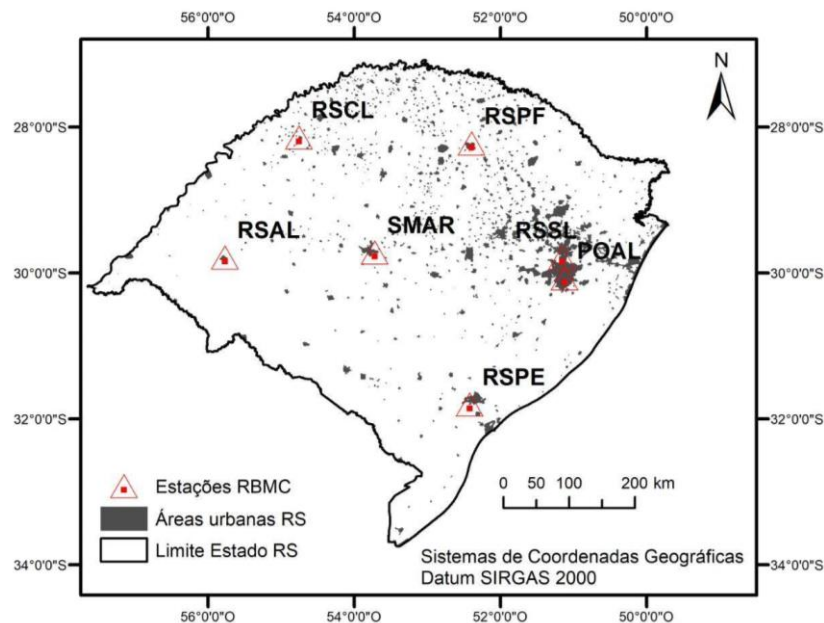
3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo e dados utilizados

O estado do Rio Grande do Sul possui uma área territorial de 281.730,223 km², em seu limite político, estão instaladas sete estações de monitoramento contínuo integrantes da RBMC, em bom uso e com capacidade de exercer uma rede para a pesquisa, cujas localizações estão representadas na figura 1. Tais estações encontram-se instaladas nos municípios de Alegrete (RSAL), Cerro Largo (RSCL), Passo Fundo (RSPF), Capão do Leão (RSPE), Porto Alegre (POAL), Santa Maria (SMAR) e São Leopoldo (RSSL).

Além do limite político do estado do Rio Grande do Sul e das localizações das estações RBMC, a figura 1 também ilustra a distribuições das áreas urbanas no Estado, obtidas a partir do mapa de setores censitários 2021. Todos os dados espaciais foram obtidos junto ao site do IBGE.

Figura 1 - Área de estudo e estações no Estado



Fonte: O Autor (2023).

Pode-se observar a baixa concentração de áreas urbanas na região sudoeste do estado, já que nesses locais os municípios apresentam territórios grandes e baixa densidade populacional quando comparado à região noroeste (Figura 1). É possível

notar ainda a concentração de áreas urbanas na região metropolitana, local que conta com duas estações RBMC próximas.

3.2 Etapas e processamento dos dados

Primeiramente, para a geração de um novo arquivo contendo apenas as estações RBMC contidas no estado do RS, foi necessário fazer o recorte do arquivo no formato *shapefile* representando as localizações das estações RBMC utilizando-se como feição de recorte o limite do estado do RS. A partir deste arquivo foram geradas as circunferências com raios de 5, 10 e 20 km por meio da função *buffer* considerando os raios já citados.

Em seguida, no *shapefile* dos setores censitários do estado do RS foi realizada uma seleção por atributos a partir da qual foram selecionadas as áreas urbanas de alta e baixa densidade de edificações, as quais posteriormente foram exportadas para um novo arquivo *shapefile* representado as áreas urbanas do estado.

A fim de se identificar as áreas urbanas distantes até 5, 10 e 20 km das estações RBMC utilizou-se a função interseção entre as circunferências geradas a partir da função *buffer* e as áreas urbanas do estado do RS. Posteriormente, foram calculados a partir da tabela de atributos das camadas de interseção os percentuais de áreas urbanas para cada distrito que se encontram distantes até 5, 10 e 20 km.

Finalmente, foram gerados os mapas identificando as áreas distantes até 5, 10 e 20 km das estações RBMC.

Vale destacar que todo o processamento dos dados espaciais da preparação dos dados à confecção dos leiautes dos mapas foi efetuado no software ArcGIS 10.3 © *Environmental Systems Research Institute Inc* (ESRI, 2015).

4 APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como resultado, foram calculadas e mapeadas as áreas urbanas do estado do Rio Grande do Sul que se encontram distantes até 5, 10 e 20 km de pelo menos uma estação RBMC.

Na tabela 2 estão listadas as áreas urbanas no estado do RS que estão distantes até 5km das estações RBMC, possibilitando um rastreamento dos vértices de interesse de até 5 minutos para que se atinja a precisão apresentada na Tabela 1.

Tabela 2 – Percentuais de áreas urbanas distantes até 5 km das estações RBMC

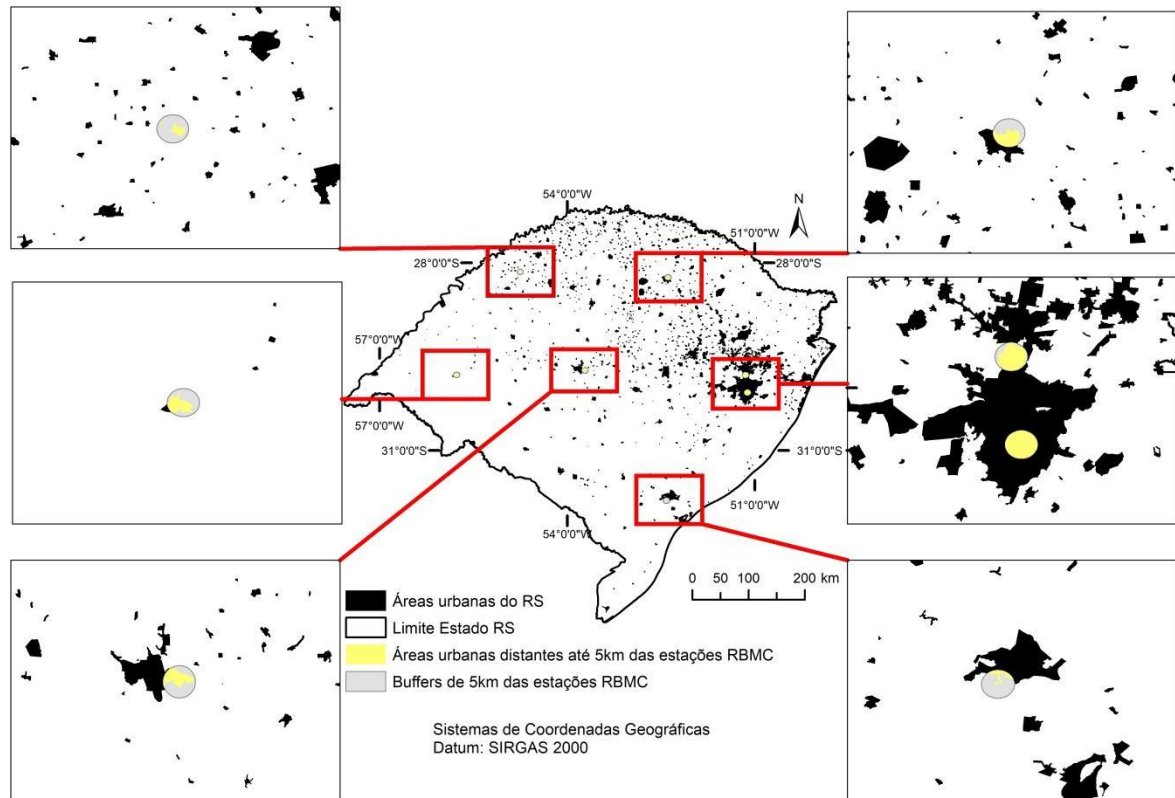
CIDADE/DISTRITO	RBMC	Área total (km ²)	Área interseção (km ²)	Percentual (%)
Alegrete	RSAL	46,67	41,65	89,3
Arroio Grande	SMAR	14,83	1,05	7,1
Pains	SMAR	8,78	0,11	1,2
Santa Maria	SMAR	168,10	39,47	23,5
Passo Fundo	RSPF	112,20	47,58	42,4
Capão do Leão	RSPE	45,00	10,76	23,9
Pelotas	RSPE	286,50	5,17	1,8
Cerro Largo	RSCL	13,58	13,58	100,0
Santo Antônio	RSCL	2,31	0,77	33,6
Esteio	RSSL	23,70	1,02	4,3
São Leopoldo	RSSL	95,63	43,01	45,0
Sapucaia do Sul	RSSL	61,79	42,38	68,6
Alvorada	POAL	49,11	0,48	1,0
Passo do Sabão	POAL	45,16	26,89	59,5
Porto Alegre	POAL	589,90	67,92	11,5
Viamão	POAL	105,00	2,63	2,5
Viamópolis	POAL	6,75	6,75	100,0

Fonte: O Autor (2023).

Apenas a cidade de Cerro Largo tem a totalidade de seu território com uma distância de até 5 km de uma estação RBMC, seguida da cidade de Alegrete que neste raio possui cerca de 90% de sua área nesta distância de uma estação RBMC. Outra localidade que a totalidade de sua área num raio de 5 km é o distrito de Viamópolis (Tabela 2).

Na figura 2 encontram-se ilustradas as áreas urbanas do estado do RS distantes até 5 km de uma estação RBMC.

Figura 2 – Áreas urbanas do RS distantes até 5 km de uma estação RBMC



Fonte: O Autor (2023).

Na figura 2 é possível observar que no entorno da cidade de Alegrete quase não há área urbana, enquanto que na região metropolitana do estado a densidade de áreas urbanas é alta.

Na tabela 3 estão listadas as áreas urbanas no estado do RS que estão distantes até 10 km das estações RBMC, possibilitando um rastreamento dos vértices de interesse entre 10 e 15 minutos para que se atinja a precisão apresentada na Tabela 1.

Tabela 3 – Percentuais de áreas urbanas distantes até 10 km das estações RBMC

CIDADE/DISTRITO	RBMC	Área total (km ²)	Área interseção (km ²)	Percentual (%)
Alegrete	RSAL	46,67	46,67	100,0
Arroio Grande	SMAR	14,83	2,10	14,2
Itaara	SMAR	18,74	0,41	2,2
Pains	SMAR	8,78	8,78	100,0
Santa Maria	SMAR	168,10	98,48	58,6
Passo Fundo	RSPF	112,20	112,05	99,9
São Roque	RSPF	0,53	0,23	44,2
Capão do Leão	RSPE	45,00	44,06	97,9
Pelotas	RSPE	286,50	82,90	28,9

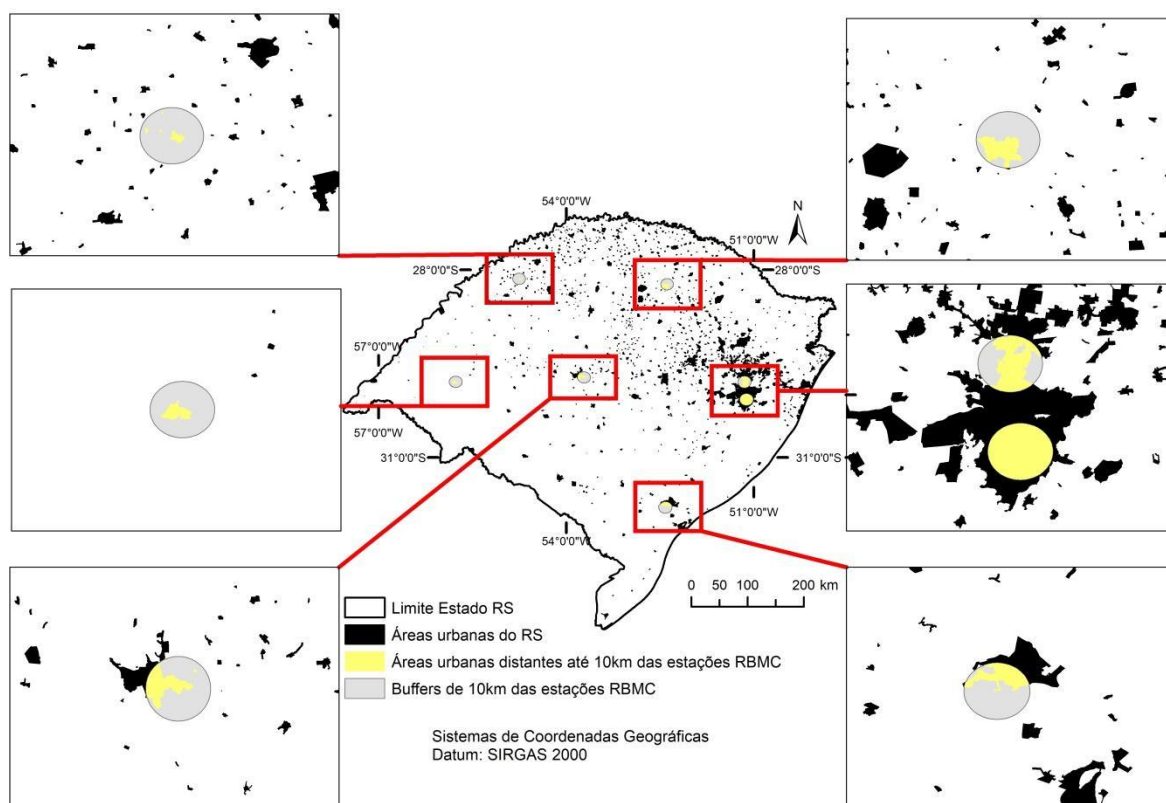
Cerro Largo	RSCL	13,58	13,58	100,0
Salvador das Missões	RSCL	1,86	1,86	100,0
Santo Antônio	RSCL	2,31	0,77	33,6
São Francisco	RSCL	0,51	0,51	100,0
Cachoeirinha	RSSL	58,18	1,61	2,8
Canoas	RSSL	173,80	20,01	11,5
Esteio	RSSL	23,70	23,70	100,0
Ipiranga	RSSL	15,33	2,47	16,1
Nova Santa Rita	RSSL	62,57	0,23	0,4
Novo Hamburgo	RSSL	134,00	33,03	24,7
Portão	RSSL	36,13	0,02	0,1
São Leopoldo	RSSL	95,63	92,12	96,3
Sapucaia do Sul	RSSL	61,79	61,79	100,0
Alvorada	POAL	49,11	31,52	64,2
Espigão	POAL	29,48	15,27	51,8
Passo do Sabão	POAL	45,16	45,16	100,0
Porto Alegre	POAL	589,90	263,71	44,7
Viamão	POAL	105,00	56,34	53,7
Viamópolis	POAL	6,75	6,75	100,0

Fonte: O Autor (2023).

Várias localidades em sua totalidade de área estão distantes até 10 km de uma estação RBMC, são elas: Alegrete, Pains, Cerro Largo, Salvador das Missões, São Francisco, Esteio, Sapucaia do Sul, Passo do Sabão e Viamópolis (Tabela 3). Sendo que três delas: Cerro Largo, Salvador das Missões e São Francisco, estão dentro do raio gerado a partir da estação de Cerro Largo, enquanto outras duas, Esteio e Sapucaia do Sul, estão dentro do raio gerado a partir da estação de São Leopoldo.

As áreas urbanas do estado do RS distantes até 10 km de uma estação RBMC podem ser visualizadas na figura 3.

Figura 3 - Áreas urbanas do RS distantes até 10 km de uma estação RBMC



Fonte: O Autor (2023).

Na figura 3 é possível notar a totalidade da cidade de Alegrete dentro do raio de 10 km gerado a partir da estação RBMC localizada em Alegrete. Podem-se identificar ainda as três localidades que possuem a totalidade de seu território dentro do buffer de 10 km da estação de Cerro Largo (Figura 3).

A tabela 4 discrimina os percentuais de área urbana do estado do RS distantes até 20 km das estações RBMC.

Tabelas 4 – Percentuais de áreas urbanas distantes até 20 km das estações RBMC

CIDADE/DISTRITO	RBMC	Área total (km ²)	Área interseção (km ²)	Percentual (%)
Alegrete	RSAL	46,67	46,67	100,0
Arroio do Sal	SMAR	1,10	1,10	100,0
Boca do Monte	SMAR	9,65	6,24	64,7
Arroio Grande	SMAR	14,83	2,10	14,2
Itaara	SMAR	18,74	18,74	100,0
Pains	SMAR	8,78	8,78	100,0
Palma	SMAR	0,01	0,01	100,0
Santa Maria	SMAR	168,10	168,10	100,0
Santo Antônio	SMAR	0,12	0,12	100,0

Silveira Martins	SMAR	1,70	1,70	100,0
Três Mártires	SMAR	2,20	2,20	100,0
Vale Vêneto	SMAR	0,58	0,35	59,5
Bela Vista	RSPF	1,75	0,26	15,0
Bom Recreio	RSPF	1,53	1,53	100,0
Capingui	RSPF	0,10	0,10	100,0
Coxilha	RSPF	2,39	2,39	100,0
Mato Castelhano	RSPF	1,80	0,92	51,0
Passo Fundo	RSPF	112,20	112,20	100,0
Pulador	RSPF	0,82	0,71	87,3
Santo Antônio do Capinzal	RSPF	0,10	0,10	100,0
São Roque	RSPF	0,53	0,53	100,0
Capão do Leão	RSPE	45,00	45,00	100,0
Hidráulica	RSPE	3,11	3,11	100,0
Pelotas	RSPE	286,50	282,10	98,5
Povo Novo	RSPE	30,50	29,77	97,6
Butuí Inferior	RSCL	0,25	0,25	100,0
Caibaté	RSCL	4,20	2,32	55,3
Campina das Missões	RSCL	4,54	4,54	100,0
Cerro Largo	RSCL	13,58	13,58	100,0
Dona Otília	RSCL	0,81	0,81	100,0
Guarani das Missões	RSCL	4,67	3,65	78,3
Igrejinha	RSCL	49,54	0,46	0,9
Linha Harmonia	RSCL	0,20	0,20	100,0
Mato Queimado	RSCL	2,27	2,27	100,0
Rolador	RSCL	1,54	1,54	100,0
Salvador das Missões	RSCL	1,86	1,86	100,0
Santa Catarina	RSCL	1,38	1,38	100,0
Santo Antônio	RSCL	2,31	0,77	33,6
Cachoeirinha	RSSL	58,18	12,99	22,3
Capela de Santana	RSSL	11,17	5,24	46,9
Campo Bom	RSSL	32,74	32,38	98,9
Canoas	RSSL	173,80	74,20	42,7
Dois Irmãos	RSSL	70,98	11,89	16,8
Estância Velha	RSSL	51,25	41,60	81,2
Esteio	RSSL	23,70	23,70	100,0
Gravataí	RSSL	146,70	21,84	14,9
Ipiranga	RSSL	15,33	15,33	100,0
Itacolomi	RSSL	19,88	16,09	80,9
Ivoti	RSSL	15,59	6,38	41,0
Nova Santa Rita	RSSL	62,57	62,56	100,0
Novo Hamburgo	RSSL	134,00	134,00	100,0
Portão	RSSL	36,13	36,13	100,0
Porto Alegre	RSSL	589,90	1,99	0,3
Alvorada	POAL	49,11	49,11	100,0

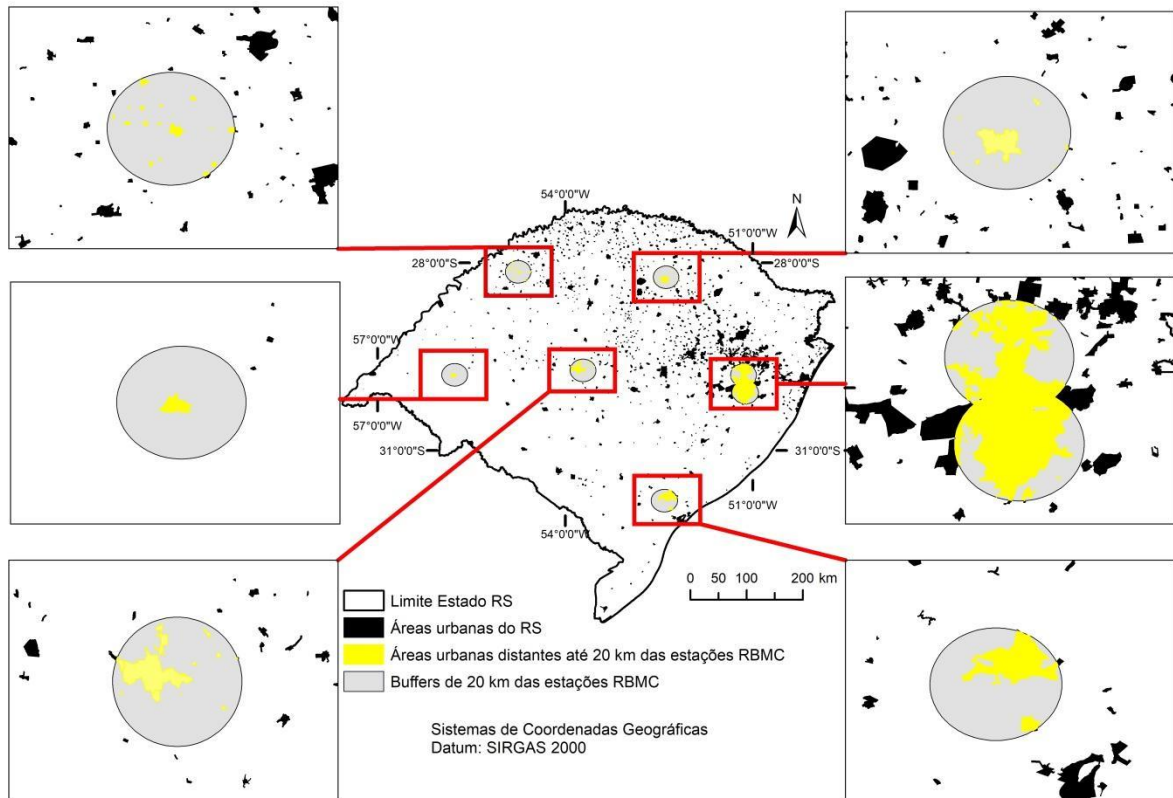
Cachoeirinha	POAL	58,18	1,28	2,2
Canoas	POAL	173,80	0,46	0,3
Eldorado do Sul	POAL	175,10	29,81	17,0
Espigão	POAL	29,48	29,48	100,0
Estância Grande	POAL	46,32	45,73	98,7
Gravataí	POAL	146,70	27,88	19,0
Guaíba	POAL	74,76	15,53	20,8
Passo da Areia	POAL	10,93	10,45	95,6
Passo do Sabão	POAL	45,16	45,16	100,0
Porto Alegre	POAL	589,90	558,10	94,6

Fonte: O Autor (2023).

Todas as cidades no RS nas quais se encontram instaladas as RBMC estão dentro do buffer de 20 km, com exceção da cidade de Porto Alegre que possui cerca de 94,6% de seu território nesta distância da RBMC (Tabela 4). Além dessas cidades outras 43 localidades também possuem a totalidade de sua área dentro do buffer de 20 km (Tabela 4).

A distribuição das áreas urbanas do estado do RS distantes até 20 km de uma estação RBMC podem ser visualizadas na figura 4.

Figura 4 - Áreas urbanas do RS distantes até 20 km de uma estação RBMC



Fonte: O Autor (2023).

Na figura 4 é possível notar que o número de localidades que possuem parte de seu território dentro do buffer de 20 km gerado a partir das localizações da RBMC aumentou, exceto para a área coberta pela RBMC de Alegrete. Vale ressaltar também a área de sobreposição dos buffers gerados a partir das estações RSSL e POAL, indicando que nessa região poderia se optar por utilizar como vértice de controle ambas as estações RBMC (Figura 4).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da ferramenta de análise de proximidade buffer associada à ferramenta de sobreposição intersecção possibilitou a identificação das áreas urbanas do RS distantes até 5, 10 e 20 km de uma estação RBMC. Enquanto os mapas gerados permitiram visualizar a distribuição dessas áreas no estado.

Uma vez identificadas essas áreas urbanas foi possível quantificar o percentual de áreas potenciais para cada localidade que poderia utilizar as estações RBMC como vértice de referência nos levantamentos geodésicos por GNSS.

REFERÊNCIAS

BERNHARDSEN, T. **Geographic Information Systems: An Introduction**. 3. ed. Canadá: John Wiley & Sons, Inc, 2002. 417 p. ISBN 0471419680. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=e-yvDHkDLJQC&oi=fnd&pg=PR10&dq=BERNHARDSEN,+T.+Geographic+Information+Systems:+An+Introduction&ots=54U1pwLW1I&sig=XAZi7jo9ImFO6C8XnJMHgQAGZGs#v=onepage&q=BERNHARDSEN%2C%20T.%20Geographic%20Information%20Systems%3A%20An%20Introduction&f=false>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>. Acesso em 21 jul. 2023.

©ESRI. **ArcGIS for Desktop, version 10.3**. Environmental Systems Research Institute Inc, Califórnia, EUA, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://geofp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/normas_levantamentos_geodesicos.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS**. [20--] Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Manual técnico para georreferenciamento de imóveis rurais**. Brasília, 2022. Disponível em: <>. Acesso em 21 jul. 2023.

MONICO, João Francisco Galera. **Introdução a Geodésia: Perspectiva Atual**. FCT/UNESP, 2018. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/cartogalera/FGL/Geod_Definicao.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2023.

SILVEIRA, G. R. P da. **Geomática aplicada na caracterização conservacionista de uma bacia hidrográfica no município de São Manuel (SP)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista - Campus de Botucatu, Botucatu-SP, 2016.

ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfenig. **Geodésia**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007. Disponível em: <https://www.academia.edu/15328206/UNIVERSIDADE_FEDERAL_DO_PARAN%C3%81_GEOD%C3%89SIA_MARIA_APARECIDA_ZEHNPFEENIG_ZANETTI_CURITIBA_2007>. Acesso em: 16 jun. 2023.