



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CTC – CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES E  
GESTÃO TERRITORIAL

GUSTAVO SILVESTRE CARDOZO

**AVALIAÇÃO PLANIMÉTRICA ENTRE AS BASES CARTOGRÁFICAS DA  
PREFEITURA E DA CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO  
DE TUBARÃO – SC**

FLORIANÓPOLIS

2022

GUSTAVO SILVESTRE CARDOZO

**AVALIAÇÃO PLANIMÉTRICA ENTRE AS BASES CARTOGRÁFICAS DA  
PREFEITURA E DA CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO  
DE TUBARÃO – SC**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Orientador: Prof. Francisco Henrique de Oliveira, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cardozo, Gustavo Silvestre

Avaliação planimétrica entre as bases cartográficas da prefeitura e da concessionária de água e esgoto do município de Tubarão - SC / Gustavo Silvestre Cardozo ; orientador, Francisco Henrique de Oliveira, 2022.

92 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. 2. Base Cartográfica. 3. Qualidade Planimétrica. 4. Padrão de Exatidão Cartográfico. I. Oliveira, Francisco Henrique de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. III. Título.

GUSTAVO SILVESTRE CARDOZO

**AVALIAÇÃO PLANIMÉTRICA ENTRE AS BASES CARTOGRÁFICAS DA  
PREFEITURA E DA CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO DO MUNICÍPIO  
DE TUBARÃO – SC**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca  
examinadora composta pelos seguintes membros:

**Prof. Everton da Silva, Dr.**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

**Profa. Liane Ramos da Silva, Dra.**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

**Prof. Renan Furlan de Oliveira, Dr.**

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi  
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia de Transportes e Gestão  
Territorial.

---

**Profa. Ana Maria Benciveni Franzoni, Dra.**

Coordenadora do Programa

---

**Prof. Francisco Henrique de Oliveira, Dr.**

Orientador e Moderador

FLORIANÓPOLIS, 2022.

Este trabalho é dedicado aos meus estimados pais, Salma e Ricardo, por terem aberto todas as portas possíveis para meu crescimento humano, educacional e profissional, junto ao apoio em todas as decisões difíceis a serem tomadas por mim ao longo da vida.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus pelas batalhas vencidas até aqui e pelas próximas que ainda virão. Agradeço também pela família na qual faço parte, meu porto seguro para qualquer momento de incerteza nas tomadas de decisões referentes aos caminhos da vida. Dessa forma, estendo meus agradecimentos a:

Meus pais que não medem esforços para que meu futuro seja cada vez melhor, me ensinando os valores da humildade, honra, amor, honestidade e tantos outros princípios essenciais para o ser humano. Agradeço a eles também por sempre me apoiarem em tudo nessa vida, as jornadas que iniciei e que ainda vão iniciar sempre vou poder contar com todo o apoio deles.

Aos amigos de longa data e aos que fiz durante o período em que morei em Florianópolis para realização dos meus estudos, que me ensinaram muitas coisas e somaram indiretamente para a jornada deste trabalho.

Ao laboratório de geoprocessamento da UDESC – o GeoLab – e ao Professor Dr. Francisco Henrique de Oliveira, por abrir as portas para mim nesta jornada na capital do Estado, foi um prazer fazer parte desta equipe por dois anos. Lugar onde cheguei um pouco cru e perdido, mas que aprendi muitas coisas valiosas que levo comigo e aplico no meu dia a dia até hoje, isso graças a toda equipe que me recebeu de braços abertos e me incluíram de maneira única. Sendo assim, fica registrado o meu muito obrigado.

Ao amigos, colegas e professores do curso de agrimensura do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), pela oportunidade de realizar um curso de altíssima qualidade, com um método de ensino diferenciado, onde pude aprimorar meus conhecimentos sobre essa área e utiliza-lo para a vida.

Ao meu orientador e responsável pela porta que se abriu no meio acadêmico, com o convite para participar e trabalhar no GeoLab, Professor Dr. Francisco Henrique de Oliveira. Suas orientações e conversas foram um aprendizado constante, me guiando pelos diversos caminhos aos quais nunca tinha visto. De uma simples participação em uma de suas disciplinas até a construção de uma grande amizade, muito obrigado.

Ao PPGTG, por proporcionar uma pós-graduação com assuntos, aulas e professores de altíssima qualidade, onde pude obter um vasto conhecimento científico e acadêmico para esta jornada.

Por fim, gostaria de agradecer a professora Dra. Liane Ramos da Silva e aos professores Dr. Everton da Silva e Dr. Renan Furlan de Oliveira por aceitaram o convite para participarem da banca examinadora e contribuírem para a melhoria deste trabalho de mestrado.

*“Não se deve ir atrás de objetivos fáceis. É preciso buscar o que só pode ser alcançado por meio dos maiores esforços”.*

**- ALBERT EINSTEIN**



## RESUMO

A gestão e o planejamento territorial estão diretamente correlacionados para uma cidade ou região, considerando a visão da melhora na qualidade de vida do cidadão e a organização das ações e tomadas de decisão. Portanto, é considerado um princípio básico e essencial que ocorra uma ligação e integração perfeita entre todos os dados espaciais pertencentes a área de interesse, uma vez que, cada município deve servir de modelo de gestão dentro de sua sociedade, ou seja, as tomadas de decisões, por parte dos decisores afetos aos órgãos públicos, devem ser realizadas de maneira técnica, baseadas em dados e informações confiáveis e atualizadas. Sendo assim, o desenvolvimento de uma base cartográfica na qual todas as informações possam estar referenciadas espacialmente e padronizadas na representação semiológica gráfica tornam-se de fundamental importância para as três instâncias de governo, sendo elas: municipal, estadual e federal. Atentando a isto, o presente trabalho dá o devido destaque para a organização de bases cartográficas, pois ela é uma ferramenta de suma importância na gestão e no planejamento territorial de uma cidade. Neste cenário, foi selecionado o município de Tubarão/SC – onde existem duas diferentes bases cartográficas, sendo uma delas pertencente ao órgão público municipal e outra a empresa privada responsável pela distribuição de água e coleta de esgoto na cidade, ambas possuindo características distintas voltadas as ações que refletem diretamente ao cidadão em benefício e as custas do erário. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi levantar os dados cartográficos utilizados dentro do Município de Tubarão, através das duas bases cartográficas citadas, que foram produzidas ao longo dos últimos anos tanto pela prefeitura municipal como pela concessionária de abastecimento de água e coleta de esgoto do município. Após a realização desta etapa, iniciou-se as atividades práticas em campo, onde foram executadas as medições e rastreios – levantamentos utilizando equipamento GNSS, pelos métodos Estático e RTK (Real Time Kinematic) e o respectivo processamento de coordenadas pelos softwares TopconTools e Trimble – para um conjunto de pontos de controle que permitiram avaliar a qualidade geométrica das bases cartográficas supracitadas. Por fim, com todos os pontos devidamente levantados e processados fez-se a correlação entre eles com as bases cartográficas existentes, avaliando-se as discrepâncias planimétricas encontradas e caracterizando a qualidade geométrica das bases cartográficas e entre as bases, apontando assim, para o gestor público qual é a base cartográfica que apresenta a melhor qualidade geométrica, e se esta se enquadra no Padrão de Exatidão Cartográfico para Produtos Digitais com potencial aplicação para tornar-se a referência documental cartográfica do município para as ações de gestão e planejamento territorial integrado entre os usuários e agentes.

**Palavras-chave:** Bases Cartográficas. Discrepância Planimétrica. Padrão de Exatidão Cartográfico.

## ABSTRACT

The management and territorial planning are directly correlated for a city or region, considering the vision of improving the quality of life of the citizen and the arrangement of actions and decision-making. Therefore, it is considered a basic and essential principle that there is a perfect connection and integration between all the spatial data belonging to the area of interest, since each municipality must serve as a management model within its society, in other words, the decision-making by the decision-makers assigned to public agencies must be performed in a technical way, based on reliable and updated data and information. Thus, the development of a cartographic base in which all the information can be spatially referenced and standardized in the semiological graphic representation becomes of fundamental importance for the three instances of government, being them: municipal, state and federal. With this in consideration, the present work emphasizes the organization of cartographic bases, since it is a tool of utmost importance in the management and territorial planning of a city. In this scenario, the city of Tubarão/SC was selected - where there are two different cartographic bases, one of them belonging to the municipal public agency and the other to the private company responsible for water distribution and sewage collection in the city, both having different characteristics focused on actions that reflect directly to the citizen in benefit and at the expense of the treasury. Thus, the objective of this work was to raise the cartographic data used within the Municipality of Tubarão, through the two cartographic bases mentioned above, which were produced over the past years both by the municipal administration and by the concessionaire of water supply and sewage collection in the municipality. After this step, the practical activities in the field started, where the measurements and tracking were performed - surveys using GNSS equipment, by Static and RTK (Real Time Kinematic) methods and the respective coordinate processing by TopconTools and Trimble software - for a set of control points that allowed to evaluate the geometric quality of the above mentioned cartographic bases. Finally, with all the points duly surveyed and processed it was made the correlation between them with the existing cartographic bases, evaluating the planimetric discrepancies found and characterizing the geometric quality of the cartographic bases and between the bases, thus pointing out, for the public manager which is the cartographic base that presents the best geometric quality, and if it fits in the Standard of Cartographic Accuracy for Digital Products with potential application to become the cartographic documental reference of the municipality for the actions of management and integrated territorial planning between the users and agents.

**Keywords:** Cartographic Base. Planimetric Discrepancies. Standard of Cartographic Accuracy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fusos do Sistema de projeção UTM no Brasil.....	34
Figura 2 – Diferença entre os referenciais SAD69/96 e WGS84.....	38
Figura 3 – Dados de Entrada e Saída da Calculadora Geográfica.....	40
Figura 4 – Decomposição do erro planimétrico .....	42
Figura 5 – Mapa de Localização do Município de Tubarão/SC.....	48
Figura 6 – Fluxograma do Trabalho.....	54
Figura 7 – Ponto de Checagem na Base Cartográfica da Prefeitura .....	57
Figura 8 – Ponto de Checagem na Base Cartográfica da Concessionária.....	57
Figura 9 – Ponto de Checagem Fixado <i>In Loco</i> .....	58
Figura 10 – Pontos de Checagem Escolhidos na Malha Urbana de Tubarão/SC.....	59
Figura 11 – Princípio do Posicionamento Relativo Estático.....	63
Figura 12 – Pontos de Checagem e Pontos Base.....	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Parâmetros de transformação e diferenças entre sistemas geodésicos ....	37
Quadro 2 – Classes do Padrão de Exatidão Cartográfico.....	46
Quadro 3 – PEC Planimétrica dos Produtos Cartográficos Digitais .....	46
Quadro 4 – Características das Bases Cartográficas .....	55
Quadro 5 – Duração de Rastreamento GNSS pelo IBGE.....	64
Quadro 6 – Características Técnicas para Posicionamento Relativo Estático .....	64
Quadro 7 – Classificação do PEC em Diferentes Escalas.....	72
Quadro 8 – Classificação do PEC em Diferentes Escalas.....	76
Quadro 9 – Classificação do PEC em Diferentes Escalas.....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferença entre SAD69 e SIRGAS2000 .....	38
Tabela 2 – Coordenadas da Base Cartográfica da Concessionária Água e Esgoto ....	60
Tabela 3 – Coordenadas da Base Cartográfica da Prefeitura Municipal.....	60
Tabela 4 – Coordenadas da Base Cartográfica em SAD69 e SIRGAS2000.....	61
Tabela 5 – Coordenadas Planimétricas dos Pontos Base .....	65
Tabela 6 – Coordenadas Planimétricas dos Pontos de Checagem Medidos <i>in loco</i> ..	67
Tabela 7 – Cálculo Comparativo das Coordenadas Planimétricas, 1º Caso .....	70
Tabela 8 – Resultados das Discrepâncias Planimétricas e do Erro Planimétrico.....	71
Tabela 9 – Cálculo Comparativo das Coordenadas Planimétricas, 2º Caso .....	74
Tabela 10 – Resultados das Discrepâncias Planimétricas e do Erro Planimétrico.....	75
Tabela 11 – Cálculo Comparativo das Coordenadas Planimétricas, 3º Caso .....	78
Tabela 12 – Resultados das Discrepâncias Planimétricas e do Erro Planimétrico.....	79

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Discrepâncias Planimétricas e Posicionais do 1º Caso .....	71
Gráfico 2 – Discrepâncias Planimétricas e Posicionais do 2º Caso .....	75
Gráfico 3 – Discrepâncias Planimétricas e Posicionais do 3º Caso .....	79

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Componente X do Erro Planimétrico.....	43
Equação 2 – Componente Y do Erro Planimétrico.....	43
Equação 3 – Erro Planimétrico.....	43
Equação 4 – Variância Amostral.....	43
Equação 5 – Variância Populacional.....	43
Equação 6 – Desvio Padrão Amostral.....	44
Equação 7 – Desvio Padrão Populacional.....	44
Equação 8 – Root Mean Squared (RMS) .....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AMUREL – Associação de Municípios da Região de Laguna  
CAD – Computer Aided Design  
DD – Dupla Diferença  
EFDTC – Estrada de Ferro Donna Thereza Christina  
EP – Erro Planimétrico  
ET-ADGV – Especificação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais  
ET-CQDG – Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais  
FGDC – Federal Geographic Data Committee  
GLONASS – Global'naya Navigatsionnaya Sputnikowaya Sistema  
GNSS – Global Navigation Satellite System  
GPS – Global Positioning System  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
MC – Meridiano Central  
NBR – Norma Brasileira  
NTv2 – National Transformation version 2  
OPP – Ponto de Partida  
PEC – Padrão de Exatidão Cartográfico  
PEC-PCD – Padrão de Exatidão Cartográfico dos Produtos Cartográficos Digitais  
QZSS – Quasi-Zenith Satellite System  
RBMC – Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo  
RMS – Root Mean Squared  
RN – Referencial de Nível  
RRCM – Rede de Referência Cadastral Municipal  
RTK – Real Time Kinematic  
SAD – South American Datum  
SGB – Sistema Geodésico Brasileiro  
SGR – Sistema Geodésico de Referência  
SIRGAS – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas



UHF – Ultra High Frequency

UNB – University of New Brunswick

UTM – Universal Transversal de Mercator

WGS – World Geodetic System

## LISTA DE SÍMBOLOS

$s$  ou  $\sigma$  – Desvio Padrão

$\Sigma$  - Somatório

$x$  – Um dos Valores do Conjunto

$\bar{x}$  – Média Aritmética

$n$  – Número de Valores Dentro do Conjunto

$VAR$  ou  $s^2$  - Variância

$\Delta$  - Discrepância

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1	OBJETIVOS .....	24
1.1.1	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>24</b>
1.1.2	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>24</b>
1.2	JUSTIFICATIVA .....	24
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA .....	27
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>28</b>
2.1	GESTÃO E PLANEJAMENTO TERRITORIAL .....	28
2.2	BASE CARTOGRÁFICA .....	29
2.2.1	<b>BASE CARTOGRÁFICA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE TUBARÃO .....</b>	<b>31</b>
2.2.2	<b>BASE CARTOGRÁFICA DA CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E COLETA DE ESGOTO.....</b>	<b>32</b>
2.3	SISTEMAS DE REFERÊNCIA E PROJEÇÃO .....	33
2.3.1	<b>SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM .....</b>	<b>33</b>
2.3.2	<b>SAD69 .....</b>	<b>35</b>
2.3.3	<b>SIRGAS 2000 .....</b>	<b>36</b>
2.3.4	<b>TRANSFORMAÇÃO DE DATUM .....</b>	<b>37</b>
2.4	CONTROLE DE QUALIDADE .....	40
2.5	QUALIDADE POSICIONAL .....	41
2.5.1	<b>PONTOS DE CHECAGEM/CONTROLE .....</b>	<b>41</b>
2.5.2	<b>DISCREPÂNCIA PLANIMÉTRICA.....</b>	<b>42</b>
2.5.3	<b>VARIÂNCIA .....</b>	<b>43</b>
2.5.4	<b>DESVIO PADRÃO.....</b>	<b>44</b>
2.5.5	<b>ROOT MEAN SQUARE (RMS).....</b>	<b>44</b>
2.6	PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICO .....	45

<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO E MATERIAL DISPONÍVEL .....</b>	<b>47</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	47
3.1.1	<b>RESUMO HISTORICO DA ORIGEM DE TUBARÃO .....</b>	<b>47</b>
3.1.2	<b>MUNICIPIO DE TUBARÃO ATUALMENTE .....</b>	<b>48</b>
3.1.3	<b>ECONOMIA .....</b>	<b>49</b>
3.1.4	<b>GEOGRAFIA.....</b>	<b>49</b>
3.2	MATERIAL DISPONÍVEL .....	50
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>52</b>
4.1	MÉTODO UTILIZADO NA PESQUISA.....	52
4.2	ETAPAS DA METODOLOGIA PROPOSTA .....	55
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>69</b>
5.1	PREFEITURA MUNICIPAL X CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO .	69
5.2	PREFEITURA MUNICIPAL X LEVANTAMENTO DE CAMPO .....	73
5.3	CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO X LEVANTAMENTO DE CAMPO 77	
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>82</b>
6.1	CONCLUSÕES .....	82
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	86
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente a transformação e o desenvolvimento do Brasil demonstram um crescimento acelerado e desorganizado quando se refere ao processo de urbanização do país (PEREIRA, 2016). Os polos industriais e comerciais surgidos no século XX não estavam preparados para este crescimento, as cidades não possuíam as infraestruturas necessárias e a população emigrante do meio rural para os grandes centros - que se formavam no país - passaram a aglomerar-se de maneira desorganizada, sem o devido planejamento estrutural dos órgãos municipais e regionais (RODRIGUES, 2011).

O desenvolvimento regional ou municipal está diretamente conectado à sua noção de modelo territorial, ou seja, para a devida evolução no planejamento local deve-se realizar a análise e o ordenamento territorial, pois os atributos – infraestrutura existente e recursos naturais – e as carências encontradas, configuram as estratégias de desenvolvimento a serem adotadas para atingir determinados objetivos. Este modelo territorial detalha a forma de ocupação e utilização do espaço, expressando os projetos estruturais e sociais executados pelo Estado, sendo assim, as decisões tomadas pelos órgãos governantes relacionados as bases territoriais podem resultar em uma valorização do espaço. (VITTE, 2015).

A demanda por informações geoespaciais e a diversidade das geotecnologias estão em um crescente constante e cada vez mais voltada ao interesse dos gestores. As elaborações de produtos cartográficos, com qualidade, aparecem como ponto crucial para garantir o atendimento específico de cada propósito para qual se quer chegar, com isso, a produção e distribuição dos dados devem ser de maneira ágil e confiável (RAMOS et al, 2016). A criação de mapas atualizados torna-se fundamental para o desenvolvimento regional, uma vez que, aumenta a quantidade de dados e potenciais informações geográficas sobre o local e implementa os dados componentes da base cartográfica. Com isso, gera-se cada vez mais mapas com conteúdo específicos para determinadas áreas, detalhando minuciosamente a superfície que a compõe com suas características terrestres, naturais e artificiais.

De acordo com Fabrício, et al (2019), a ausência do planejamento urbano nas cidades em desenvolvimento tem gerados problemas em todos os aspectos, desde infraestrutura e ambiental até interferência na qualidade de vida dos indivíduos de uma sociedade. Neste sentido, os gestores da maioria das cidades brasileiras atuam com base em soluções paliativas, ou seja, tentam minimizar os problemas existentes em sacrifício do planejamento futuro.

Maricato (2015) enfatiza que apesar dos grandes avanços tecnológicos que disponibilizam ferramentas atualizadas e com alto grau de qualidade para o planejamento urbano, na prática, no Brasil, tem-se uma ampla dissociação entre os planos previstos para desenvolvimento das cidades, as legislações vigentes e a realidade encontrada no dia a dia do município e da população local.

Em referência ao planejamento urbano ausente em grande parte das cidades brasileiras, junto a escassez de dados e informações confiáveis, Lima et al (2019) discorrem que o estudo da expansão territorial urbana, incorporação de novas áreas ao espaço da cidade e atualização das características locais presentes na área urbana já constituída devem ser apoiados em estudos preliminares, para conhecer os novos mecanismos a serem implantados nessas regiões e saber como os entes governamentais irão atuar. Dessa forma, esses estudos e caracterizações necessitam estar apoiados em dados e informações espaciais com qualidade posicional, ou seja, a base cartográfica serve como primeiro passo na consulta desses parâmetros iniciais.

Partindo-se do princípio da evolução das bases cartográficas existentes, quando se utiliza algum material cartográfico deve-se atentar ao quão confiável geometricamente são os dados e informações vinculadas a base cartográfica, pois não analisar essa confiabilidade é aceitar que os resultados podem ficar abaixo do desejado e proliferar análises ou tomada de decisão sem qualidade posicional geométrica.

Para a verificação da qualidade geométrica e acurácia de produtos cartográficos, um dos métodos mais utilizados se sustenta na comparação entre as informações obtidas na própria base cartográfica, junto as observações realizadas em campo por meio das medições de pontos de controle conhecidos e materializados *in loco*. Com duas informações de um mesmo ponto em comum, analisa-se e verifica-se a qualidade, acurácia e precisão das feições de campo em relação ao detalhado na base cartográfica, garantindo o nível de confiança por meio de estimadores estatísticos (ZANETTI, et al., 2018).

Na gestão de um município infere-se que o mesmo possui um banco de dados confiável, atualizado, organizado e que esteja disponível de maneira fácil e rápida para os gestores e funcionários do meio público, pois é a partir deste banco que as principais decisões sobre o planejamento do município serão tomadas. Sendo assim, a base cartográfica torna-se ferramenta primordial para a execução da administração pública, já que ela traz todas as informações territoriais do local.

A cidade de Tubarão/SC, é vista como uma das três principais cidades da região sul de Santa Catarina, sendo assim, ela tem papel fundamental em sua sociedade e nas cidades ao

redor dela, uma vez que o município é polo comercial e econômico de uma região composta por 18 (dezoito) outros municípios. Dessa forma, analisar a qualidade das bases cartográficas e viabilizar uma classificação dos mesmos torna-se de vital importância, pois as tomadas de decisões por parte dos gestores do município podem afetar o fluxo e a infraestrutura de toda uma região.

Referente aos problemas encontrados na cidade em relação ao assunto abordado por este trabalho, dá-se ênfase na atualização dessas bases cartográficas e a dúvida em sua qualidade posicional para servir de base para medições de campo. Os profissionais que realizam levantamentos topográficos não possuem uma certeza concreta sobre os pontos de referência materializados ao longo do município e cadastrados nas bases, ou seja, para a realização de seus projetos eles começam “do zero”, processando um ponto base e partindo dele para realizar toda a medição. Sendo assim, uma análise apoiada nesses principais pontos em campo surge como uma solução para esta dúvida, respondendo se a qualidade da base cartográfica está compatível para que estes pontos sirvam de base para projetos e levantamentos, já que a qualidade do produto está relacionada ao propósito do mesmo. Logo, a base cartográfica pode apresentar uma boa qualidade em relação a caracterização do município – como códigos de arruamentos, quadras, parcelas, tipos de edificações, entre outros vários aspectos – mas pode não possuir essa mesma qualidade no quesito precisão planimétrica para medições de campo.

Nesse sentido, com o desenvolvimento do presente estudo, realiza-se uma análise entre duas bases cartográficas com características distintas encontradas na cidade de Tubarão-SC, junto a medição de pontos de checagem/controlado georreferenciados e materializados em campo. Sendo essas duas bases encontradas e trabalhadas em sistema digital – em software CAD – porém possuindo sistema de referência geodésico diferentes, proporcionando a transformação das coordenadas quando necessária a troca de informações entre elas. Para alcançar os objetivos finais e concluir esta análise, tornou-se necessário os cálculos comparativos entre as coordenadas encontradas nas bases junto a medição realizada em campo, visando a determinação de suas discrepâncias planimétricas, erros posicionais, desvio padrão e se as bases se enquadram no PEC-PCD (Padrão de Exatidão Cartográfico dos Produtos Cartográficos Digitais). Por fim, conclui-se qual delas possui uma melhor qualidade planimétrica para utilização confiável das informações geográficas, para o aumento de eficiência dos levantamentos topográficos dentro da cidade e execução das políticas públicas realizadas pelos entes governamentais.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características planimétricas das bases cartográficas para o município de Tubarão/SC, a fim de concluir se há qualidade posicional nas bases da prefeitura municipal e da concessionária de água e coleta de esgoto por meio do levantamento de campo, das potenciais discrepâncias planimétricas e pelo padrão de exatidão cartográfico.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Definir se ambas as bases cartográficas possuem qualidade posicional para servirem de base aos levantamentos topográficos dentro do município de Tubarão/SC;
- b. Avaliar as bases cartográficas e estabelecer as classes do Padrão de Exatidão Cartográfico para Produtos Digitais nas quais elas se enquadram, de acordo com escalas definidas para o planejamento urbano;
- c. Analisar os dados planimétricos e o PEC-PCD entre as bases cartográficas, tomando como referência a medição realizada em campo, apontando a qualidade geométrica dos documentos cartográficos destinados ao planejamento e gestão territorial.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Informação geográfica de alta qualidade é vista como prioridade no Brasil, pois possui uma ligação estreita em relação aos processos de tomadas de decisões, visando principalmente os problemas urbanos e sociais. Porém a gestão eficiente dos dados e informações não ocorre no país, o fator principal para esta ausência dá-se na falta de organização, padronização e gestão das informações geográficas, junto a cultura de não priorizar a qualidade dos dados geradores de informações (HÜBNER et al, 2015). Os dados cartográficos no Brasil, de um modo geral, não apresentam boa qualidade em comparação a países desenvolvidos. As bases cartográficas ao longo dos estados e municípios geralmente são desatualizadas ou inexistentes, dificultando assim, a gestão e a administração das cidades brasileiras.



O planejamento de desenvolvimento de uma cidade/região hoje está fadado a uma melhor coleta de dados e informações – através deles gerencia-se e planeja-se o desenvolvimento socioeconômico de um município, otimizando e racionalizando seus recursos. Logo, para que essa coleta sirva de apoio a projetos atuais ou para tomada de decisões futuras deve-se planejar um método eficaz e confiável na obtenção dos dados, ou seja, a origem deles, obrigatoriamente, deve ser a mais precisa possível, sendo o primeiro passo na organização dos mesmos (AGOSTINHO et al, 2010).

Barbosa e Carvalho (2007) detalham que a cartografia vem evoluindo no decorrer das décadas, os sistemas globais de navegação por satélite – os GNSS (Global Navigation Satellite System) – estão cada vez mais precisos e recebem posição de destaque no cenário atual, sendo nítida a revolução deste equipamento nas atividades de posicionamento. Os trabalhos geodésicos passaram a ser realizados de maneira mais precisa, econômica e rápida.

As tecnologias que avançam a cada ano acarretam em uma maior conexão entre o campo e o escritório, ou seja, as alterações que ocorrem no dia a dia de uma cidade devem ser atualizadas dentro da base cartográfica do município constantemente para que ela seja a mais atualizada possível. Contudo, na prática, a maioria das bases cartográficas pelo país não possuem a devida atualização e a qualidade dos dados é duvidosa, não sabendo ao certo qual a exatidão das informações contidas nelas. Sendo assim, o prejuízo futuro ao gerar/utilizar produtos cartográficos em cima de bases com acurácia desconhecida é elevado (PEREIRA e NERO, 2015).

Junto a esta evolução dos GNSS, Oliveira e Statella (2017) detalham que a utilização dos meios de posicionamento por satélite vem crescendo ano após ano na área de materialização dos sistemas geodésicos de referência, como por exemplo o SIRGAS2000 – Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. Sendo ele, o referencial oficial do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) adotado em 2000 e oficializado através da resolução do IBGE em 2005.

O parágrafo anterior menciona o sistema geodésico SIRGAS2000, sendo o sistema oficial adotado pelas américas e realizado no ano de 2000. Porém inúmeros produtos cartográficos ainda estão no sistema de referência geodésico South American Datum (SAD69), ou seja, há uma desatualização de duas décadas em muitas informações relevantes para um município. Como é o caso de Tubarão-SC, em que a base cartográfica da Prefeitura Municipal está inteira em SAD69, ou seja, ela é pouco utilizada e quando precisa ser consultada há a necessidade de fazer transformações de coordenadas para o datum atual – o SIRGAS 2000.

Referente ao município em questão, os profissionais da área da cartografia, engenharia e topografia não conseguem acessar um produto de qualidade com dados e informações sobre a infraestrutura da cidade, não há um banco de dados onde eles possam utilizar como base e ponto de partida para seus projetos. Com isso, ambos fazem as medições por conta própria, ou seja, para cada trabalho/projeto que realizam, rastreia-se um ponto base escolhido no local, para em seguida processá-lo e enfim ter as coordenadas dos pontos topográficos de interesse. Sendo assim, cada profissional faz da maneira que melhor lhe convém, sem conferir com um ponto de controle de coordenada conhecida e oficial para o município.

Dessa forma, abre-se um espaço enorme para possíveis erros, sejam eles sistemáticos ou grosseiros, fazendo com que muitos produtos topográficos não possuam qualidade posicional adequada ao interesse na criação de determinados projetos. Através de conversas informais realizadas frequentemente entre profissionais que elaboram levantamentos topográficos na cidade de Tubarão, a alternativa utilizada por eles é utilizar como base os pontos cadastrados no banco de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas).

Como citado, a base cartográfica da prefeitura municipal de Tubarão/SC não possui a devida atualização necessária e a base da concessionária de água e coleta de esgoto – empresa privada – foi criada para atender seus próprios interesses. Dessa maneira, realiza-se as medições de campo – obedecendo as diretrizes da NBR 13.133/2021, da ABNT – de pontos topográficos conhecidos, os pontos de checagem, e comuns a ambas as bases, faz-se a comparação das coordenadas através dos cálculos das discrepâncias planimétricas e do erro posicional encontrado. Na sequência, conclui-se qual delas possui uma melhor qualidade posicional para servir de apoio aos levantamentos topográficos dentro do município de Tubarão, através da classificação do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC).

Por fim, dá-se o devido valor ao surgimento de uma base cartográfica atualizada e fiel as feições encontradas e medidas em campo na cidade de Tubarão/SC, uma vez que, o município é o polo central e a maior cidade da região administrativa da AMUREL (Associação de Municípios da Região de Laguna). Sendo assim, há a necessidade de um ordenamento territorial com bases cartográficas de qualidade, já que a cidade representa toda uma região formada por 18 municípios. Como detalham Cole e Wilson (2017), onde afirmam que os componentes de uma base cartográfica fomentam todo o funcionamento de uma gestão eficiente, sendo capaz de prever futuros planejamentos para uma região e incluir detalhes sobre as propriedades, posse, localizações precisas através de coordenadas UTM e geográficas, dimensões e vários outros aspectos do ordenamento territorial.

### 1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

A presente pesquisa está dividida e organizada em 6 (seis) capítulos que se complementam e detalham o trabalho como um todo. E está descrita da seguinte forma:

Neste Capítulo 1 – Introdução, é apresentada uma breve introdução sobre o tema escolhido, a proposta a ser realizada durante a pesquisa junto aos objetivos a serem alcançados e a justificativa sobre a importância deste assunto na sociedade que ele atinge, por fim detalhe-se a estrutura criada para a apresentação de todo o trabalho.

No Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica, como o próprio título do capítulo diz, realiza-se uma revisão da literatura referente aos tópicos utilizados no estudo, apresentando os conceitos fundamentais empregados sobre bases cartográficas e as análises posicionais das coordenadas planimétricas e suas discrepâncias, junto aos parâmetros encontrados para os cálculos e classificações do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC).

O Capítulo 3 – Área de Estudo e Material Disponível, detalha-se a área de estudo da presente pesquisa – Município de Tubarão/SC. As principais características da cidade são apresentadas, como a história, economia e geografia, explicando como o município é um importante polo comercial para a região sul de Santa Catarina. Junto a área de estudo, são apresentados os materiais utilizados na construção do presente trabalho.

No Capítulo 4 – Metodologia, apresenta-se toda a metodologia empregada no desenvolvimento de pesquisa, incluindo o roteiro metodológico adotado, ou seja, as 7 (sete) etapas em que toda a metodologia foi dividida. Destaca-se neste capítulo também, a apresentação dos dados componentes das análises e cálculos realizados para desenvolvimento do estudo.

No Capítulo 5 – Resultados e Análises, são apresentados os resultados encontrados nos cálculos, ou seja, detalha-se os valores para as discrepâncias planimétricas, o erro posicional, os desvios estabelecidos e, conseqüentemente, as classificações do Padrão de Exatidão Cartográfico para cada escala abordada. Junto a esta apresentação, são realizadas as análises comparativas entre os valores citados para cada um dos 3 (três) casos definidos na pesquisa, resultando na determinação da melhor qualidade posicional encontrada.

Por último, o Capítulo 6 – Considerações Finais, faz o fechamento deste trabalho, detalhando as considerações finais e as recomendações para realização de trabalhos futuros referente ao presente tema escolhido.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GESTÃO E PLANEJAMENTO TERRITORIAL

A história do planejamento territorial no Brasil pode ser detalhada como uma trajetória contínua de desconstituição. Os parâmetros para esta afirmação começam nas questões políticas, uma vez que é observado o desaparecimento de assuntos relacionados a questão regional da agenda nacional, com isso os aspectos do planejamento territorial tronam-se cada vez menos visíveis e audíveis. Sendo assim, conseqüentemente a esta falta de prioridade, o território e suas políticas de gestão recebem pouca ou nenhuma atenção (VAINER, 2007).

De acordo com o mesmo autor, Vainer (2007), o contexto econômico, social e político faz-se necessário do desafio de reverter esta tendência e buscar introduzir um plano de análise de dimensões e da realidade encontrada. Desta forma, pode-se realizar os ajustes urbanos e regionais adequando o território as suas respectivas dinâmicas e seus fluxos internos.

Moura (2011), afirma em sua obra que se faz necessário o planejamento de grandes projetos urbanos e ações que objetivem a reestruturação e adequação do espaço, oferecendo uma melhor fluidez regional e organização do recolhimento de capital por parte dos entes governamentais. Estes projetos devem observar diversas características da composição local, já que, cada lugar é alvo de um processo de valorização e desvalorização diferente, pois localizam-se em áreas de expansão urbana e/ou econômica, grandes centros bem definidos historicamente e meio rural.

Todas as estratégias de desenvolvimento local devem atentar para reduzir a dependência de áreas exteriores a ela e aproveitar e desenvolver as potencialidades locais, pois o território cada vez mais se tornou um dos principais elementos quando o assunto é desenvolvimento local. A sociedade local assume maior protagonismo no desenvolvimento de sua própria região, tornando-a mais forte e competitiva no contexto econômico atual e potencializando seus recursos para que este processo de crescimento seja duradouro e estável (ENDLICH, 2007).

Na perspectiva de desenvolvimento e mapeamento de uma determinada área, para que a mesma sirva de base para todas as atividades econômicas regionais, o conhecimento detalhado do território é fundamental. Sendo assim, Paiva e Campos (2018) afirmam que a finalidade do mapeamento realizado em um país é fornecer informações espaciais com o propósito de que elas sirvam para qualquer tipo de uso, ou seja, que possibilite seu emprego em diferentes

contextos, deve conter e detalhar todas as feições que existem na superfície de uma determinada região.

Goudard et al (2015) discorrem que a grande maioria dos municípios brasileiros cresceram e ainda crescem de maneira espontânea, ou seja, não há o devido planejamento de áreas de expansão na cidade, as ruas e bairros vão se desenvolvendo e alargando-se sem a presença de políticas que cuidem dessa ampliação urbana. Como consequência, o planejamento de ações visando o ordenamento territorial é corretiva e não propositiva, sendo assim, ao se pensar a cidade é necessário atentar a provisão das infraestruturas indispensáveis ao planejamento urbano.

## 2.2 BASE CARTOGRÁFICA

O desenvolvimento de uma base cartográfica torna-se fundamental para o planejamento e gestão pública, uma vez que, ela dá aos órgãos governamentais todas as informações necessárias sobre o espaço geográfico e seu real conhecimento local. Sendo assim, a base cartográfica é uma importante ferramenta relacionada ao apoio nas tomadas de decisões em ações de políticas pública, pois ela fornece informações estratégicas sobre os aspectos característicos e exclusivos de uma determinada região, como os dados hidrográficos, relevo, abastecimento de água, saneamento básico, pontos de referência, limites, entre outros (VIEIRA, 2015).

A cartografia junto ao papel da base cartográfica dentro de um município tem como objetivo a apresentação, organização e utilização das informações e dos dados cartográficos. Para realizar a representação desses dados geoespaciais, observa-se um conjunto de atividades que se inicia na aquisição dos dados de campo até a geração do produto final. Com isso, para todo e qualquer procedimento envolvendo bases cartográficas constam os métodos a serem realizados no planejamento, coleta, processamento, interpretação, representação, visualização e utilização dos dados geradores das informações cartográficas, logo, com a evolução da tecnologia ao longo da história, houve também a melhoria nos instrumentos e nos processos de obtenção desses dados e informações (FAGUNDES e IESCHECK, 2019).

No Brasil, muitas cidades, estados e instituições públicas ou privadas possuem um vasto acervo de informações cartográficas, sendo elas utilizadas para elaborações de projetos e mapas, porém os dados geradores dessas informações são adquiridos de diversas formas, diferenciando-se nos métodos e técnicas utilizadas nas medições, os critérios seguidos e a

qualidade que cada um dos levantamentos exige. Dessa forma, o resultado desse acúmulo de dados são informações imprecisas, incompletas e desatualizadas sobre a região e as características do território local, não sendo viável sua utilização para atualização da base cartográfica (VIEIRA, 2015).

A base cartográfica é um conjunto de mapas, cartas, plantas topográficas e diversos outros meios de representação das feições do espaço físico. Contudo, a base cartográfica de um município possui a característica de estar sempre em constante atualização para que seus elementos sejam confiáveis e o mais próximo possível da realidade. Junto a isso, tem-se o fator da continuidade, pois a base deve acompanhar o cadastramento temporal dos elementos de uma área já levantada e caracterizada dentro dela, ao mesmo tempo que atualiza as novas feições que surgem a cada dia dentro de um município. Portanto, é de extrema importância a análise da qualidade planimétrica, pois a criação e disseminação de produtos cartográficos tem sido realizada de maneira ágil e rápida (FONSECA NETO ET AL., 2017).

Antunes e Hollatz (2015) afirmam que, a base cartográfica é o ponto de partida para o mapeamento total de uma região, pois nela constam os pontos bases e cadastrais detalhados contendo informações preexistentes do município em questão. Porém, os autores ainda detalham que criar e atualizar uma base cartográfica costuma ser uma atividade de alto custo, ou seja, muitas prefeituras optam por não realizar sua devida atualização. Entretanto, disponibilizar os dados da base e incentivar o uso da mesma traz benefícios econômicos ao município, uma vez que, os profissionais que a utilizarem em medições e levantamentos topográficos podem estar contribuindo para sua atualização.

Na sequência são apresentadas as duas bases cartográficas utilizadas no presente estudo, uma característica importante a ser destacada previamente é que ambas estão em coordenadas do tipo UTM. O motivo pelo emprego deste tipo de coordenada está atrelado a facilidade de uso, uma vez que, este formato de coordenada é o mais empregado em projetos e levantamentos topográficos, pois há uma maior facilidade em sua interpretação – já que é descrita em distância, na unidade metro. Outro fator decisivo é que a base cartográfica deve ser um meio disponível a todos, ou seja, que pessoas leigas em assuntos específicos – como os diferentes tipos de coordenadas existentes – também possam usufruir desta ferramenta de gestão e planejamento urbano sem que haja uma maior dificuldade na interpretação dos dados e informações ali contidas.

### **2.2.1 BASE CARTOGRÁFICA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE TUBARÃO**

As informações contidas nesse tópico – em relação as características da base cartográfica utilizada pelo município – estão relacionadas aos dados obtidos através de gestores do órgão municipal referente a secretaria de urbanismo, junto a conversas com profissionais da área de topografia e agrimensura que já trabalharam ou ainda trabalham na prefeitura municipal de Tubarão/SC.

A origem da base cartográfica da prefeitura é antiga, uma vez que, há algumas plantas e projetos desenhados à mão nos acervos históricos da prefeitura. Muitos desses mapas históricos desenhados, que não eram mais utilizados com tanta frequência, foram perdidos ou destruído ao longo dos anos com a digitalização da base cartográfica.

A atual base cartográfica digital do município teve origem nas cartas topográficas e nos mapas realizados de maneira analógica, ou seja, o princípio geométrico e os detalhamentos encontrados tiveram como base a cartográfica já existente em mãos. Junto a isto, destaca-se o incremento das coordenadas planimétricas através de medições realizadas em campo – já que com o passar dos anos os métodos de obtenção das coordenadas ficaram cada vez mais sofisticados e a precisão das mesmas cada vez melhores – utilizando marcos geodésicos com coordenadas oficiais do IBGE. Sendo assim, a base foi sendo desenvolvida com levantamentos de campo através da topografia clássica – com estação total e teodolitos, utilizando desde o início das operações as coordenadas do tipo UTM.

A atual base ainda tem como referencial geodésico o SAD69, já que ela começou a ser digitalizada quando este sistema de referência era adotado como oficial no país – a maior parte do desenvolvimento dessa base junto as medições de campo são datadas na década de 90 e início dos anos 2000. Com isso, a atualização referente a expansão urbana e criação de novas infraestruturas dá-se na transformação dos novos projetos – que estão referenciados ao sistema geodésico SIRGAS 2000 – para o referencial adotado pela base (SAD69).

A escala da base cartográfica não é determinada e/ou não está indicada, uma vez que ela foi sendo desenvolvida e atualizada ao longo dos anos dentro de um arquivo do tipo CAD. Sendo assim, quando necessária a utilização da mesma, faz-se um recorte da área de interesse, aplica-se o propósito a ser abordado naquela área e determina-se a escala que será utilizada para o detalhamento desse projeto em específico.

O detalhamento da base dá-se na infraestrutura encontrada junto a demarcação dos lotes e parcelas ao longo das quadras do município, com isso, a prefeitura municipal utiliza a

base para analisar a disposição das parcelas no município e cadastrar eventuais mudanças – como desmembramentos, unificações e retificações. Ainda dentro da base tem-se a representação dos imóveis construídos e averbados a cada parcela, uma vez que, o interesse da prefeitura é saber como “está construída” a cidade.

### **2.2.2 BASE CARTOGRÁFICA DA CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E COLETA DE ESGOTO**

O desenvolvimento da base cartográfica da Concessionária de Água e coleta de Esgoto começou a ser realizada logo no início das operações da empresa na cidade de Tubarão/SC – em 2012. A empresa necessitava obter todo o conhecimento territorial detalhado do município, com isso, iniciou a criação da base cartográfica a partir do zero, ou seja, rastreando os primeiros pontos e utilizando os dados disponibilizados pelo IBGE.

A montagem da base cartográfica deu-se nos levantamentos topográficos realizados ao longo da cidade pelos métodos de posicionamento utilizados no GNSS – sejam eles estáticos, cinemáticos ou RTK – e em lugares onde haviam grande concentração de edifícios e construções, como no centro urbano da cidade, utilizou-se o método da topografia clássica – realizando poligonais fechadas com estação total. A partir do rastreamento de vários pontos de controle instalados nos diferentes bairros do município e determinando suas coordenadas de maneira precisa através dos dados diários da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) iniciou-se as medições de campo.

Essas medições eram realizadas por diferentes equipes – entorno de três – que se espalhavam e se responsabilizavam por uma determinada área da cidade, o objetivo era cadastrar toda a infraestrutura presente no município, sendo elas: meio-fio, calçadas, postes, esquinas, testadas dos lotes, caixas coletoras, hidrantes, pontos de ônibus entre vários outros detalhes. Sendo assim, os primeiros anos foram de medições e fixação de pontos de controle (com chapa metálica) ao longo da cidade. Conforme a equipe de campo levantava os detalhes *in loco*, a equipe de escritório descarregava as coordenadas e descrições em arquivo CAD e montavam a base cartográfica a partir desses pontos coordenados.

O sistema geodésico de referência adotado nessa base é o SIRGAS 2000, uma vez que, no início da construção desta base cartográfica esse sistema já era adotado como oficial no país, sendo os dados do IBGE utilizados todos referenciados a ele. As coordenadas empregadas na base são do tipo UTM, pois são as mais utilizadas em projetos dos diferentes setores da



engenharia no país e por ter facilidade em aplicação e acesso a outros conteúdos que podem se correlacionar com a base cartográfica.

Conforme a base cartográfica da prefeitura municipal de Tubarão, essa base cartográfica também não especifica a escala, uma vez que, como descrito anteriormente, ela foi criada por topografia e representada em um ambiente CAD único. Os pontos coordenados foram sendo inseridos conforme os levantamentos de campo se desenvolviam ao longo da cidade e a partir desses pontos realizavam-se as representações das feições encontradas *in loco*.

O objetivo da empresa com a criação de sua própria base cartográfica dá-se na falta de uma base atualizada quando iniciada as operações na cidade e a necessidade de conhecer detalhadamente todo o município. Uma vez que, os projetos da rede de coleta de esgoto para tratamento – que estão em andamento a três anos na cidade de Tubarão/SC – foram realizados considerando os detalhes presentes nesta base cartográfica, já que o trajeto a ser percorrido pelas tubulações a serem instaladas não poderia sobrepor as infraestruturas já implantadas dentro do município.

## 2.3 SISTEMAS DE REFERÊNCIA E PROJEÇÃO

### 2.3.1 SISTEMA DE PROJEÇÃO UTM

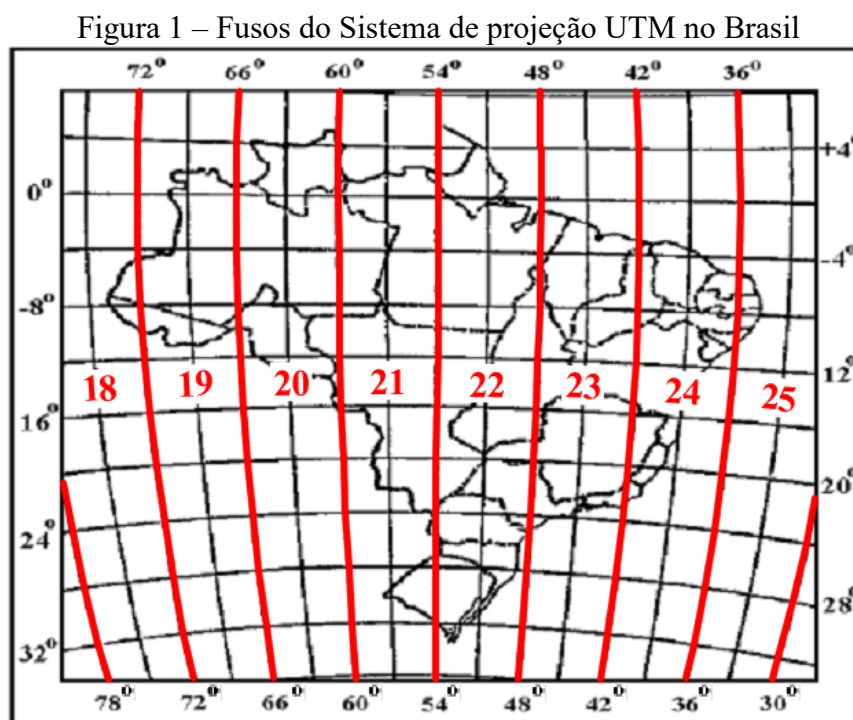
O Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), uma projeção do tipo cilíndrica, transversal e secante ao globo terrestre, possibilitou uma enorme evolução da cartografia desde sua publicação em 1569, pois uma das principais características dela é trabalhar com paralelos retos, meridianos retos e equidistantes. Esse sistema trabalha com coordenadas métricas planas ou planoretangulares, formando uma rede de quadrículas planas através de seus meridianos (FITZ, 2014).

Ainda de acordo com o autor, Fitz (2014) explica que o cruzamento da linha do equador com o meridiano central (MC) é a origem desse sistema de coordenadas. Os valores das coordenadas do eixo N (norte-sul) são referenciados a linha do equador, onde o valor máximo estabelecido é de 10.000.000 m (dez milhões de metros) – esse valor vai decrescendo no sentido sul – e 0 m (zero metros) no sentido norte, sendo que este valor é crescente conforme caminha ao norte da linha do equador. Em relação as coordenadas do eixo E (leste-oeste) é instituído o valor de 500.000 m (quinhentos mil metros) no MC, sendo ele o valor de referência, com isso os valores crescem a partir dele para o sentido leste e decrescem no sentido oeste.

Da Silva et al. (2016) detalham algumas das principais características do sistema UTM, são elas:

- a) A superfície de projeção é um cilindro transverso e a projeção é conforme (ou seja, os ângulos são mantidos).
- b) A Terra é dividida em 60 fusos de 6° de longitude. O cilindro transverso adotado como superfície de projeção assume 30 posições diferentes, já que seu eixo se mantém sempre perpendicular ao MC de cada fuso.
- c) Aplica-se ao meridiano central de cada fuso um fator de redução de escala igual a 0,9996, para minimizar as variações de escala dentro do fuso. Como consequência existem duas linhas secantes aproximadamente retas, uma a leste e outra a oeste, distantes cerca de 1°37' do meridiano central, cujo fator é igual a 1,0000.
- d) Latitudes limites: 84° Norte e 80° Sul.

A figura 1 demonstra todos os fusos de 6° da projeção UTM que englobam o Brasil (fusos de número 18 a 25) o destaque dá-se que o estado de Santa Catarina é um dos quatro estados (os outros são Ceará, Espírito Santo e Sergipe) que estão dentro de um único fuso, facilitando ainda mais os projetos a nível estadual.



Fonte: IBGE (1999), modificado pelo Autor (2022).

### 2.3.2 SAD69

As coordenadas e informações referenciadas espacialmente são vinculadas a um sistema geodésico de referência (SGR) – ou também conhecido como Datum. Ao longo dos anos foram utilizados diversos referenciais pelo mundo. No Brasil, entre as décadas dos anos de 1950 até início dos anos 1970 o sistema Córrego Alegre era o escolhido como referência, sendo ele o primeiro SGR horizontal utilizado no país que posteriormente foi substituído – por um curto período – pelo Chuá Astro Datum e a partir de 1979 o SAD69 (South American Datum of 1969) foi homologado como o datum oficial para os trabalhos de geodésia e cartografia no país (FERNANDES e NOGUEIRA, 2010).

O SAD69 se caracteriza por ser um sistema geodésico regional, de concepção clássica, topocêntrico – ou seja, o vértice na superfície terrestre serve para amarração do elipsoide ao geóide – e teve como um dos principais objetivos a unificação do SGR para todos os projetos e atividades cartográficas e geodésicas na América do Sul. No Brasil o Datum SAD69 foi adotado como oficial até o ano de 2005 ao ser substituído pelo SIRGAS 2000 (DE BRITO ET AL., 2013).

O SAD 69 utiliza o elipsoide de referência internacional de 1967 e, como dito anteriormente, ele é topocêntrico, ou seja, há um vértice de origem do sistema de referência, esse vértice geodésico é o Chuá em Minas Gerais. Como o sistema foi estabelecido antes do desenvolvimento e surgimento das tecnologias empregadas atualmente, ele é considerado um sistema de referência clássico, ou seja, a construção da rede planimétrica foi realizada por metodologias e técnicas de posicionamento terrestre (BORGES e ELMIRO, 2014).

Borges e Elimiro (2014) ainda detalham que em 1996 o IBGE concluiu o reajustamento da rede geodésica brasileira com base em novas técnica e tecnologias de posicionamento por satélites. Este reajustamento realizado teve como resultado novas coordenadas nas estações da rede planimétrica brasileira. Sendo assim, a qualidade da rede foi consideravelmente melhorada e o IBGE começou a divulgar somente as coordenadas do reajustamento mais recente junto a seus desvios-padrão, proporcionando assim, o conhecimento sobre a qualidade das coordenadas de cada estação componente a rede.

### 2.3.3 SIRGAS 2000

Com a evolução tecnológica acelerada no ramo da cartografia e agrimensura, o SGB (Sistema Geodésico Brasileiro) sofreu uma nova alteração. O Decreto Federal 5334/2005 estabeleceu novas instruções e normas técnicas para a cartografia nacional, sendo essa atualização a responsável por estabelecer o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas, realizado no ano de 2000 – SIRGAS 2000 – como o novo sistema de referência geodésico para o SGB. Essa mudança foi realizada, pois este sistema de referência possuía uma melhor precisão e compatibilidade com as técnicas de posicionamento associadas ao GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite, em português), já que o uso desse aparelho teve alta proliferação nos trabalhos geodésicos e possuía uma precisão melhor que os métodos clássicos (triangulação, poligonação e trilateração) (FERNANDES, 2009).

O Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) passou a ser adotado como o único oficial em 2015, já que houve um período de dez anos (2005 a 2015) onde o SAD69 ainda poderia ser utilizado como referencial geodésico, mas que sua utilização fosse diminuindo ao longo do tempo até todos utilizarem somente o SIRGAS 2000 a partir de 2015.

O SIRGAS 2000 possui diferenças em relação ao SAD69, a principal delas é a mudança do tipo de orientação, enquanto o SAD69 utilizava o tipo topocêntrico – onde o ponto de origem está localizado na superfície da Terra – o SIRGAS 2000 é geocêntrico, ou seja, a origem dos três eixos cartesianos é amarrada ao centro de massa da Terra. Outro ponto a ser destacado é em relação as técnicas utilizadas de posicionamento, a rede planimétrica em SAD69 foi realizada através de técnicas de triangulação e poligonação, já no SIRGAS 2000, utiliza-se as técnicas do posicionamento por satélites (MORAES e LORANDI, 2016).

Uma característica muito importante do SIRGAS 2000 para o Brasil é sobre a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC. A RBMC consiste em um conjunto de estações geodésicas, equipadas com receptores GNSS de alto desempenho, proporcionando uma vez ao dia ou em tempo real, observações para a determinação de coordenadas (IBGE, 2020). Essa rede tem uma conexão direta e imediata com o SIRGAS 2000, uma vez que, ele é o sistema geodésico de referência da rede. Sendo assim, emprega-se uma das técnicas mais precisas de posicionamento, a partir da RBMC que é uma rede ativa (FERNANDES, 2009).

### 2.3.4 TRANSFORMAÇÃO DE DATUM

Conforme evolução do Sistema Geodésico Brasileiro – o SGB, houve a necessidade de relacionar as coordenadas referenciadas a diferentes datum, a realização da transformação de coordenadas para que elas tenham a possibilidade de serem comparadas e utilizadas em um mesmo projeto dá-se mediante algum método de transformação, esse método é capaz de associar as coordenadas através de uma equação de transformação.

Referente ao histórico de SGR no Brasil, como dito anteriormente, houveram trocas de sistemas geodésicos de referência ao longo dos anos, logo, resoluções foram criadas para as transformações das coordenadas e os parâmetros a serem seguidos nesse processo. A resolução PR n° 22, de julho de 1983, definiu os parâmetros de transformação, especificações, normas gerais, tolerâncias e critérios de execução entre os sistemas de referência Córrego Alegre e SAD69. A resolução n° 23, de fevereiro de 1989, definiu os parâmetros oficiais para transformação de WGS84 (World Geodetic System 1984) e SAD69, destaca-se que o SIRGAS2000 e o WGS84 são compatíveis, porém não são exatamente iguais. Por fim, a resolução 01/2005 do IBGE detalha os parâmetros de transformação entre SAD69 e SIRGAS2000 (BORGES ET AL., 2016).

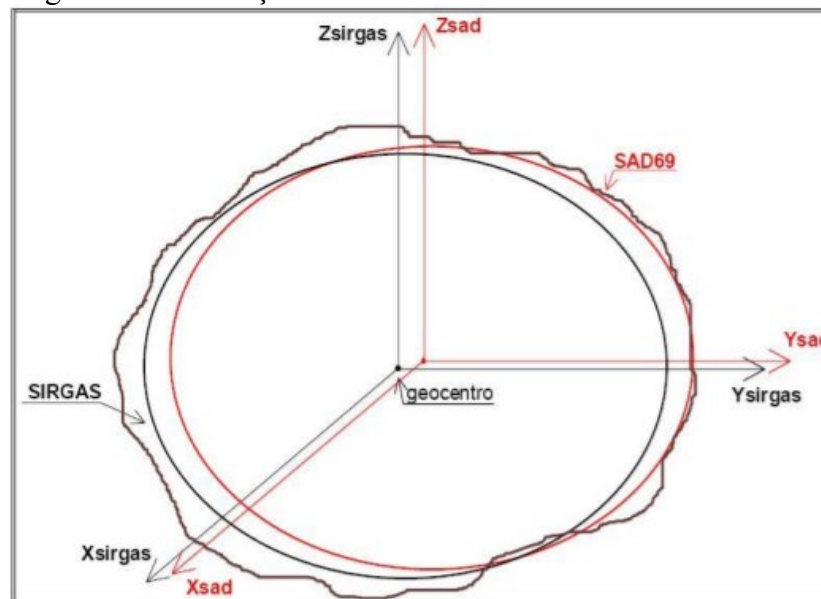
O quadro 1 demonstra os parâmetros de transformação e diferenças entre os sistemas geodésicos, nota-se a compatibilidade entre WGS84 e SIRGAS2000 já que as diferenças nos valores ocorrem a partir da quarta casa decimal. Já a figura 2, demonstra a diferença entre os referenciais SAD69/96 e WGS84 (compatível ao SIRGAS 2000), detalha-se a diferença de um sistema topocêntrico para um geocêntrico, destacando a importância das resoluções citadas anteriormente para os processos de transformação de coordenadas.

Quadro 1 – Parâmetros de transformação e diferenças entre sistemas geodésicos

Datum	Elipsoide	Tipo	Raio Equatorial semi-eixo maior	Raio Polar semi-eixo menor b	f	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
Córrego Alegre	Hayford	Topocêntrico	6378388	6356912,00000	1/297	-205,57	168,77	-4,12
Astro Chuá	Hayford	Topocêntrico	6378388	6356912,00000	1/297	-143,87	243,37	-33,52
SAD69/1996	UGGI-67	Topocêntrico	6378160	6356774,71920	1/298,25	-66,87	4,37	-38,52
SAD69/2005	UGGI-68	Topocêntrico	6378160	6356774,71920	1/298,25	-67,35	3,88	-38,22
WGS84(G1150)	WGS84	Geocêntrico	6378137	6356752,31425	1/298,257223563	0,00	0,00	0,00
SIRGAS2000	GRS80	Geocêntrico	6378137	6356752,31414	1/298,257222101	0,00	0,00	0,00

Fonte: O Autor (2022).

Figura 2 – Diferença entre os referenciais SAD69/96 e WGS84



Fonte: IBGE (2001).

Costa (2003), apud Borges e Elmiro (2014), relatam que as diferenças planimétricas entre as coordenadas do sistema SAD69/96 e SIRGAS 2000 podem variar em até 58 m (cinquenta e oito metros) na região Nordeste do Brasil e até 73 m (setenta e três metros) na região Sul do Brasil. O autor detalha e considera um deslocamento médio de 65 m (sessenta e cinco metros) no contexto nacional, dessa forma, a correspondente gráfica em mm (milímetros) de acordo com as diferentes escalas encontradas em cartas cartográficas pode ser analisada na tabela 1, onde fica caracterizado que a diferença entre os referenciais se tornam significativas em cartas com escalas grandes, como as cartas em escala cadastral.

Tabela 1 – Diferença entre SAD69 e SIRGAS2000

ESCALA	DESLOCAMENTO (mm)
1:1 000 000	0,065
1:500 000	0,13
1:250 000	0,26
1:100 000	0,65
1:50 000	1,30
1:25 000	2,60
1:10 000	6,5
1:5 000	13,0
1:2 000	32,5
1:1 000	65,0

Fonte: Costa (2003), apud Borges e Elmiro (2014).

Com as mudanças nos referenciais geodésicos e quantidade de cartas e mapas em diferentes sistemas, surgiu a necessidade de associar parâmetros e diretrizes para que as

transformações entre sistemas geodésicos permitissem a melhor preservação das informações e dados das coordenadas. Dessa forma, o IBGE em parceria com a University of New Brunswick (UNB), do Canadá, desenvolveram um software para melhor atender os profissionais da área que necessitavam de transformações confiáveis de suas coordenadas, esse software foi denominado de ProGriD. O software permitiu a troca de informações, migrações de banco de dados e compatibilidade de mapas entre todos os sistemas geodésicos de referências, o Córrego Alegre (realizações de 1961 e 1970 a 1972), SAD69 (rede clássica e Doppler ou GPS), SAD69/96 e o SIRGAS2000 (MELO e OLIVEIRA, 2019).

Como o ProGriD foi desenvolvido e fornecido pelo IBGE, ou seja, ele é uma solução oficial para transformações em território nacional. O software aplica transformações utilizando o formato NTV2 (National Transformation Version 2), esse formato, como dito anteriormente, foi criado e usado no Canadá, porém ele também foi aplicado em outros países desenvolvidos, como na Austrália e Estados Unidos (MONICO ET AL., 2014).

Melo e Oliveira (2019) ainda afirmam que o programa desenvolvido pelo IBGE representou um avanço significativo na transformação de coordenadas, já que, as conversões eram realizadas considerando apenas as diferenças entre sistemas de coordenadas, utilizavam apenas translações na transformação geométrica. Quando o software ProGriD foi programado e disponibilizado ele acrescentou um parâmetro muito importante, que eram as distorções das redes geodésicas, dessa maneira, essas distorções foram associadas junto a transformação das coordenadas.

Outra ferramenta disponibilizada como oficial para as transformações de datum é a Calculadora Geográfica do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, o INPE. A Calculadora Geográfica é uma ferramenta on-line que realiza a conversão de coordenadas e datum, ou seja, ela permite a seleção dos dados de entrada e saída, sejam eles os tipos de coordenada – geográfica, UTM, Lambert, entre outras – e o datum ao qual a coordenada está referenciada – SAD69, CorregoAlegre, Astro-Chua, WGS84 ou SIRGAS2000 (VIEIRA ET AL, 2018). A ferramenta ainda permite o cálculo de distâncias entre dois pontos utilizando coordenadas, o cálculo do meridiano central (MC) e a visualização do ponto transformado no Google Maps.

A figura 3, detalha os dados de entrada (a esquerda), os dados de saída (ao centro), e o resultado da transformação (a direita), na ferramenta Calculadora Geográfica. Observa-se ainda que, na seleção da “Projeção de saída” e do “Datum de saída” as opções são as mesmas encontradas nos dados de entrada – a esquerda da figura 3.

Figura 3 – Dados de Entrada e Saída da Calculadora Geográfica

Converte Coordenadas		Parametros da Projecao de entrada		Resultado	
Sua coordenada esta em:		Selecione Zona Utm (Meridiano Central)		Datum Entrada	SAD69
<input type="text" value="UTM (metros)"/> <ul style="list-style-type: none"> <li>GEOGRAFICA (Grau Minuto Segundo)</li> <li>GEOGRAFICA (Grau Decimal)</li> <li><b>UTM (metros)</b></li> <li>POLICONICA (metros)</li> <li>LAMBERT (metros)</li> <li>MERCATOR (metros)</li> <li>ALBERS (metros)</li> <li>CILIN. EQUIDISTANTE (metros)</li> <li>MILLER (metros)</li> <li>GAUSS (metros)</li> </ul>		Z 22 (o 51 00 00) <input type="text"/>		Datum Saída	SIRGAS2000
		Selecione Hemisferio da coordenada Y		Resultado da conversao:	<a href="#">Veja a região no Google Maps</a>
		Sul <input type="text"/>		--	--
		Informe Offset X e Y (se houver)		Longitude em GMS	O 48 59 39.538
		Off X <input type="text" value="0"/>		Longitude em GD	-48.994316056578
		Off Y <input type="text" value="0"/>		Coord X UTM em metros	696318.8326554
		Selecione a Projecao de saída		--	--
		<input type="text" value="UTM (metros)"/>		Latitude em GMS	S 28 29 39.245
		Selecione o Datum de saída		Latitude em GD	-28.494234760619
		<input type="text" value="SIRGAS2000"/>		Coord Y UTM em metros	6846407.0216802
		<input type="button" value="Avançar"/>		Meridiano Central = -51 /// Fuso UTM = 22	
		<a href="#">Mapa de fusos UTM aqui...</a>			
Converte Coordenadas					
Sua coordenada esta em:					
<input type="text" value="UTM (metros)"/>					
Entre Longitude ou X					
<input type="text" value="696368,749"/>					
Entre Latitude ou Y					
<input type="text" value="6846450,864"/>					
Selecione o Datum de entrada					
<input type="text" value="SAD 69"/> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>SAD 69</b></li> <li>CorregoAlegre</li> <li>Astro-Chua</li> <li>WGS84</li> <li>SIRGAS2000</li> </ul>					
Use por <input type="text"/>					
decimal					

Fonte: O autor (2022).

## 2.4 CONTROLE DE QUALIDADE

Ao longo dos últimos anos a qualidade dos dados cartográficos tem evoluído através de dois importantes fatores: transformação da cartografia analógica para digital e as facilidades tecnológicas que a internet vem disponibilizando (ZANETTI, ET AL, 2016). Devido à alta facilidade na produção e no compartilhamento de informações cartográficas, utiliza-se fontes de dados indiscriminadamente, não sabendo qual o nível da confiabilidade desses dados. Dessa forma, faz-se necessário avaliar a qualidade dos dados espaciais, sendo que, uma das maneiras mais utilizadas para avaliar um produto é empregando o método da acurácia posicional, no qual, utiliza-se amostras de pontos de checagem e faz-se a comparação entre os pontos homólogos no produto cartográfico a ser avaliado e na referência de campo (BRAVO E SLUTER, 2015).

Ainda no contexto das maneiras de realizar o controle de qualidade de produtos cartográficos, Queiroz e Santos (2016) explicam que existem dois tipos diferentes de avaliação posicional: realizando essa análise nos processos de criação ou analisando o produto já pronto. Na análise de processo observa-se cada etapa da operação, de forma a obter valores de discrepâncias para depois efetuar a propagação dessa variância, e ao fim, estimar um valor de discrepância final para o produto. Já na análise do produto, o objetivo é avaliar a acurácia



posicional no produto cartográfico final, para isto, utiliza-se os pontos de checagem e faz-se a comparação dos mesmos no produto e no levantamento de campo, estabelecendo as discrepâncias posicionais através de testes estatísticos, normas e padrões a fim de avaliar a qualidade final do produto. Na presente pesquisa utilizou-se o segundo método – análise do produto.

Entrando mais especificamente no assunto tema desta pesquisa, Miranda e Santos (2016) dissertam que, a qualidade de uma base cartográfica está na sua criação e em sua atualização, uma vez que, os elementos componente dela se alteram ao longo do tempo, novos atributos aparecem e outros são extintos. Dessa forma, uma base cartográfica de qualidade deve acompanhar as constantes transformações que acontecem na superfície da área que ela abrange. Logo, para essa qualidade seja alcançada, a base deve se adequar aos objetivos estabelecidos, o produto cartográfico deve obedecer aos parâmetros que definem a qualidade do produto. Com isso, os autores ainda discorrem que, no Brasil, o padrão para avaliação da qualidade de um produto cartográfico é o Padrão de Exatidão Cartográfico – o PEC, definido pelo Decreto Lei nº 89.817 de 1984, que será detalhado posteriormente.

## 2.5 QUALIDADE POSICIONAL

### 2.5.1 PONTOS DE CHECAGEM/CONTROLE

De acordo com Santos (2009), os pontos de controle são de suma importância para a qualidade dos mapas, cartas e para as bases cartográficas em geral. Uma vez que, essa qualidade está diretamente relacionada com a exatidão das coordenadas dos pontos de controle, com isso, um georreferenciamento admissível é possível quando essas coordenadas são posicionadas com exatidão sobre os mapas que formam as bases cartográficas de uma determinada região.

Merchant (1982) através de seu estudo utiliza a teoria das pequenas amostras e indica que a quantidade de 20 pontos de controle/checagem é suficiente para obter a acurácia posicional de uma área, justificando essa escolha na otimização de custos e fidelidade/qualidade desses pontos. Merchant ainda orienta trabalhar com um intervalo de confiança de 90%, sendo as coordenadas X e Y avaliadas de maneira isolada na projeção cartográfica definida.

A *Geospatial Positioning Accuracy Standards* do *Federal Geographic Data Committee* (FGDC) através de seu documento publicado no ano de 1988, faz a recomendação da mesma quantidade de pontos de controle/checagem de Merchant – 20 pontos – no processo de controle

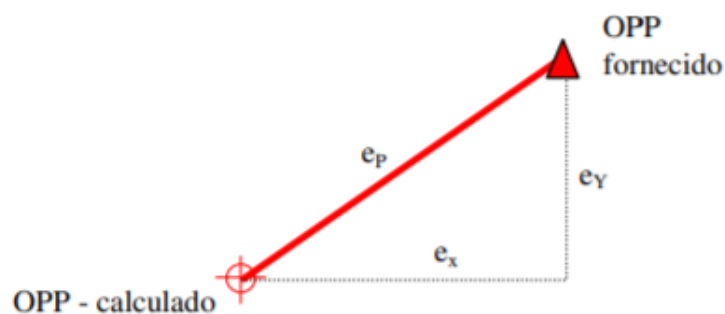
de qualidade, diferenciando no intervalo de confiança – que é de 95%, enquanto Merchant (1982) estabelece 90% (FERNANDES ET AL, 2015).

López e Gordo (2008) afirmam que do ponto de vista da estatística, um dos aspectos mais controversos de toda uma metodologia de estudo que envolve pontos de controle/checagem/verificação é a definição do número ideal, porém baseado em diversas pesquisas de outros autores e nas normas americanas o número sugerido são 20 (vinte) pontos. Além desses autores a norma americana NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy) também estabelece que, os mesmos 20 (vinte) pontos para estudo são suficientes para avaliar dados espaciais, desde que sejam bem distribuídos por toda a região de pesquisa, ou seja, evitar aglomerações de pontos (SANTOS, ET AL., 2016).

### 2.5.2 DISCREPÂNCIA PLANIMÉTRICA

A discrepância planimétrica, erro planimétrico ou erro linear é a diferença entre a coordenada calculada e a coordenada fornecida de um mesmo ponto (VEIGA ET AL., 2012). Teoricamente ambas deveriam ter o mesmo valor, porém através de diversos fatores – desde o mais simples (erros grosseiros na medição) até os mais complexos (erros aleatórios) – elas apresentam valores distintos, tanto na componente X ( $E$ , em coordenadas UTM) quanto na Y ( $N$ , em coordenadas UTM). Portanto, o erro planimétrico obedece uma distribuição bidirecional através de suas componentes, como demonstra a figura 4 (VIEIRA e GENRO, 2013).

Figura 4 – Decomposição do erro planimétrico



Fonte: Veiga et al. (2012).

Os valores de  $e_x$  e  $e_y$ , podem ser calculados através da equação 1 e equação 2 a seguir:

$$e_x = X_{OPP}^C - X_{OPP}^F \quad (1)$$

$$e_y = Y_{OPP}^C - Y_{OPP}^F \quad (2)$$

Onde:  $X_{OPP}^C$  e  $Y_{OPP}^C$  são as coordenadas calculadas;  
 $X_{OPP}^F$  e  $Y_{OPP}^F$  são as coordenadas fornecidas.

Por fim, o erro planimétrico (ep) será dado pela equação 3 abaixo:

$$ep = (e_x^2 + e_y^2)^{1/2} \quad (3)$$

### 2.5.3 VARIÂNCIA

Tanto o desvio padrão como a variância são classificados como medidas de dispersão, ou seja, analisa-se quão distante os valores de um determinado estudo estão do valor central – a média. Essas duas ferramentas da estatística são semelhantes, uma vez que, o desvio padrão nada mais é que a raiz quadrada da variância – considerando o desvio sempre como um resultado positivo. (BERMUDEZ, 2013).

Dessa forma, quanto menor a variância, menor sua dispersão – mais próximo do valor da média. Sendo assim, a equação 4 refere-se ao cálculo da variância amostral e a equação 5 para a variância populacional:

$$VAR \text{ ou } s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (4)$$

$$VAR \text{ ou } s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n} \quad (5)$$

Onde:  $s^2$  e  $VAR$  são a variância;

$\sum$  é o somatório dos valores;

$x$  é um dos valores do conjunto;

$\bar{x}$  é a média dos valores do conjunto;

$n$  é o número de valores dentro do conjunto.

Observa-se que a variância também pode ser representada por  $s^2$ , uma vez que o valor da mesma é o quadrado do desvio padrão ( $s$ ). Outro ponto a ser destacado é em relação a utilização das equações amostrais – tanto no desvio padrão como na variância – no presente estudo, uma vez que, a pesquisa dá-se através do uso de amostras.

#### 2.5.4 DESVIO PADRÃO

O desvio padrão expressa o grau de dispersão do conjunto de dados em questão. Sendo assim, o valor do desvio padrão representa o quão uniforme é esse conjunto, logo, quanto mais próximo de 0 (zero) maior será a homogeneidade dos dados pertencentes a esse conjunto. O símbolo internacional que identifica o desvio padrão é a letra grega sigma ( $\sigma$ ) ou a letra “s”.

O desvio padrão de uma amostra pode ser calculado pela equação 6, já o desvio padrão de uma população utiliza a equação 7, conforme abaixo:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (7)$$

Onde:  $s$  e  $\sigma$  são o desvio padrão;

$\sum$  é o somatório dos valores;

$x$  é um dos valores do conjunto;

$\bar{x}$  é a média dos valores do conjunto;

$n$  é o número de valores dentro do conjunto.

#### 2.5.5 ROOT MEAN SQUARE (RMS)

O RMS (em inglês, Root Mean Square), também conhecido no português como a raiz do valor quadrático médio, é considerado também uma ferramenta da estatística que calcula a magnitude de uma quantidade variável (NILSON, 2014). Sendo este cálculo realizado através da extração da raiz quadrada da média aritmética dos quadrados dos valores (BERMUDEZ, 2013).

Apesar do RMS estar relacionado ao desvio padrão, no presente estudo, os cálculos desses dois valores são realizados de formas – e apresentam valores – diferentes, valores muito próximos, porém distintos.

Sendo assim, o cálculo do RMS realizado na presente pesquisa utilizou equação 8, destacada a seguir:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} \quad \text{ou} \quad RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N}} \quad (4)$$

Onde:  $\sum$  é o somatório dos valores;

$x$  é um dos valores do conjunto;

$N$  é um dos valores do conjunto.

## 2.6 PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICO

O Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) foi definido através do Decreto nº 89.817 de junho de 1984, nele foram determinadas as normas técnicas da cartografia nacional. O presente decreto faz uma análise entre os erros posicionais encontrados na carta através de testes, junto a escala de trabalho empregada no projeto, para que no final classificar o produto segundo a exatidão apresentada (MOREIRA ET AL., 2014).

De acordo com o artigo 8º do Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984, a exatidão das cartas, em relação a sua planimetria, devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), segundo os critérios abaixo:

- 1- Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica – Planimétrico – estabelecido.
- 2- Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos.
- 3- A probabilidade de 90% corresponde a 1.6449 vezes o Erro-Padrão – PEC = 1,6449 EP.
- 4- Para efeito das presentes Instruções, consideram-se equivalentes as expressões Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro-Médio-Quadrático.

Ainda segundo o Decreto 89.817, as cartas, de acordo com a sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, através dos seguintes critérios demonstrados pela quadro 2:

Quadro 2 – Classes do Padrão de Exatidão Cartográfico

Carta	PEC Planimétrico	Erro Padrão	PEC Altimétrico	Erro Padrão
Classe A	0,5 mm x Escala	0,3 mm x Escala	1/2 Equidistância	1/3 da Equidistância
Classe B	0,8 mm x Escala	0,5 mm x Escala	3/5 Equidistância	2/5 da Equidistância
Classe C	1,0 mm x Escala	0,6 mm x Escala	3/4 Equidistância	1/2 da Equidistância

Fonte: O Autor (2022), com base no Decreto de Lei 89.817/1984.

Segundo Cruz e Santos (2016), o Decreto de Lei nº 89.817 foi considerado confuso em relação a metodologia de avaliação. Sendo assim, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), em 2011, propôs a Especificação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) para complementar o Decreto 89.817 de 1984. Com isso, a ET-ADGV criou uma classe mais restritiva para os produtos cartográficos digitais, como demonstra a quadro 3 em relação a planimetria desses novos dados.

Quadro 3 – PEC Planimétrica dos Produtos Cartográficos Digitais

Classe ET-ADGV	Planimetria	
	PEC-PCD	EP
A	0,28 mm x Escala	0,17 mm x Escala
B	0,50 mm x Escala	0,30 mm x Escala
C	0,80 mm x Escala	0,50 mm x Escala
D	1,00 mm x Escala	0,60 mm x Escala

Fonte: Decreto-lei nº 89.817 aliada à ET-ADGV, apud Cruz e Santos (2016), modificada pelo Autor (2022).

Entre os métodos que avaliam a qualidade posicional planimétrica de bases cartográficas através de processo estatísticos, destacam-se três, são eles: o desvio padrão da amostra, onde calcula-se os resíduos de cada uma das coordenadas planimétricas e através desses resíduos obtêm-se o desvio padrão da amostra, utilizado para determinar o PEC calculado e comparado aos valores tabelados pelo Decreto 89.817; o método do cálculo da porcentagem das amostras, onde é exigido que 90% dos pontos não apresentem discrepâncias superiores aos detalhados no Decreto 89.817; e o método dos testes de hipóteses, onde é avaliado o PEC e analisa-se o produto cartográfico, buscando alguma tendência residual (OLIVEIRA, 2011).

### **3 ÁREA DE ESTUDO E MATERIAL DISPONÍVEL**

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

A história de Tubarão descrita nesse capítulo foi baseada em pesquisas dos documentos históricos disponibilizados pela prefeitura local, consultas bibliográficas disponíveis no museu local e relatos de moradores do município.

##### **3.1.1 RESUMO HISTORICO DA ORIGEM DE TUBARÃO**

O município de Tubarão está localizado na região sul do estado de Santa Catarina, o surgimento de suas primeiras vilas é datado no ano de 1774, onde houve a doação de duas sesmarias dentro do atual perímetro da cidade. Essas sesmarias foram recebidas pelo capitão João da Costa Moreira e pelo sargento-mor Jacinto Jaques Nicós, logo, os primeiros indícios de agrupamento de pessoas e casas começaram a ser formados.

Tubarão tornou-se, durante os anos seguintes, ponto de parada na rota entre as cidades de Lages e Laguna, uma vez que, na localidade de Tubarão o rio que corta a cidade – denominado rio Tubarão – e tem sua foz em Laguna, começa a ser navegável. Sendo assim, os tropeiros vindos de vilarejos e cidades localizadas no interior com suas mercadorias para comércio, passavam pela cidade e muitas vezes trocavam o meio de transporte – de mula para pequenas embarcações – para chegar até Laguna e realizar seus comércios.

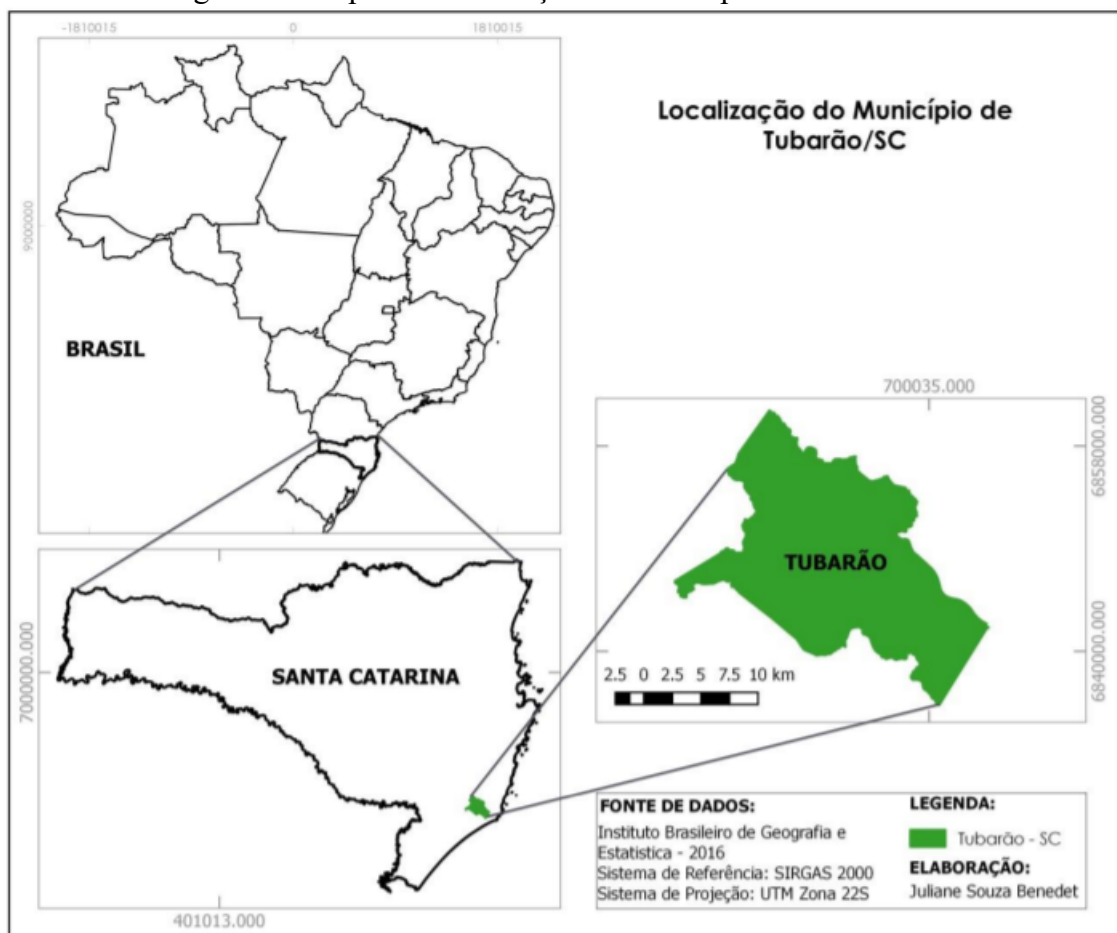
Em 1833 existia na atual região do município o distrito de Poço Grande do Rio Tubarão. Alguns anos depois, em 27 de maio de 1870 pela Lei Provincial nº 635, Poço Grande do Rio Tubarão desmembrou-se de Laguna e foi fundada a cidade de Tubarão, comemorando em 2022 seus 152 anos de existência como município independente.

Outro fato histórico importante a ser destacado, que virou um marco na história da cidade de Tubarão, foi o desastre da enchente do Rio Tubarão em 1974. Até os dias atuais esse acontecimento é lembrado e realizado as devidas homenagens as famílias vítimas dessa catástrofe. São registradas oficialmente 199 mortes, mas estima-se que foi pelo menos 35% a mais. Outro dado importante dessa tragédia é o fato de 60 mil dos 70 mil habitantes da cidade na época ficarem completamente desalojados.

### 3.1.2 MUNICÍPIO DE TUBARÃO ATUALMENTE

O município de Tubarão é localizado pelas coordenadas 28° 28' 01" Sul e 49° 00' 25" Oeste, a 133 km (cento e trinta e três quilômetros) da capital do Estado, Florianópolis. A cidade faz divisa com sete municípios, são eles: ao norte com Gravatal e Capivari de Baixo; ao sul com Treze de Maio e Jaguaruna; a leste com Laguna e a Oeste com Pedras Grandes e São Ludgero.

Figura 5 – Mapa de Localização do Município de Tubarão/SC



Fonte: Benedet (2016)

De acordo com os dados disponibilizados pela prefeitura do município, a população estimada pelo IBGE em 2019 foi de 105.448 moradores – a segunda maior cidade do sul de Santa Catarina e décima terceira no Estado. Possuindo uma área territorial de 301,755 km<sup>2</sup> e uma densidade populacional de 322 hab/km<sup>2</sup>, com estimativa de 90% da população considerada urbana e 10% rural.



### 3.1.3 ECONOMIA

Entre as principais atividades econômicas estão o comércio, turismo, agricultura, pecuária e indústrias cerâmicas. Outro aspecto a ser detalhado é a sede da Estrada de Ferro Donna Thereza Christina (EFDTC) em Tubarão. Essa estrada de ferro foi concluída em 1884 com 112 km, pioneira na então Província de Santa Catarina e com o objetivo de transportar o carvão da atual região carbonífera do estado até o porto de Imbituba.

Em relação a agricultura existente no município destaca-se em grande escala o arroz – com suas vastas áreas de plantação as margens da BR-101, o milho também recebe uma posição de destaque, mas em menor escala. Já em relação a pecuária, destaca-se a criação do gado bovino, gado leiteiro e gado ovino para posteriores comércios de carnes. O turismo na cidade é baseado nas águas termais, no ecoturismo, nos grandes centros comerciais e passeios turísticos de trem pela ferrovia.

Tubarão também é sede e maior cidade da região econômica da AMUREL (Associação dos Municípios da Região de Laguna) em Santa Catarina. A AMUREL é composta por 18 municípios, são eles em ordem alfabética: Armazém, Braço do Norte, Capivari de Baixo, Grão-Pará, Gravatal, Imaruí, Imbituba, Jaguaruna, Laguna, Pedras Grandes, Pescaria Brava, Rio Fortuna, Sangão, Santa Rosa de Lima, São Ludgero, São Martinho, Treze de Maio e Tubarão. Essa região possui aproximadamente 372 mil habitantes, representado aproximadamente 5,20% de toda a população catarinense.

Por ser o centro comercial de sua região e ser cortada ao meio pela rodovia federal BR-101, Tubarão recebe milhares de pessoas durante o ano. Muitas empresas e filiais de grandes empresas estão instaladas na cidade por sua posição estratégica, já que a cidade se encontra no principal “corredor” do sul do Brasil.

### 3.1.4 GEOGRAFIA

Em relação a geografia do município, Tubarão, como dito anteriormente, é localizada na região sul de Santa Catarina a uma altitude média de 9 metros acima do nível médio dos mares, com o morro do Martinelli, no bairro Rio do Pouso, sendo o lugar com maior altitude no município, 540 metros.

Como todo o estado de Santa Catarina está localizado abaixo do trópico de capricórnio o clima da cidade é subtropical, com temperatura média máxima de 23,6 °C e média mínima de 15,5 °C, sendo o mês de fevereiro com maiores temperaturas e o mês de julho com as menores temperaturas. Considerando a média nacional e estadual, o município tem uma pluviosidade significativa ao longo do ano, com uma média anual de 1493 centímetros cúbicos, sendo o mês mais seco abril e maio, já em janeiro e fevereiro o mês de maior precipitação média.

A umidade média relativa do ar no município é de 83,59% ao longo de todo o ano. O índice é elevado em virtude da presença de lagoas e proximidade com o mar, junto as influências de temperatura e altitude. Em relação aos ventos que atingem a cidade, os três principais são: 37,5% são predominantemente ventos Nordeste, 15,6% de ocorrência de ventos Sul e 13,2% ocorrência de ventos Sudoeste. Sendo o verão a estação com mais constâncias de vento e o outono a estação menos ventosa.

Por fim, dá-se o devido destaque ao Rio Tubarão, já que ele foi o responsável pelas primeiras colonizações e aglomerações habitacionais que posteriormente se tornariam a atual cidade e também responsável por dar o nome ao município de Tubarão. Ele possui uma linha de escoamento que corta a cidade com uma secção média de 115 metros de largura, sua profundidade variando de 2 a 10 metros e vazão de 5,2 metros cúbico por segundo. Outros rios menores também cortam o município e desembocam no rio Tubarão, são eles: Rio Capivari, Rio Corrêas, Rio do Pouso, Rio Alto Pedrinhas, Rio Caruru, Rio Ilhota e Rio Congonhas.

### 3.2 MATERIAL DISPONÍVEL

Para o desenvolvimento da pesquisa proposta por esse trabalho, os materiais e equipamentos que foram e serão utilizados são os seguintes:

- a. Base cartográfica do município de Tubarão/SC, sem escala indicada, produzida ao longo dos anos pelos profissionais que estão ou estiveram no órgão público e arquivada pela Prefeitura Municipal de Tubarão na secretaria de Urbanismo.
- b. Base cartográfica do município de Tubarão/SC, sem escala indicada, produzida a partir do ano de 2012 pelos engenheiros e topógrafos

- contratados pela empresa privada e concessionária de abastecimento de água e coleta de esgoto.
- c. Equipamento GNSS marca Trimble modelo R8s. O Trimble R8s inclui dois chips Maxwell™ 6 integrados e 440 canais GNSS. Capaz de rastrear uma ampla gama de sistemas de satélite, incluindo GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou e QZSS. O receptor GNSS Trimble R8s fornece opções de comunicação de dados, incluindo um rádio UHF de banda larga integrado ou um modem de celular 3G.
  - d. Acessórios para utilização do GNSS, são eles: tripé de fixação do receptor base, bastões para fixação do receptor móvel (rover), trena, bateria externa de alimentação para a base e bipé para bastão do rover no auxílio a medição dos pontos.
  - e. Softwares de processamento de coordenadas, como o TopconTools e o específico da Trimble.
  - f. Software de desenho, sendo ele o AutoCad, já que as bases cartográficas a serem utilizadas estão dentro dele e esse mesmo software também será utilizado ao longo da pesquisa para análises.
  - g. Outro mecanismo a ser utilizado é o de transformação de datum, a Calculadora Geográfica, disponibilizada pelo INPE.
  - h. Documentos e normas relacionadas as medições topográficas – como a NBR 13.133/2021 – junto a decretos para análises de dados cartográficos – Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984 e ET-ADGV de 2011, por exemplo.
  - i. Programas do pacote Office do Windows, como o Excel e Word, para procedimento de cálculos e descrições dos resultados finais da pesquisa.
  - j. Software GeoPEC, responsável pelos cálculos de discrepâncias planimétricas, erro posicional, desvio padrão, variância, RMS e classificação do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 MÉTODO UTILIZADO NA PESQUISA

A abordagem sobre o tema “Avaliação Planimétrica Entre as Bases Cartográficas da Prefeitura e da Concessionária de Água e Esgoto do Município de Tubarão – SC” tem como referência o desenvolvimento no planejamento e gestão de municípios com base em conhecimento aprofundado de seu território. Esse conhecimento territorial é concebido através de mapas, cartas e plantas que abrangem a área de estudo, bem como as bases cartográficas onde o município aplica suas atividades de gestão.

Como dito anteriormente, no município de Tubarão não existe uma base cartográfica atualizada de referência onde os profissionais dessa área possam usar os dados e informações – pontos de apoio, por exemplo – em seus levantamentos. Por esse motivo e por questões internas de administração a concessionária de água e esgoto da cidade começou a realizar o levantamento completo do município desde sua instalação e início das atividades no município. Sendo assim, sua base cartográfica baseada em pontos e levantamentos juntos aos dados disponibilizados pelo IBGE e sua constante atualização fazem com que ela seja cada vez mais completa.

A prefeitura municipal da cidade também possui uma base cartográfica que abrange grande parte do território, porém seu referencial geodésico é antigo – o SAD69 – ou seja, por mais que esse mapa tenha uma grande riqueza de detalhes sobre as feições encontradas no município, essa mudança de Datum influenciam na qualidade geométrica do produto. Dessa forma, as precisões das coordenadas podem sofrer algum tipo de alteração no processo de transformação de referencial geodésico, já que antes de inserir os dados atuais – que estão em SIRGAS2000 – há a necessidade de transformá-los pra SAD69 e para extrair dados da base cartográfica para projetos atuais, também é necessário realizar as devidas transformações referenciais – de SAD69 para SIRGAS2000.

Conforme descrito nos parágrafos anteriores, o município de Tubarão possui duas bases cartográficas com características diferentes entre si. A base da concessionária de água e esgoto, que está voltada mais aos interesses da empresa, uma vez que a mesma foi criada para o planejamento e gestão do abastecimento de água e coleta de esgoto. E a base da prefeitura municipal, que está voltada ao registro das parcelas e averbações de construções dentro das

diferentes áreas da cidade, com o objetivo de gerir a parte já construída e incorporar os novos loteamentos entregues no município.

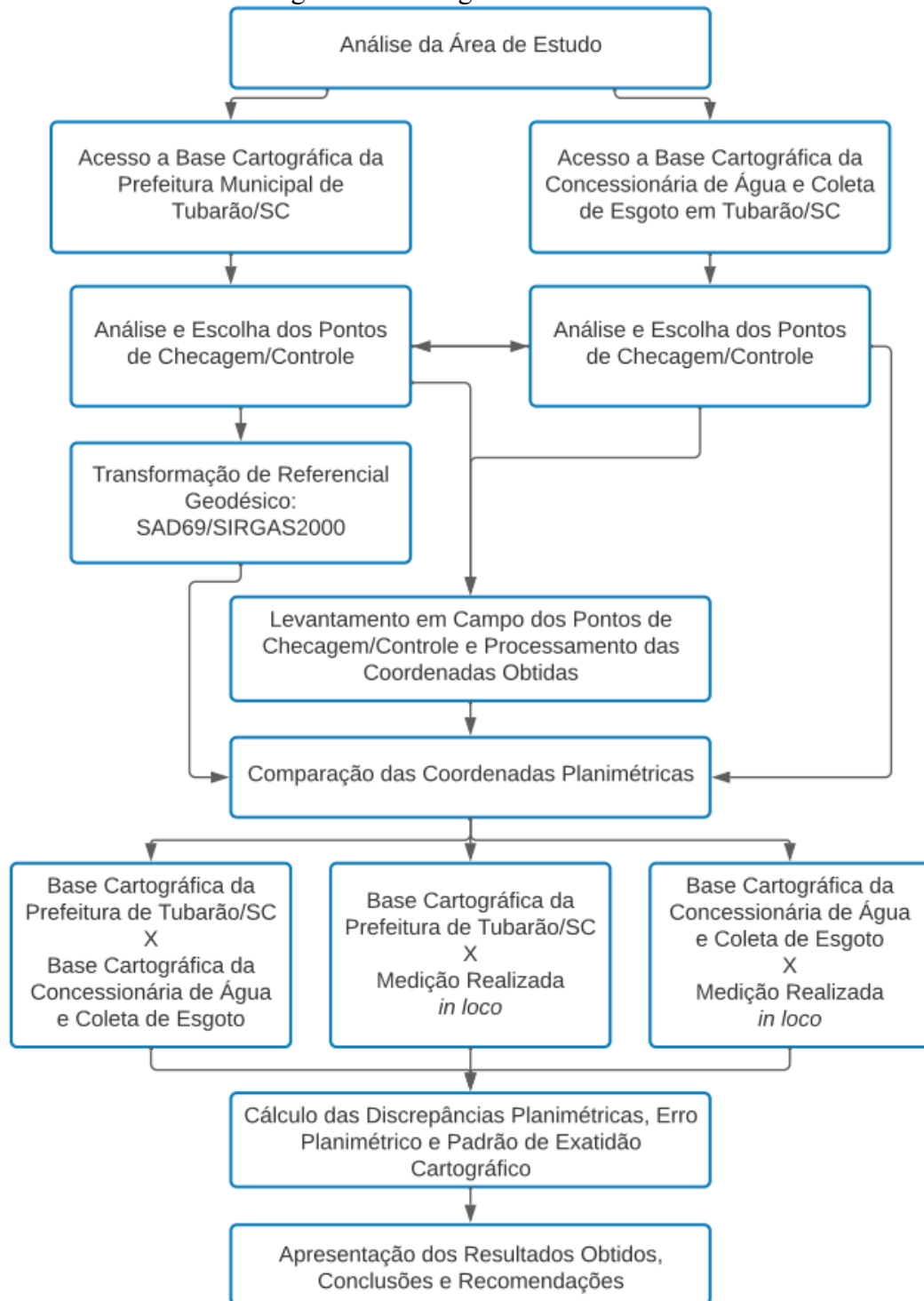
Perante os tópicos abordados, surge a dúvida se ambas possuem qualidade posicional semelhantes e se conseguem potencialmente trocar informações entre si ou se apresentam alguma diferença planimétrica que impede essa troca de dados. Sendo assim, o presente estudo propõe a comparação de pontos de checagem – com coordenadas conhecidas – que estão presentes em ambas as bases cartográficas, para concluir a discrepância planimétrica entre eles.

O projeto objetiva a comparação entre os dados das bases e a medição em campo desses mesmos pontos de checagem – uma vez que os mesmos estão devidamente materializados ao longo da cidade – ou seja, ao final do estudo o resultado será determinar a real discrepância planimétrica entre as duas bases cartográficas e também de cada uma das bases em relação ao levantamento realizado em campo (considerando como sendo o produto de referência). Com esses dados comparativos, faz-se a análise final através dos cálculos dos erros planimétricos, o desvio padrão das amostras e o padrão de exatidão cartográfica por meio do erro padrão e escalas utilizadas no planejamento territorial. Após esses cálculos e análises chega-se à conclusão se ambas possuem qualidade geométrica planimétrica e/ou qual delas pode ser considerada como referência dentro do município.

Para a elaboração do trabalho, foi utilizado softwares no auxílio a montagem do produto final, sendo os softwares do tipo CAD o principal, como o AutoCAD. Para a análise das regiões na determinação do local de escolha dos pontos de checagem levantados, foram utilizadas as ferramentas do Google, como o Maps, Earth e Earth Engine; em combinação com os dados dos planos diretores, mapas e cartas disponíveis, e por fim, para os cálculos relacionados as discrepâncias planimétricas, o erro planimétrico encontrado entre as diferentes coordenadas analisadas e a determinação da classe do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) utilizou-se o software GeoPEC.

A figura 6, detalha as etapas do projeto realizado em forma de fluxograma, em seguida, descreve-se os procedimentos aplicados em cada uma das fases do trabalho para chegar-se aos resultados necessários para as devidas análises e respostas à pergunta de pesquisa.

Figura 6 – Fluxograma do Trabalho



Fonte: o Autor (2021).

## 4.2 ETAPAS DA METODOLOGIA PROPOSTA

Na **primeira etapa** da metodologia, fez-se a pesquisa bibliográfica referente ao tema do presente trabalho, esta pesquisa é realizada a partir de revisões de literatura, incluindo neste processo teses e dissertações de programas de pós-graduação vinculados a este tema, normas e diretrizes a serem contempladas e seguidas no processo de estudo, planejamento e desenvolvimento da presente dissertação; artigos científicos publicados em anais de congressos nacionais e internacionais; e pesquisas de campo já realizadas por outros autores que auxiliem na formação e lapidação de maneira empírica dos processos de análise da qualidade posicional. O objetivo desta etapa é dispor os conceitos dos termos a serem utilizados, definições e parâmetros do contexto em geral, juntamente ao embasamento da pesquisa em relação aos assuntos abordados, através da história, significados e legislações vigentes.

A **segunda etapa** corresponde as análises das bases cartográficas disponíveis, ou seja, o primeiro passo dessa etapa foi a realização da consulta aos órgãos responsáveis pela criação delas a fim de requisita-las para uso profissional. Após adquirir as bases, entrou-se no processo de detalhamento das mesmas, observando as características empregadas para o seu desenvolvimento posicional, o sistema de coordenadas empregado, o referencial geodésico, entre outros aspectos detalhados anteriormente.

O quadro 4 detalha resumidamente as características específicas de cada uma das bases cartográficas utilizadas no presente estudo, sendo assim, nota-se algumas diferenças importantes para a realização das análises dos dados planimétricos pertencentes a elas, como o referencial geodésico (Datum) e a data de criação das mesmas – os principais fatores a serem observados de início.

Quadro 4 – Características das Bases Cartográficas

Elementos Técnicos e Práticos	Base Cartografica Prefeitura Municipal de Tubarão	Base Cartográfica Concessionária de Água e Esgoto
Método de Criação da Base	Através de Aparelhos GNSS/GPS e Topografia Clássica	Através de Aparelhos GNSS/GPS e Topografia Clássica
Responsáveis pela Criação da Base	Equipe de Engenheiros e Topografos da Prefeitura	Equipe de Engenheiros e Topografos da Concessionária
Ano de Início das Medições	Década de 90	Primeiro Ano de Atividades da Empresa (2012)
Interesse no Produto	Detalhamento de Ruas, Lotes e Construções	Detalhamento de Toda a Infraestrutura da Cidade
Datum	SAD69	SIRGAS2000
Sistema de Coordenadas	UTM	UTM
Frequencia de Atualização	Ao Surgimento de Novos Loteamentos e Ruas	Trimestral
Como Realizada a Atualização	Medições <i>in loco</i> e Transformações de Coordenadas	Medições <i>in loco</i>
Tipo de Arquivo	CAD	CAD

Fonte: o Autor (2022).

Como observado na tabela anterior, os sistemas geodésicos de referências entre as duas bases cartográficas são diferentes, ou seja, dentro do processo de recolha e análises dos dados de ambas, houve a necessidade de transformações de coordenadas planimétricas. Sendo assim, as coordenadas que estavam em sistema geodésico SAD69 foram transformadas para o Datum SIRGAS2000 para que as comparações e estudos pudessem ser realizados. Com o conhecimento prévio desses tópicos – destacados pelo quadro 4 – adquire-se embasamento para realização das próximas etapas.

A **terceira etapa** da metodologia diz respeito a escolha dos pontos de checagem – utilizando como referência o estudo de Merchant (1982) – e transformações entre sistemas geodésicos de referência. A primeira parte desse processo está na escolha dos pontos de controle e a quantidade necessária de pontos. Merchant (1982) destaca e utiliza a teoria de pequenas amostras, ou seja, aplica a escolha de 20 pontos de controle levando em consideração os argumentos da otimização de custos e a fidelidade/qualidade desses pontos em campo. Junto a Merchant, a *Geospatial Positioning Accuracy Standards* do *Federal Geographic Data Committee* (FGDC) através de seu documento publicado no ano de 1988, faz a recomendação da mesma quantidade de pontos de controle/checagem – 20 pontos.

A quantidade de 20 pontos de checagem foi definida de acordo com os estudos destacados anteriormente e pela cidade de Tubarão/SC – em sua área urbana – não apresentar um relevo acidentado, ou seja, a grande maioria da malha urbana da cidade fica em região plana, sendo sua altitude média em relação ao nível de mar variando de 4 (quatro) e 11 (onze) metros nos 15 km<sup>2</sup> (quinze quilômetros quadrados) da área de estudo. A exceção se encontra em um relevo – que ocupa menos de 10% da malha urbana – onde se encontra uma altitude máxima de 28 (vinte oito) metros em relação ao nível do mar.

Sendo assim, após as análises da etapa passada e a definição da quantidade de pontos de checagem a serem escolhidos, foi realizada a seleção dos pontos em comum dentro das bases cartográficas para efeito comparativo entre ambas. Com isso, define-se que esses pontos levantados para estudo estão localizados dentro da área urbana do município, já que ambas as bases cartográficas focam no detalhamento dessa região.

Os pontos de controle/checagem aparecem em destaque dentro das bases cartográficas, uma vez que, eles servem de apoio as medições realizadas tanto pela prefeitura municipal como pela concessionária de água e coleta de esgoto do município de Tubarão/SC. As figuras 7 e 8 demonstram como um dos pontos escolhidos para este estudo está disposto dentro das duas bases cartográficas.

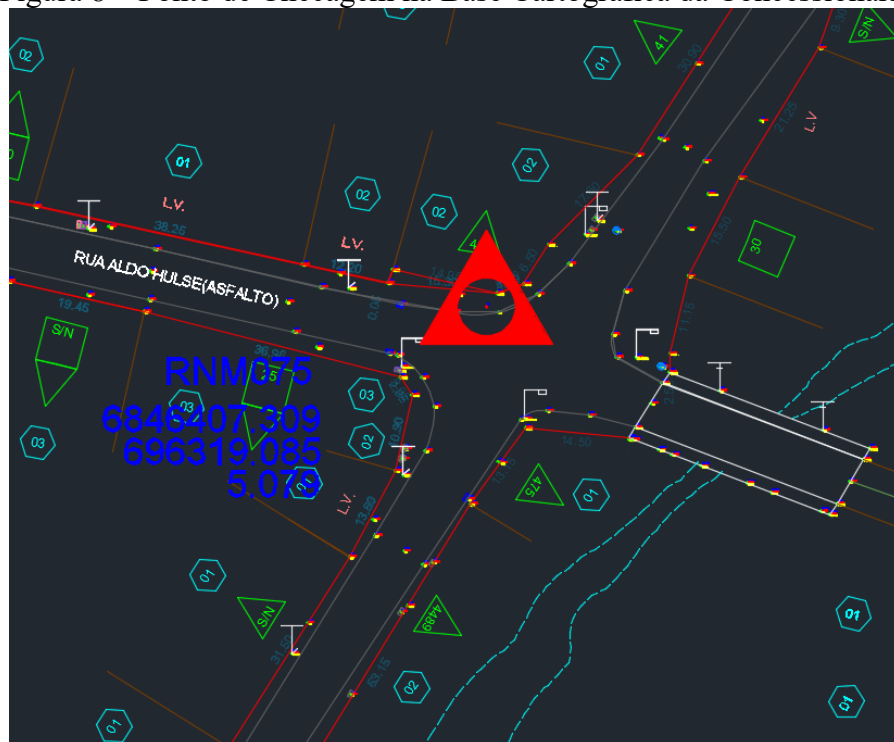


Figura 7 – Ponto de Checagem na Base Cartográfica da Prefeitura



Fonte: O Autor (2021).

Figura 8 – Ponto de Checagem na Base Cartográfica da Concessionária



Fonte: O Autor (2021).

Nota-se que dentro das bases cartográficas, os pontos de referência são denominados de “RN”, porém, de acordo com as padronizações de siglas, RN significa Referencial de Nível, ou seja, faria parte de assuntos relacionados a altimetria. Entretanto, o termo RN é comumente utilizado na região para identificar pontos de checagem, controle ou de referência, sendo eles planimétricos, altimétricos ou planialtimétricos. Sendo assim, explica-se o motivo da sigla RN estar sendo empregada nestes casos, o motivo é simplesmente usual e não técnico.

Os pontos estão localizados na área urbana do município de Tubarão e devidamente materializados, sendo essa materialização, em sua maioria, realizada por meio de chapas metálicas – como mostra a figura 9 – e em sua minoria com parafusos encravados em calçadas de concreto ou piso.

Figura 9 – Ponto de Checagem Fixado *In Loco*



Fonte: O Autor (2021).

Após escolha dos 20 pontos de checagem que se encontravam em ambas bases cartográficas e que estavam devidamente materializados em campo – pois muitos deles, com o passar dos anos foram sendo perdidos; seja por novas obras na cidade, reformas de calçadas ou até mesmo por vandalismo – a distribuição desses pontos ao longo da malha urbana da cidade de Tubarão/SC é apresentada pela figura 10.



Figura 10 – Pontos de Checagem Escolhidos na Malha Urbana de Tubarão/SC



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Autor (2021).

Na **quarta etapa**, com todos os pontos de checagem escolhidos e detalhados na figura 10, fez-se a coleta dos pares de coordenadas UTM de cada ponto escolhido em cada uma das bases cartográficas correspondentes. Sendo assim, criou-se uma relação de coordenadas planimétricas para posterior uso nos cálculos e análises do presente estudo.

A tabela 2, corresponde as coordenadas planimétricas de cada um dos pontos de checagem retirados da base cartográfica da concessionária de distribuição de água e coleta de esgoto, essas coordenadas encontram-se em projeção UTM e referenciadas ao sistema geodésico SIRGAS2000. Já a tabela 3, corresponde as coordenadas planimétricas da base cartográfica da prefeitura municipal de Tubarão/SC, sendo elas – diferentemente da outra base cartográfica – referenciadas ao sistema geodésico SAD69, mas também em projeção UTM.

Tabela 2 – Coordenadas da Base Cartográfica da Concessionária Água e Esgoto

<b>RNs</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
1	6.846.407,309	696.319,085
2	6.848.487,254	696.522,012
3	6.848.407,787	695.770,299
4	6.847.698,243	695.937,651
5	6.847.292,848	694.776,101
6	6.846.559,887	694.340,886
7	6.847.513,240	693.113,343
8	6.848.988,822	694.548,800
9	6.848.045,890	693.028,182
10	6.849.185,086	696.548,023
11	6.848.050,097	694.831,513
12	6.848.615,899	692.752,877
13	6.847.543,187	693.972,709
14	6.848.085,262	693.992,042
15	6.849.984,643	694.173,276
16	6.846.623,774	693.552,066
17	6.848.844,449	696.063,886
18	6.847.572,377	695.271,391
19	6.846.941,763	695.472,361
20	6.846.936,140	693.797,523

Fonte: o Autor (2022).

Tabela 3 – Coordenadas da Base Cartográfica da Prefeitura Municipal

<b>RNs</b>	<b>N</b>	<b>E</b>
1	6.846.450,864	696.368,749
2	6.848.531,238	696.571,819
3	6.848.451,536	695.819,971
4	6.847.742,017	695.987,319
5	6.847.337,086	694.826,275
6	6.846.603,742	694.390,872
7	6.847.557,464	693.162,915
8	6.849.032,493	694.598,818
9	6.848.089,190	693.077,902
10	6.849.228,856	696.598,193
11	6.848.094,277	694.881,852
12	6.848.659,297	692.803,055
13	6.847.587,153	694.022,700
14	6.848.129,053	694.041,817
15	6.850.028,805	694.224,599
16	6.846.667,651	693.601,998
17	6.848.888,615	696.114,005
18	6.847.615,949	695.321,400
19	6.846.985,478	695.522,597
20	6.846.980,401	693.847,156

Fonte: o Autor (2022).

Com os pontos devidamente detalhados, através das tabelas 2 e 3, faz-se a transformação de referencial geodésico na base cartográfica disponibilizada pela prefeitura do município, já que a mesma se encontra em datum SAD69. Sendo assim, após a transformação dessas coordenadas, as duas bases passaram a estar no mesmo referencial geodésico – o SIRGAS2000 – junto as medições realizadas em campo. Para a transformação das coordenadas planimétricas foi utilizada a “Calculadora Geográfica” do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – o INPE – um instituto dentro do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações do governo federal. Este órgão, criado em 1961, tem como objetivo capacitar e desenvolver o país em relação a suas pesquisas científicas e emprego das tecnologias espaciais, sendo um centro de excelência e referência internacional (INPE, 2022).

A tabela 4, apresenta os valores dos pares de coordenadas dos pontos de checagem retirados da base cartográfica da prefeitura municipal em referencial geodésico SAD69 e, logo em seguida após a transformação, em SIRGAS 2000.

Tabela 4 – Coordenadas da Base Cartográfica em SAD69 e SIRGAS2000

Coordenadas UTM (SAD69)				Coordenadas UTM (SIRGAS2000)		
RNs	N	E		RNs	N	E
1	6.846.450,864	696.368,749	→	1	6.846.407,022	696.318,833
2	6.848.531,238	696.571,819	→	2	6.848.487,395	696.521,903
3	6.848.451,536	695.819,971	→	3	6.848.407,693	695.770,055
4	6.847.742,017	695.987,319	→	4	6.847.698,175	695.937,403
5	6.847.337,086	694.826,275	→	5	6.847.293,244	694.776,359
6	6.846.603,742	694.390,872	→	6	6.846.559,900	694.340,956
7	6.847.557,464	693.162,915	→	7	6.847.513,622	693.112,999
8	6.849.032,493	694.598,818	→	8	6.848.988,651	694.548,903
9	6.848.089,190	693.077,902	→	9	6.848.045,348	693.027,987
10	6.849.228,856	696.598,193	→	10	6.849.185,013	696.548,277
11	6.848.094,277	694.881,852	→	11	6.848.050,435	694.831,936
12	6.848.659,297	692.803,055	→	12	6.848.615,455	692.753,140
13	6.847.587,153	694.022,700	→	13	6.847.543,311	693.972,784
14	6.848.129,053	694.041,817	→	14	6.848.085,211	693.991,902
15	6.850.028,805	694.224,599	→	15	6.849.984,963	694.173,684
16	6.846.667,651	693.601,998	→	16	6.846.623,809	693.552,082
17	6.848.888,615	696.114,005	→	17	6.848.844,772	696.064,089
18	6.847.615,949	695.321,400	→	18	6.847.572,107	695.271,484
19	6.846.985,478	695.522,597	→	19	6.846.941,636	695.472,681
20	6.846.980,401	693.847,156	→	20	6.846.936,559	693.797,240

Fonte: o Autor (2022).

Já a **quinta etapa**, diz respeito ao levantamento de campo e processamento das coordenadas dos pontos base. Nessa etapa foram selecionados 7 (sete) pontos dentro da área urbana da cidade de Tubarão que serviram de base para o rastreamento e posterior medição dos pontos de checagem. O método de rastreamento selecionado para a determinação das coordenadas desses pontos base foi o do posicionamento relativo estático. Nesse método utilizou-se o equipamento GNSS marca Trimble modelo R8s para rastreamento e 3 (três) bases da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) para o posterior processamento – realizado em software Trimble – das coordenadas de cada um dos 7 (sete) pontos escolhidos.

No método de posicionamento relativo estático, ambos os receptores – o da estação de referência (neste estudo, as bases da RBMC) e o da estação onde deseja-se determinar as coordenadas do local – permaneceram estacionários durante todo o tempo de rastreamento/levantamento. A duração do levantamento através desse método pode variar de, no mínimo, 20 minutos a até várias horas, uma vez que se esse tempo ficar abaixo dos 20 minutos ele passa a ser o método do estático rápido. A observável mais adotada nesse posicionamento é dupla diferença (DD) da onda portadora, porém utiliza-se em muitos casos a DD da pseudodistância ou as duas observáveis juntas (ALMEIDA, 2015). Sendo assim, utiliza-se as duas observáveis em conjunto, porém apenas as DDs da fase da onda portadora são incluídas como observáveis, já que sua precisão é muito superior à da pseudodistância, contudo as pseudodistâncias devem estar disponíveis, já que são empregadas em outros cálculos, como na estimativa do erro do relógio do receptor ou em relação aos instantes de transmissão do sinal pelo satélite (MONICO, 2008).

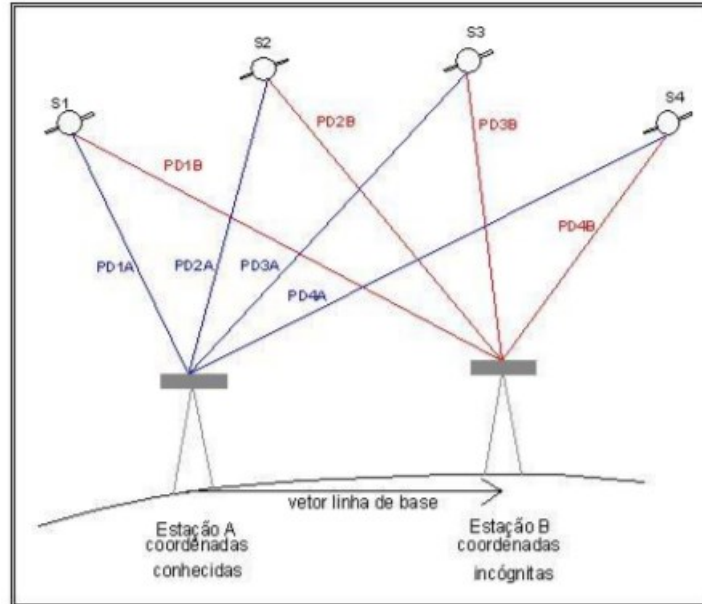
Segundo Chuerubim e Gomes (2014), o tempo de rastreamento e a distância entre as estações – estação base e estação móvel (rover) – são fatores de suma importância para a qualidade das coordenadas dos pontos de interesse. Sendo assim, para que o número de observações realizadas pelo receptor e o aumento da possibilidade de solução da ambiguidade seja a de melhor qualidade possível, o tempo de rastreamento é a peça fundamental, pois quanto maior esse tempo melhor os dados a serem obtidos.

Esse tipo de posicionamento é caracterizado pela simultaneidade que dois receptores instalados em duas estações distintas realizam as observações advindas dos satélites, como mostra a figura 11. Um dos requisitos é que uma das estações possua coordenadas geodésicas conhecidas e com alto grau de precisão, sendo essa estação denominada de estação base, além de outra(s) estação(ões) de interesse para a determinação das coordenadas. Os autores ainda



destacam que a RBMC possui grande valor para esse tipo de medição, uma vez que ela fornece dados precisos para o processamento das observações (WERLICH ET AL., 2012).

Figura 11 – Princípio do Posicionamento Relativo Estático



Fonte: Werlich et al. (2012).

Um dos princípios fundamentais dessa técnica de posicionamento é minimizar o máximo possível as fontes de erros através das diferentes observações que os receptores – em locais distintos (A e B, na figura) – recebem simultaneamente. Por fim, a maior parte dos erros é minimizada, porém o efeito do multicaminho permanece, já que o mesmo depende das condições físicas – árvores e montanhas – e artificiais – construções, muros, postes, entre outros – de cada local (ALMEIDA, 2015).

Sendo assim, o procedimento de campo utilizado nesta etapa foi selecionar locais espalhados pela malha urbana da cidade e próximo aos pontos de checagem a serem medidos posteriormente, onde as condições para rastreios fossem consideradas boas, ou seja, locais sem a presença – aos arredores – de grandes edifícios, árvores e fluxo intenso de veículos pesados. Após seleção dos locais, materializou-se os pontos base a serem rastreados através de pinos e parafusos cravados em pedra ou concreto. Por fim, com a materialização dos pontos realizada, instalou-se o aparelho GNSS e rastreou-se os mesmos.

O rastreamento dos pontos base ocorreu em um tempo estimado de 150 (cento e cinquenta) minutos cada, uma vez que, esse tempo é estabelecido de acordo com as distâncias entre o ponto rastreado e as 3 (três) bases da RBMC escolhidas para o processamento das coordenadas. Essa

relação entre distância-tempo de rastreo está detalhada nos documentos do IBGE e no manual técnico do INCRA, conforme quadros 5 e 6. Monico (2008), também detalha esse tempo de rastreo, dizendo “a duração da coleta de dados, dependendo das distâncias envolvidas, pode variar de 30 minutos a 2 horas para linhas-base de até 500 km”.

Quadro 5 – Duração de Rastreo GNSS pelo IBGE

DISTÂNCIA			
< 10 km	10 km - 40 km	40 km a 100 km	> 100 km
40min	1h a 1h20min	2hs	2hs + 1h para cada 100km adicional

Fonte: o Autor (2022)

Quadro 6 – Características Técnicas para Posicionamento Relativo Estático

Linha de Base (km)	Tempo Mínimo (minutos)	Observáveis	Solução da Ambiguidade	Efemérides
0 - 10	20	L1 ou L1/L2	Fixa	Transmitidas ou Precisas
10 - 20	30	L1/L2	Fixa	Transmitidas ou Precisas
10 - 20	60	L1	Fixa	Transmitidas ou Precisas
20 - 100	120	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Transmitidas ou Precisas
100 - 500	240	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Precisas
500 - 1000	480	L1/L2	Fixa ou Flutuante	Precisas

Fonte: INCRA (2013)

Após o rastreo e armazenamento dos arquivos dos 7 (sete) pontos base, utilizou-se o software da Trimble para realização do processamento das coordenadas desses pontos. As bases da RBMC utilizadas para os cálculos, foram: Imbituba (IMBT), Florianópolis (IFSC) e Lages (SCLA). Sendo assim, as distâncias entre os pontos base e as estações da RBMC utilizadas ficaram entre 40 (quarenta) e 120 (cento e vinte) quilômetros.

Destaca-se também, que o motivo para utilização do equipamento GNSS na realização da presente pesquisa está relacionado aos métodos – já detalhados – empregados na obtenção das coordenadas. Já que as coordenadas de partida são as bases da RBMC, pertencente ao IBGE, que são rastreadas 24 horas por dia durante todo o ano. Sendo assim, disponibilizam dados confiáveis e oficiais para o posicionamento planimétrico (utilizado para este trabalho).

Com os pontos devidamente processados, a tabela 5 detalha as coordenadas planimétricas dos 7 (sete) pontos bases que serviram de apoio para a posterior medição dos 20 (vinte) pontos de checagem no qual o estudo se baseia.



Tabela 5 – Coordenadas Planimétricas dos Pontos Base

Pontos Base	N	E
B1	6.847.088,304	696.050,097
B2	6.848.801,594	693.833,193
B3	6.847.049,130	694.287,802
B4	6.850.178,905	694.026,750
B5	6.848.855,365	696.368,147
B6	6.848.328,360	692.932,573
B7	6.847.379,411	693.516,763

Fonte: o Autor (2022)

Com todos os pontos base devidamente processados e prontos para uso, a etapa seguinte deu-se na medição dos 20 (vinte) pontos de checagem. A figura 12, mostra a disposição desses 20 (vinte) pontos junto aos 7 (sete) pontos base.

Figura 12 – Pontos de Checagem e Pontos Base



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Autor (2022)

A **sexta etapa**, com o processamento e com as coordenadas dos pontos bases devidamente conhecidas – conforme tabela 5 – voltou-se a campo, instalou-se o receptor base em um dos pontos já rastreados (conhecidos) e realizou-se as medições dos pontos de checagem escolhidos na terceira etapa. O método utilizado para o levantamento de campo desses pontos de checagem foi o do RTK (Real Time Kinematic).

O posicionamento por RTK é o principal método utilizado para as medições topográficas atualmente. Esse método é baseado no conhecimento das coordenadas de um ponto de referência implantado em campo, onde é instalado um receptor estacionário (estação base), esse receptor junto ao receptor móvel (rover) recebem observações dos satélites em determinados intervalos de tempo. A partir da comunicação entre o receptor base e o rover, que apresentam soluções das ambiguidades de maneira instantânea, obtêm-se as posições e coordenadas dos pontos de interesses medidos pelo receptor móvel (rover). Sendo assim, esse método utiliza dois receptores com transmissão de rádio, no qual possibilitam a transferência de informações posicionais entre eles, fazendo com que o cálculo das coordenadas seja realizado em tempo real (BARBOSA ET AL., 2010).

O RTK apresenta inúmeras vantagens em relação aos outros tipos de posicionamento. Uma delas é a obtenção instantânea das coordenadas, já que no ponto base as coordenadas são conhecidas e através da comunicação base-rover é estabelecido a posição do rover com precisão centimétrica e/ou milimétrica; a solução das ambiguidades e o erro do relógio também são corrigidos de maneira instantânea; a produtividade é alta, uma vez que, diferente de muitos métodos clássicos, um trabalho realizado com o RTK pode ser feito por apenas uma pessoa, contando com sua facilidade e agilidade; a alta precisão e o uso de diversos aparelhos móveis referenciados apenas a um único receptor base são outras vantagens relevantes (GUANDALINI, 2012).

Conforme os métodos do posicionamento RTK, o levantamento de campo aconteceu por partes, pois utilizou-se apenas um único par de receptores GNSS. Sendo assim, instalou-se o receptor base no primeiro ponto base (B1) e realizou-se as medições dos pontos de checagem próximos a ele; em seguida, foi instalado o receptor base no ponto B2 e também realizada a coleta dos pontos próximos a ele; essa sequência continuou até a instalação em todos os 7 (sete) pontos bases e, conseqüentemente, medição de todos os 20 (vinte) pontos de checagem detalhados anteriormente.

Com todo o levantamento de campo realizado e detalhado nesta etapa, as coordenadas planimétricas dos pontos de checagem estavam devidamente estabelecidas e conhecidas para

posterior análise. A tabela 6 demonstra as coordenadas planimétricas de cada ponto de checagem obtidas através da medição de campo.

Tabela 6 – Coordenadas Planimétricas dos Pontos de Checagem Medidos *in loco*

RNs	N	E
1	6.846.407,280	696.319,076
2	6.848.487,178	696.521,587
3	6.848.407,869	695.770,256
4	6.847.698,239	695.937,673
5	6.847.292,833	694.776,074
6	6.846.559,855	694.340,843
7	6.847.513,215	693.113,326
8	6.848.988,654	694.547,831
9	6.848.045,812	693.028,369
10	6.849.185,099	696.548,040
11	6.848.050,198	694.831,436
12	6.848.615,602	692.753,191
13	6.847.543,164	693.972,619
14	6.848.085,298	693.991,998
15	6.849.984,587	694.173,212
16	6.846.623,752	693.552,072
17	6.848.844,342	696.063,915
18	6.847.572,335	695.271,678
19	6.846.941,736	695.472,346
20	6.846.936,166	693.797,360

Fonte: o Autor (2022).

Na **sétima etapa** realizou-se as comparações planimétricas das coordenadas obtidas pelas duas bases cartográficas e pelo levantamento de campo. Sendo assim, para cada ponto de interesse escolhido há três pares de coordenadas – um da base cartográfica da prefeitura municipal, outro da base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto e o último através das medições realizadas em campo na etapa 6 (seis). Com essas coordenadas devidamente conhecidas, fez-se as comparações e os cálculos das discrepâncias planimétricas, do erro planimétrico de cada um dos pontos, junto ao cálculo do desvio padrão.

Essas comparações de coordenadas planimétricas foram realizadas da seguinte forma, comparação entre: as duas bases cartográficas; entre a base cartográfica da prefeitura municipal e o levantamento de campo; e entre a base cartográfica da concessionária de água e esgoto e o levantamento de campo; totalizando 3 (três) casos de estudo. O objetivo final foi definir se

ambas as bases, ou qual delas, possui qualidade posicional em relação aos pontos encontrados em campo e representados na base cartográfica.

Em seguida, realizou-se o Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) através do erro padrão calculado pelas amostras recolhidas, junto as escalas cartográficas mais comuns e utilizadas em cartografias municipais, sendo elas: 1/500, 1/1.000, 1/2.000, 1/5.000, 1/10.000 e 1/25.000. A escolha dessas escalas dá-se em sua utilização já que a maior escala – 1/500 – é comumente utilizada para arruamentos e loteamentos urbanos, já a menor escala – 1/25.000 – é empregada em plantas cadastrais de cidades.

Para realização dos cálculos mencionados e estabelecer a classe do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) para cada um dos três casos, utilizou-se o software GeoPEC e foi estabelecida uma área de 15 km<sup>2</sup> (quinze quilômetros quadrados) como referência de cálculo, uma vez que, essa área representa a parte urbana consolidada da cidade de Tubarão/SC. Esse software possibilita a avaliação da acurácia posicional de produtos, já que o mesmo trabalha utilizando o Decreto n° 89.817/84 aliado à ET-CQDG (Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais) publicado no Boletim do Exército n° 7, de 16 de fevereiro de 2016. Esse decreto é utilizado pelo software como base para o passo a passo dos cálculos realizados por ele, ou seja, através das formulas detalhadas na ET-CQDG o software chega aos seus resultados e aponta a classe do PEC utilizando o quadro do PEC-PCD – demonstrado no quadro 3, do presente trabalho. Por fim, esse software foi o escolhido por utilizar feições pontuais para seus cálculos e determinação das classes do PEC nos produtos em análises.

## 5 RESULTADOS E ANÁLISES

O presente trabalho visou a análise das bases cartográficas, já citadas anteriormente, realizando as devidas comparações planimétricas entre pontos de checagem preestabelecidos. Sendo assim, as coordenadas desses pontos foram comparadas e estabelecidas as discrepâncias planimétricas ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  ou  $\Delta E$ ,  $\Delta N$ ), já que as coordenadas utilizadas para o presente projeto são do tipo UTM. Após estabelecidas as discrepâncias, calcula-se o erro planimétrico entre os pares de coordenadas e, ao fim, o erro padrão amostral, a variância e o PEC. Com isso, gerou-se tabelas comparativas com todos os pontos de checagem (os 20 pontos) e as devidas comparações entre os dados das bases cartográficas e os dados levantados em campo. Sendo assim, para cada comparação – seja ela entre as bases ou entre uma base e os dados levantados em campo – criou-se tabelas comparativas junto as análises dos dados pertencentes a elas.

Logo, para a presente pesquisa realizada, estabeleceu-se 3 (três) casos de análise comparativa: o primeiro caso entre as duas bases cartográficas já citadas, o segundo caso entre a base cartográfica da prefeitura municipal e o levantamento de campo; e o terceiro e último caso entre a base cartográfica da concessionária de água e esgoto e o levantamento de campo.

### 5.1 PREFEITURA MUNICIPAL X CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO

A primeira comparação realizada foi entre as duas bases cartográficas encontradas e utilizadas no município de tubarão, ambas possuem suas próprias características e valores posicionais. Para a realização da análise comparativa, os dados planimétricos retirados da base cartográfica disponibilizada pela prefeitura municipal tiveram que sofrer transformações em seu referencial geodésicos, como explicado anteriormente.

Já a base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto do município não precisou passar por este processo, uma vez que toda a base está em referencial geodésico oficial utilizado nos levantamentos de campo e criação de plantas, cartas e mapas. Sendo assim, a mesma se encontra pronta para uso, ou seja, seus dados planimétricos – coordenadas – não precisam passar por procedimentos em outros softwares.

A tabela 7, detalha as coordenadas dos pontos de checagem selecionados e conhecidos em ambas as bases e devidamente materializados em campo. Nela ainda se observa as discrepâncias planimétricas encontradas para cada ponto, juntamente ao erro planimétrico obtido através dessas discrepâncias.



Tabela 7 – Cálculo Comparativo das Coordenadas Planimétricas, 1º Caso

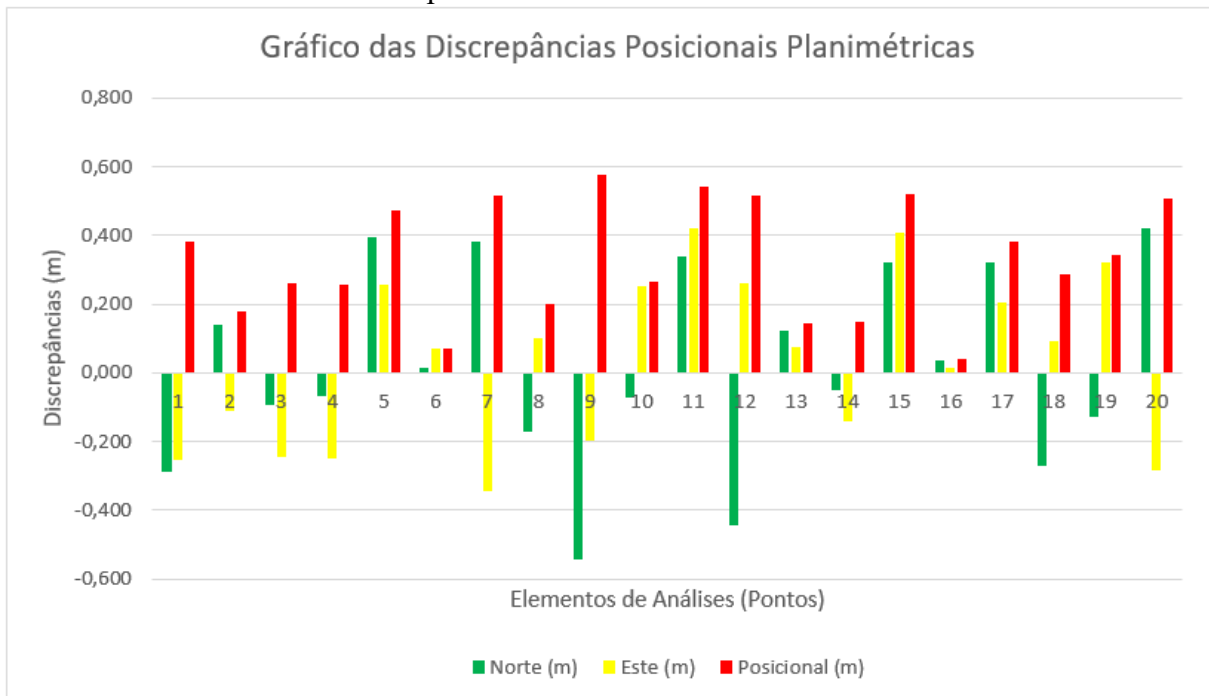
Pontos	Prefeitura Municipal		Concessionária de Água e Esgoto		Discrepâncias		Erro Planimétrico (m)
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	
1	6.846.407,022	696.318,833	6.846.407,309	696.319,085	-0,287	-0,252	0,382
2	6.848.487,395	696.521,903	6.848.487,254	696.522,012	0,141	-0,109	0,178
3	6.848.407,693	695.770,055	6.848.407,787	695.770,299	-0,094	-0,244	0,261
4	6.847.698,175	695.937,403	6.847.698,243	695.937,651	-0,068	-0,248	0,257
5	6.847.293,244	694.776,359	6.847.292,848	694.776,101	0,396	0,258	0,473
6	6.846.559,900	694.340,956	6.846.559,887	694.340,886	0,013	0,070	0,071
7	6.847.513,622	693.112,999	6.847.513,240	693.113,343	0,382	-0,344	0,514
8	6.848.988,651	694.548,903	6.848.988,822	694.548,800	-0,171	0,103	0,200
9	6.848.045,348	693.027,987	6.848.045,890	693.028,182	-0,542	-0,195	0,576
10	6.849.185,013	696.548,277	6.849.185,086	696.548,023	-0,073	0,254	0,264
11	6.848.050,435	694.831,936	6.848.050,097	694.831,513	0,338	0,423	0,541
12	6.848.615,455	692.753,140	6.848.615,899	692.752,877	-0,444	0,263	0,516
13	6.847.543,311	693.972,784	6.847.543,187	693.972,709	0,124	0,075	0,145
14	6.848.085,211	693.991,902	6.848.085,262	693.992,042	-0,051	-0,140	0,149
15	6.849.984,963	694.173,684	6.849.984,643	694.173,276	0,320	0,408	0,519
16	6.846.623,809	693.552,082	6.846.623,774	693.552,066	0,035	0,016	0,038
17	6.848.844,772	696.064,089	6.848.844,449	696.063,886	0,323	0,203	0,381
18	6.847.572,107	695.271,484	6.847.572,377	695.271,391	-0,270	0,093	0,286
19	6.846.941,636	695.472,681	6.846.941,763	695.472,361	-0,127	0,320	0,344
20	6.846.936,559	693.797,240	6.846.936,140	693.797,523	0,419	-0,283	0,506

Fonte: o Autor (2022).

Como o software GeoPEC trabalha com feições pontuais – sendo esse, um dos motivos pela escolha do mesmo para realização dos cálculos e classificações da presente pesquisa – os pares das coordenadas planimétricas na tabela 7 foram devidamente inseridos no programa e, em seguida, o mesmo realizou os cálculos das discrepâncias e do erro planimétrico, onde chegou-se aos mesmo valores encontrados na tabela 7 – sendo apenas a tabela criada pelo autor apresentada no presente estudo pelo critério de melhor visualização.

Para uma melhor visualização das discrepâncias obtidas, o GeoPEC criou um gráfico detalhando as discrepâncias planimétricas em N e E e o respectivo erro planimétrico obtido em cada um dos 20 (vinte) pontos, conforme gráfico 1. O objetivo do mesmo, é auxiliar na análise dos resultados e mostrar de uma outra forma essas diferenças encontradas.

Gráfico 1 – Discrepâncias Planimétricas e Posicionais do 1º Caso



Fonte: GeoPEC (2022).

Dessa forma, junto a tabela das coordenadas e o gráfico das discrepâncias, o programa apresentou uma outra tabela detalhando a média, o desvio padrão amostral, a variância, o RMS, o máximo e o mínimo das discrepâncias – para N e E – e do erro planimétrico (que é chamado de “posicional”), conforme tabela 8.

Tabela 8 – Resultados das Discrepâncias Planimétricas e do Erro Planimétrico

Estatísticas	Norte	Este	Posicional
Nº Pontos	20	20	20
Média	0,018	0,034	0,330
Desvio	0,285	0,246	0,169
Variância	0,081	0,060	0,028
RMS	0,278	0,242	0,369
Máximo	0,419	0,423	0,576
Mínimo	-0,542	-0,344	0,038

Fonte: GeoPEC (2022).

Com a apresentação dos valores calculados para todos os pontos de checagem, através das tabelas e gráficos, observa-se uma variação posicional planimétrica. Enquanto o ponto 16 apresenta as menores discrepâncias posicionais – em torno de 3 a 4 centímetros – o ponto 9

apresenta a maior – chegando perto dos 60 centímetros de discrepância posicional planimétrica. Sendo assim, observa-se uma variação nos valores posicionais em todos os diferentes bairros que formam a malha urbana da cidade de Tubarão quando comparando as duas bases cartográficas já existentes.

Com os devidos valores calculados e apresentados o software classificou-se em diferentes categorias do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) – cuja hierarquia é estabelecida entre A e D (sendo A a melhor classificação possível e D a pior) – junto as escalas especificadas para cada análise. Ou seja, através dos dados calculados e demonstrados, junto a área de estudo (15 km<sup>2</sup>) – onde os pontos de checagem se encontram – e a especificação da escala em que se quer aplicar a análise, o software indica a qual classe do PEC o objeto de pesquisa pertence.

Dessa forma, o quadro 7, detalha a classificação – realizada pelo GeoPEC – da comparação entre as bases cartográficas referentes as diferentes escalas escolhidas para este procedimento.

**Quadro 7 – Classificação do PEC em Diferentes Escalas**

ESCALAS	CLASSES DO PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICO (PEC)				
	Sem Classificação	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A
1/500					
1/1.000					
1/2.000					
1/5.000					
1/10.000					
1/25.000					

Fonte: o Autor (2022).

Conforme o quadro 7 detalha, a maior escala utilizada – 1/500 – não obteve classificação, ou seja, os valores encontrados para essa comparação nessa escala não atingiram os valores mínimos geométricos que o enquadrem na classe D. O software GeoPEC indicou os pontos 5, 7, 9, 11, 12, 15 e 20 como “outliers” para a escala 1/500, sendo assim, os mesmos deveriam ser retirados dos cálculos ou substituídos por outros com discrepâncias planimétricas menores, para que nessa escala, os valores pudessem se enquadrarem em alguma classe do PEC.

Destaca-se que os pontos 5, 7, 9, 11, 12, 15 e 20 citados são os pontos de checagem que apresentam erros planimétricos que ultrapassam o valor de 0,400 metros ou 40 centímetros, como visto no gráfico das discrepâncias, no gráfico 1.



Já para as escalas posteriores – a partir da 1/1.000 – não se obteve “outliers”, uma vez que, todas elas conseguiram entrar em algumas das classes do Padrão de Exatidão Cartográfica adotado no país. Com destaque maior para as escalas 1/5.000, 1/10.000 e 1/25.000 que foram enquadradas na Classe A do PEC, a maior possível.

## 5.2 PREFEITURA MUNICIPAL X LEVANTAMENTO DE CAMPO

A segunda análise realizada ocorreu entre a base cartográfica da prefeitura municipal e o levantamento de campo dos pontos de checagem. Os pontos da base cartográfica da prefeitura foram os mesmos já utilizados na primeira análise, ou seja, já estão devidamente transformados para o referencial geodésico oficial utilizado no país (SIRGAS 2000).

O levantamento de campo, realizado através de equipamento GNSS, pelos métodos do posicionamento relativo estático e do RTK – já detalhados anteriormente – objetivaram a comparação com a realidade *in loco*, ou seja, analisar se os dados das bases cartográficas, neste segundo caso a disponibilizada pela prefeitura municipal, estão compatíveis com a materialização dos pontos de checagem, considerando suas discrepâncias posicionais.

Após reconhecimento de todos os pontos de checagem na base cartográfica e confirmação de sua materialização em campo – não foram perdidos, danificados ou arrancados – o levantamento detalhou suas coordenadas planimétricas. Sendo possível realizar as devidas comparações e análises do presente estudo, já que todo o processo de medição foi referenciado ao sistema geodésico de referência SIRGAS 2000.

A tabela 9, detalha as coordenadas dos pontos de checagem selecionados na base cartográfica da prefeitura municipal – já transformados de SAD69 para SIRGAS 2000 – e as coordenadas planimétricas obtidas através do levantamento de campo destes mesmo pontos. Nessa tabela, ainda pode ser observada as discrepâncias planimétricas encontradas para cada ponto, junto ao erro planimétrico obtido – calculado através dessas discrepâncias.

Tabela 9 – Cálculo Comparativo das Coordenadas Planimétricas, 2º Caso

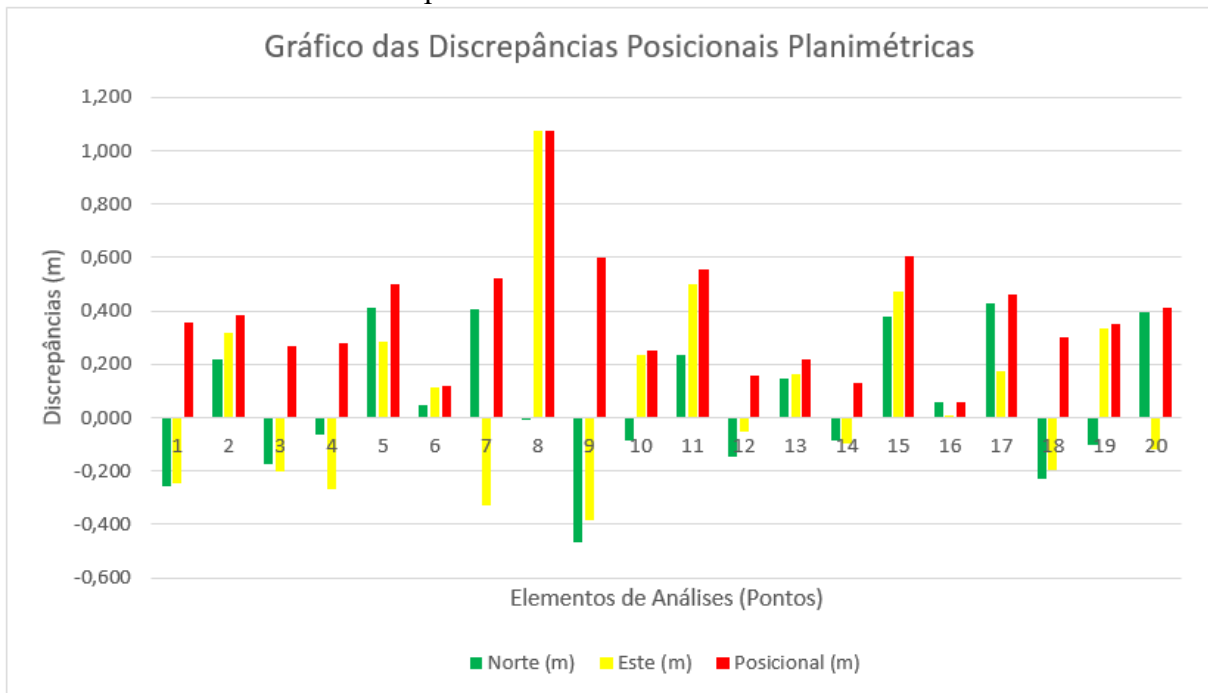
Pontos	Prefeitura Municipal		Levantamento de Campo		Discrepâncias		Erro Planimétrico (m)
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	
1	6.846.407,022	696.318,833	6.846.407,280	696.319,076	-0,258	-0,243	0,354
2	6.848.487,395	696.521,903	6.848.487,178	696.521,587	0,217	0,316	0,383
3	6.848.407,693	695.770,055	6.848.407,869	695.770,256	-0,176	-0,201	0,267
4	6.847.698,175	695.937,403	6.847.698,239	695.937,673	-0,064	-0,270	0,277
5	6.847.293,244	694.776,359	6.847.292,833	694.776,074	0,411	0,285	0,500
6	6.846.559,900	694.340,956	6.846.559,855	694.340,843	0,045	0,113	0,122
7	6.847.513,622	693.112,999	6.847.513,215	693.113,326	0,407	-0,327	0,522
8	6.848.988,651	694.548,903	6.848.988,654	694.547,831	-0,003	1,072	1,072
9	6.848.045,348	693.027,987	6.848.045,812	693.028,369	-0,464	-0,382	0,601
10	6.849.185,013	696.548,277	6.849.185,099	696.548,040	-0,086	0,237	0,252
11	6.848.050,435	694.831,936	6.848.050,198	694.831,436	0,237	0,500	0,553
12	6.848.615,455	692.753,140	6.848.615,602	692.753,191	-0,147	-0,051	0,156
13	6.847.543,311	693.972,784	6.847.543,164	693.972,619	0,147	0,165	0,221
14	6.848.085,211	693.991,902	6.848.085,298	693.991,998	-0,087	-0,096	0,130
15	6.849.984,963	694.173,684	6.849.984,587	694.173,212	0,376	0,472	0,603
16	6.846.623,809	693.552,082	6.846.623,752	693.552,072	0,057	0,010	0,058
17	6.848.844,772	696.064,089	6.848.844,342	696.063,915	0,430	0,174	0,464
18	6.847.572,107	695.271,484	6.847.572,335	695.271,678	-0,228	-0,194	0,299
19	6.846.941,636	695.472,681	6.846.941,736	695.472,346	-0,100	0,335	0,350
20	6.846.936,559	693.797,240	6.846.936,166	693.797,360	0,393	-0,120	0,411

Fonte: o Autor (2022).

Assim como na primeira análise – entre as duas bases cartográficas – a tabela 9 apresentada foi reestruturada para uma melhor visualização, porém os resultados das discrepâncias planimétricas – em N e E – e do erro planimétrico encontrados após ser inserido os dois pares de coordenadas planimétricas são os mesmos disponibilizados pelo software GeoPEC.

Junto a tabela das discrepâncias e erros planimétricos elaborou-se um gráfico para criar uma outra perspectiva de análise, onde a comparação entre as discrepâncias em N e E e o erro posicional de todos os 20 (vinte) pontos pudessem ser representadas de uma outra forma, em escala. O gráfico 2 deixa nítida as diferenças encontradas para cada um dos pontos.

Gráfico 2 – Discrepâncias Planimétricas e Posicionais do 2º Caso



Fonte: GeoPEC (2022).

Dessa forma, junto a tabela das coordenadas e o gráfico das discrepâncias, o GeoPEC apresentou uma outra tabela detalhando a média, o desvio padrão amostral, a variância, o RMS, o máximo e o mínimo das discrepâncias – para N e E – e do erro planimétrico (que é chamado de “posicional”), conforme tabela 10.

Tabela 10 – Resultados das Discrepâncias Planimétricas e do Erro Planimétrico

Estatísticas	Norte	Este	Posicional
Nº Pontos	20	20	20
Média	0,055	0,090	0,380
Desvio	0,262	0,353	0,230
Variância	0,068	0,125	0,053
RMS	0,261	0,356	0,441
Máximo	0,430	1,072	1,072
Mínimo	-0,464	-0,382	0,058

Fonte: GeoPEC (2022).

Com a apresentação dos valores calculados para todos os pontos de checagem, através das tabelas e gráficos, observa-se uma variação posicional planimétrica. Enquanto o ponto 16 apresenta as menores discrepâncias posicionais – em torno de 5 a 6 centímetros – o ponto 8 apresenta a maior – ultrapassando 1 metro de discrepância posicional planimétrica. Sendo

assim, observa-se uma variação nos valores posicionais em relação a comparação anterior, o ponto 16 continua sendo o de menor erro planimétrico, porém diferentemente da primeira análise realizada – entre as duas bases cartográficas – o ponto 8 foi o que apresentou maior discrepância posicional dentro da malha urbana da cidade de Tubarão.

Após realização dos cálculos das discrepâncias e do erro planimétrico junto as análises obtidas pela tabela 10, o software classifica os documentos cartográficos em diferentes categorias do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC). Para essa classificação, considera-se as escalas que serão aplicadas, a área de estudo (15 km<sup>2</sup>) – onde os pontos de checagem se encontram – e os cálculos já mencionados anteriormente pelas tabelas 9 e 10. Com todos estes parâmetros definidos, o software indica a qual classe do PEC o objeto de pesquisa pertence – A, B, C, D ou “Sem Classificação”.

Sendo assim, o quadro 8, detalha a classificação realizada pelo GeoPEC da comparação entre a base cartográfica da prefeitura municipal e o levantamento de campo dos pontos de checagem, essa classificação é realizada de acordo com as diferentes escalas escolhidas para o procedimento de análise.

Quadro 8 – Classificação do PEC em Diferentes Escalas

ESCALAS	CLASSES DO PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICO (PEC)				
	Sem Classificação	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A
1/500					
1/1.000					
1/2.000					
1/5.000					
1/10.000					
1/25.000					

Fonte: o Autor (2022).

Conforme o quadro 8 detalha, a escala 1/500 não obteve classificação – assim como na primeira comparação realizada entre as bases cartográficas – ou seja, os valores encontrados para essa comparação nessa escala não atingiram os valores mínimos para a classe D. Nessa segunda análise, entre a medição de campo e a base cartográfica da prefeitura, o software GeoPEC também indicou 7 (sete) pontos como “outliers” para a escala 1/500, são eles: os pontos 5, 7, 8, 9, 11, 15 e 17, porém não são os mesmos pontos indicados com “outliers” no primeiro caso. Sendo assim, como no primeiro caso, esses pontos deveriam ser retirados dos cálculos ou substituídos por outros com erros planimétricos menores, para que na maior escala adotada na presente pesquisa, os valores pudessem entrar nas classes do PEC.

Destaca-se que dos pontos de checagem considerados “outliers” para esta segunda análise – na escala 1/500, 5 (cinco) são em comum com o primeiro caso, são eles: 5, 7, 9, 11 e 15. Vale ressaltar que, para este segundo caso, os 7 (sete) pontos de checagem listados como “outliers”, praticamente todos – com exceção do ponto 17 – possuem erros planimétricos que ultrapassam o valor de 0,50 metros ou 50 centímetros, o ponto 17 apresenta erro planimétrico muito próximo a 0,50 metro, em torno de 0,46 metros. O destaque negativo, como visto no gráfico das discrepâncias – gráfico 2, fica para o ponto de checagem de número 8, onde o erro posicional ultrapassa 1 metro, observa-se, porém, que esta diferença é encontrada apenas na coordenada E, tendo a coordenada N apresentado uma discrepância milimétrica.

Já para as escalas posteriores, menores que 1/500 – a partir da 1/2.000 – não se obteve “outliers”, uma vez que, todos os cálculos e análises conseguiram entrar nas classes do Padrão de Exatidão Cartográfica adotado no país. Com destaque maior para as escalas 1/5.000, 1/10.000 e 1/25.000 que foram enquadradas na Classe A do PEC, a maior possível. Enquanto a escala 1/2.000 foi classificada na Classe B. A exceção, em relação a escalas que foram enquadradas em uma das classes do PEC mas continuaram apresentando “outliers”, é a escala 1/1.000, que obteve classe C, porém o ponto de checagem de número 8 continuou sendo um “outlier” devido a seu grande erro posicional encontrado.

### 5.3 CONCESSIONÁRIA DE ÁGUA E ESGOTO X LEVANTAMENTO DE CAMPO

Por fim, faltando apenas uma análise comparativa, a terceira e última, foi realizada entre os dados recolhidos na pesquisa para os pares de coordenadas planimétricas da base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto do município de Tubarão/SC, junto aos pares de coordenadas originários do levantamento de campo dos pontos de checagem.

Ambos os procedimentos realizados, tanto na base cartográfica quanto no levantamento de campo, já foram devidamente detalhados anteriormente. Já que, ambas as divisões – base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto e levantamento de campo – foram utilizadas nas duas primeiras comparações, faltando apenas a presente análise posicional para conclusão do estudo.

Dessa forma, a tabela 11, detalha as coordenadas dos pontos de checagem selecionados na base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto e as coordenadas planimétricas obtidas através do levantamento de campo destes mesmo pontos. Nessa mesma tabela, detalha-se ainda as discrepâncias planimétricas obtidas para cada um dos pontos

escolhidos no estudo, junto ao erro planimétrico/posicional encontrado – calculado através dessas discrepâncias.

Tabela 11 – Cálculo Comparativo das Coordenadas Planimétricas, 3º Caso

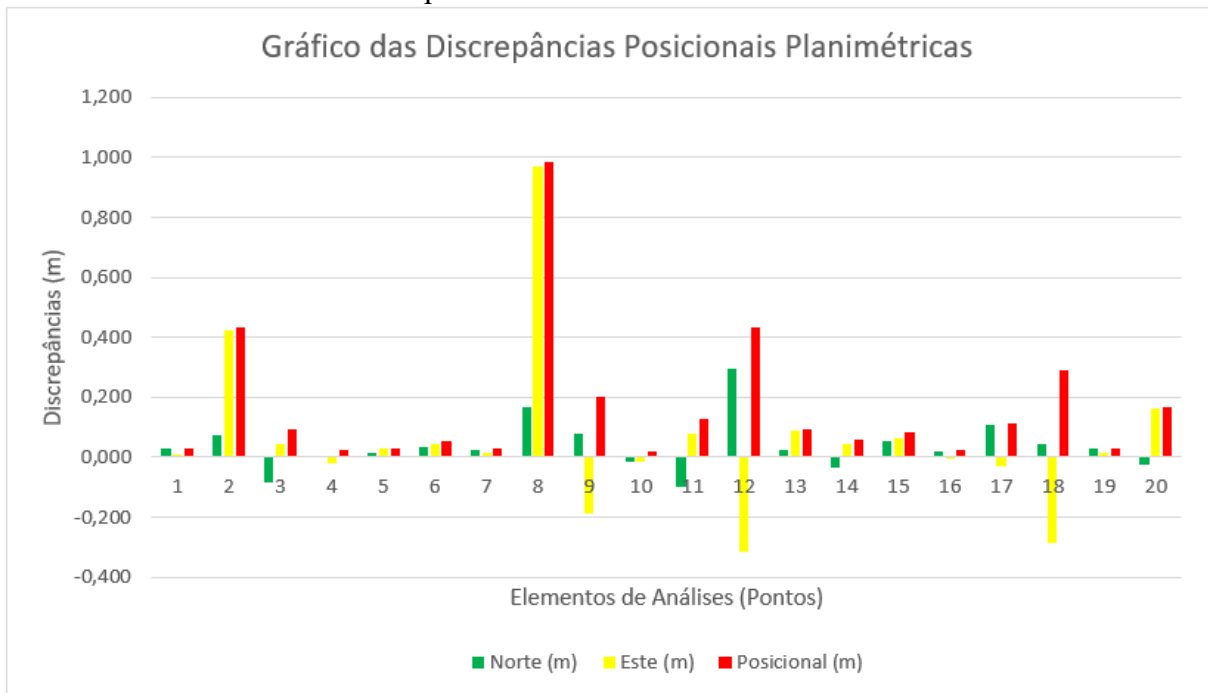
Pontos	Concessionária de Água e Esgoto		Levantamento de Campo		Discrepâncias		Erro Planimétrico (m)
	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	N (m)	E (m)	
1	6.846.407,309	696.319,085	6.846.407,280	696.319,076	0,029	0,009	0,030
2	6.848.487,254	696.522,012	6.848.487,178	696.521,587	0,076	0,425	0,432
3	6.848.407,787	695.770,299	6.848.407,869	695.770,256	-0,082	0,043	0,093
4	6.847.698,243	695.937,651	6.847.698,239	695.937,673	0,004	-0,022	0,022
5	6.847.292,848	694.776,101	6.847.292,833	694.776,074	0,015	0,027	0,031
6	6.846.559,887	694.340,886	6.846.559,855	694.340,843	0,032	0,043	0,054
7	6.847.513,240	693.113,343	6.847.513,215	693.113,326	0,025	0,017	0,030
8	6.848.988,822	694.548,800	6.848.988,654	694.547,831	0,168	0,969	0,983
9	6.848.045,890	693.028,182	6.848.045,812	693.028,369	0,078	-0,187	0,203
10	6.849.185,086	696.548,023	6.849.185,099	696.548,040	-0,013	-0,017	0,021
11	6.848.050,097	694.831,513	6.848.050,198	694.831,436	-0,101	0,077	0,127
12	6.848.615,899	692.752,877	6.848.615,602	692.753,191	0,297	-0,314	0,432
13	6.847.543,187	693.972,709	6.847.543,164	693.972,619	0,023	0,090	0,093
14	6.848.085,262	693.992,042	6.848.085,298	693.991,998	-0,036	0,044	0,057
15	6.849.984,643	694.173,276	6.849.984,587	694.173,212	0,056	0,064	0,085
16	6.846.623,774	693.552,066	6.846.623,752	693.552,072	0,022	-0,006	0,023
17	6.848.844,449	696.063,886	6.848.844,342	696.063,915	0,107	-0,029	0,111
18	6.847.572,377	695.271,391	6.847.572,335	695.271,678	0,042	-0,287	0,290
19	6.846.941,763	695.472,361	6.846.941,736	695.472,346	0,027	0,015	0,031
20	6.846.936,140	693.797,523	6.846.936,166	693.797,360	-0,026	0,163	0,165

Fonte: o Autor (2022).

Conforme já elucidado nas duas primeiras análises, o software GeoPEC cria uma tabela similar a demonstrada na tabela 11, porém por apresentar uma melhor visualização optou-se por recriar as tabelas e os cálculos das discrepâncias planimétricas e do erro planimétrico, sendo obtido os mesmos resultados do software.

Junto a tabela das discrepâncias e erros planimétricos o software elabora um gráfico para criar uma outra perspectiva de análise – mais visual – onde a comparação entre as discrepâncias em N e E e o erro posicional encontrado em todos os pontos de checagem pudessem ser representados de diferentes maneiras – em escala. O gráfico 3 facilita a observação das diferenças planimétricas encontradas – para mais ou para menos – de cada um dos pontos selecionados.

Gráfico 3 – Discrepâncias Planimétricas e Posicionais do 3º Caso



Fonte: GeoPEC (2022).

Sendo assim, junto a tabela das coordenadas e o gráfico das discrepâncias, o GeoPEC a fim de concluir e destacar os principais pontos a serem abordados, apresenta uma outra tabela detalhando a média, o desvio padrão amostral, a variância, o RMS, o máximo e o mínimo das discrepâncias – para N e E – e do erro planimétrico – que também é chamado de posicional – conforme tabela 12.

Tabela 12 – Resultados das Discrepâncias Planimétricas e do Erro Planimétrico

Estatísticas	Norte	Este	Posicional
Nº Pontos	20	20	20
Média	0,037	0,056	0,166
Desvio	0,086	0,264	0,230
Variância	0,007	0,070	0,053
RMS	0,092	0,264	0,279
Máximo	0,297	0,969	0,983
Mínimo	-0,101	-0,314	0,021

Fonte: GeoPEC (2022).

Com a apresentação dos valores calculados para todos os pontos de checagem, através das tabelas e gráficos, observa-se uma variação posicional planimétrica para todos os pontos, desde uma variação pequena – de poucos centímetros – até variações maiores – chegando perto

de um metro. Enquanto, diferentemente do que ocorreu nas duas primeiras comparações, onde o ponto 16 foi o que apresentou menor erro posicional, nesta terceira análise comparativa o ponto de checagem de número 10 apresenta as menores discrepâncias posicionais – em torno de 2 centímetros. Já em relação as maiores discrepâncias, assim como no segundo caso, o ponto 8 apresenta a maior discrepância – se aproximando do 1 metro de discrepância posicional planimétrica. Sendo assim, observa-se uma variação nos valores posicionais em relação a todas as 3 (três) comparações, houve algumas similaridades entre os mínimos e máximos dos pontos de checagem, mas em nenhum dos três casos esses valores foram iguais.

Com a realização e apresentação dos cálculos das discrepâncias planimétricas e do erro posicional encontrado, junto as análises obtidas pela tabela 12, o software classificou os dois documentos cartográficos, objetos de comparação, em diferentes categorias do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC). Para essa classificação, considerou-se as escalas escolhidas e detalhadas anteriormente, a área composta pela distribuição dos pontos de checagem (15 km<sup>2</sup>) e os cálculos já mencionados anteriormente pelas tabelas 11 e 12. Com todos estes parâmetros definidos, o software indicou a classe do PEC que o objeto de pesquisa deste terceiro caso pertence – A, B, C, D ou “Sem Classificação”.

Sendo assim, o quadro 9, detalha a classificação realizada pelo GeoPEC para o terceiro caso, levando em considerações todos os cálculos e análises já apresentadas. Como já especificado, essa classificação é atingida de acordo com as diferentes escalas escolhidas para o procedimento de análise.

Quadro 9 – Classificação do PEC em Diferentes Escalas

ESCALAS	CLASSES DO PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICO (PEC)				
	Sem Classificação	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A
1/500					
1/1.000					
1/2.000					
1/5.000					
1/10.000					
1/25.000					

Fonte: o Autor (2022).

Após as classificações detalhadas no quadro 9, observa-se que diferentemente do que ocorreu nos dois primeiros casos, este último caso apresenta apenas um “outlier”. Este “outlier” é em referência ao ponto 8, este ponto, como observado no gráfico das discrepâncias para este terceiro caso – gráfico 3, resultou em um erro planimétrico muito superior aos outros pontos de



checagem, enquanto ele apresenta erro posicional de 0,983 metros, ou seja, muito próximo a um metro, os outros 19 (dezenove) pontos não ultrapassam os 0,45 metros. Logo, o ponto de checagem de número 8 resultou em um erro planimétrico maior que duas vezes o segundo ponto com maior erro posicional – pontos 2 e 12 – destoando muito dos demais. Por este motivo, o software GeoPEC apresentou-o como “outlier” nas escalas de 1/500 e 1/1.000.

Logo após a observação do “outlier” existente, nota-se que na escala 1/500 os parâmetros deste terceiro caso conseguiram ser classificados nos padrões do PEC, entrando na categoria D. Dessa forma, este foi o único dos três casos de análises da presente pesquisa em que a escala 1/500 obteve classificação do PEC, nos outros dois casos esta escala não se enquadrou em nenhuma classe, ou seja, resultaram em “sem classificação” pelo software.

Já para as escalas posteriores, menores que 1/500 e 1/1.000, ou seja, da escala 1/2.000 em diante, o software não encontrou “outliers”, uma vez que, todos os cálculos e análises conseguiram entrar na maior classe do Padrão de Exatidão Cartográfico adotado no país – a classe A. Diferentemente do ocorrido nos outros dois casos, neste terceiro caso a escala 1/2.000 também foi enquadrada na classe A do PEC, junto as escalas 1/5.000, 1/10.000 e 1/25.000. A escala 1/1.000 também foi classificada em uma classe melhor que os outros dois primeiros casos, sendo ela pertencente a classe B, enquanto nos outros dois casos esta escala foi enquadrada na classe C.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos tópicos a seguir serão definidas e apresentadas as considerações finais da presente pesquisa, detalha-se as conclusões que este estudo chegou em relação ao tema definido, dentro dos limites analisados, junto as recomendações de trabalhos futuros.

### 6.1 CONCLUSÕES

Por fim, após a definição dos 20 pontos de controle, levantamento de campo, etapas de cálculos comparativos entre as coordenadas planimétricas e suas discrepâncias, junto ao desvio padrão e padrão de exatidão cartográfico entre os produtos cartográficos – na área urbana da cidade de Tubarão/SC, chegou-se as análises e resultados finais sobre a qualidade geométrica das cartografias (enquadramento frente ao PEC). Dessa forma, a conclusão do presente projeto dá-se na verificação de campo junto as bases cartográficas, analisando suas qualidades posicionais e em qual classe do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC) elas se encontram, detalhando os melhores pontos de checagem/controlado estabelecidos pelo estudo, fazendo com que eles possam vir a ser referência no posicionamento planimétrico para os trabalhos de cartografia e topografia realizados no município de Tubarão/SC.

Após a explicação e apresentação de todo o estudo, chegou-se aos resultados e análises de 3 (três) casos, sendo eles a comparação entre as bases cartográficas e a checagem entre cada uma das bases e o levantamento de campo realizado na presente pesquisa. Com todas estas etapas detalhadas minuciosamente observou-se que em cada um dos casos foram obtidos resultados distintos, alguns com certa aproximação – como o primeiro e segundo casos, onde as classes do PEC foram exatamente as mesmas para todas as escalas abordadas no estudo – porém a diferença nos valores encontrados nos 20 (vinte) pontos de checagem/controlado ficaram nítidas.

No primeiro caso, a comparação entre a base cartográfica da prefeitura municipal e a base cartográfica de concessionária de água e coleta de esgoto, observou-se um erro planimétrico/posicional médio de 0,33 metros, sendo o erro máximo encontrado de 0,576 metros e o mínimo de 0,038 metros. Ao analisar-se todos os 20 (vinte) pontos de checagem deparou-se que apenas dois pontos ficaram com erro planimétrico abaixo dos 0,10 metros, os outros 18 (dezoito) pontos obtiveram erro posicional superior a este valor, e desses 18 (dezoito) pontos, 15 (quinze) estão a cima dos 0,20 metros. Dessa forma, para as escalas maiores, o PEC

desta comparação não obteve uma classe – classificada como “sem classificação” – ou não se enquadrou na melhor classe possível.

Com os resultados comparativos apresentados entre as duas bases, destaca-se que a discrepância planimétrica média de 33 cm (trinta e três centímetros) permite um potencial de integração entre ambas, uma vez que, a qualidade do produto está atrelada ao propósito deste mesmo produto, ou seja, para medições planimétricas que exigem um alto grau de precisão – como por exemplo, levantamentos precisos de detalhes que servirão de apoio a grandes projetos de infraestrutura – essa discrepância de 33 cm afetará a sua qualidade. Porém, pensando na multifinalidade de uma base, algumas caracterizações territoriais são aceitas com essa mesma discrepância planimétrica encontrada. Sendo assim, a cartografia da prefeitura deve ser desenvolvida e atualizada para que a mesma seja “rotulada” como a oficial do município, sendo que, o produto cartográfico da concessionária de água e coleta de esgoto seja ajustado de acordo com a cartografia oficial – pertencente a prefeitura municipal.

O segundo caso, definido pela comparação entre a base cartográfica da prefeitura municipal e o levantamento de campo dos pontos de checagem, chegou a um erro planimétrico médio superior ao primeiro caso, sendo este erro de 0,38 metros, com erro posicional máximo de 1,072 metros e mínimo de 0,058 metros. Vale ressaltar que, este erro máximo de 1,072 metros ocorreu apenas em um dos pontos de checagem e destoou dos outros 19 (dezenove) pontos – uma vez que o segundo maior erro posicional encontrado foi de 0,603 metros (ainda maior que o erro máximo obtido no primeiro caso). Sendo assim, como no primeiro caso, as escalas maiores de estudo permaneceram com classificação baixa – ou até mesmo sem classificação – no PEC.

Assim como no primeiro caso, onde se afirmou que uma discrepância planimétrica de 33 centímetros – próxima aos 38 cm (trinta e oito centímetros) deste segundo caso – pode ser aceita em determinados produtos cartográficos, sendo a qualidade relacionada ao propósito. Neste segundo caso, a comparação foi realizada com a medição de campo, ou seja, essa comparação foi baseada em uma atividade do dia a dia de um funcionário da prefeitura. Sendo assim, essa discrepância interfere nas ações do ente governamental municipal, já que esta dimensão de erro influencia na composição dos lotes – nas ações de desmembramento, retificações de áreas e loteamentos, por exemplo – e no direito à propriedade, uma vez que, esta discrepância pode representar uma sobreposição (invasões) entre lotes. Dessa forma, aumentar a qualidade do produto cartográfico do município torna-o muito mais eficaz, pois essa base

cartográfica poderia ser amplamente aproveitada e utilizada diariamente pelos profissionais, tanto funcionários da própria prefeitura como agentes privados.

O terceiro e último caso, análise comparativa entre a base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto e o levantamento de campo realizado, obteve um erro planimétrico médio de 0,166 metros, possuindo como erro posicional máximo um valor de 0,983 metros e mínimo de 0,021 metros. Assim como no segundo caso, este erro planimétrico máximo destacou-se dos demais, já que o segundo maior erro calculado foi de 0,432 metros – sendo que esse erro posicional atípico (próximo de 1 metro) no estudo foi encontrado no mesmo ponto para os dois casos, o ponto de checagem de número 8. O destaque deste último caso são os valores obtidos para esses erros planimétricos/posicionais, dos 20 (vinte) pontos de checagem utilizados 12 (doze) obtiveram erro posicional abaixo dos 0,10 metros e apenas 4 (quatro) acima de 0,20 metros, ou seja, a qualidade planimétrica desses pontos no terceiro caso foi superior aos outros dois casos anteriores. Com isso, as classes obtidas pelo PEC foram diferentes em relação aos dois primeiros casos, enquanto nos outros casos a maior escala não foi classificada, neste último caso ela conseguiu ser enquadrada em uma das classes do PEC.

A justificativa para que este último cenário tenha gerado discrepâncias planimétricas menores em relação aos outros dois pode ser explicada pela atualização dos equipamentos empregados na construção desta cartografia. Como já citado, essa base cartográfica foi desenvolvida mais recentemente, ou seja, o emprego de tecnologias mais avançadas – como os GNSS e seus processamentos precisos – para definição das coordenadas dos pontos de referência e partida são aspectos que devem ser destacados. Junto a isto, a concessionária responsável pela criação desta base mantém atualizações periódicas, aumentando os detalhes da cartografia e realizando checagens de algumas feições e pontos de referência em campo, pois a empresa está desenvolvendo de forma contínua diversas obras de infraestrutura ao longo da cidade de Tubarão/SC.

Junto as conclusões apresentadas de cada um dos três cenários realizados no presente estudo, destaca-se a diferença na classificação do PEC para cada um deles. Enquanto nos dois primeiros casos a classificação foi a mesma para cada uma das escalas definidas, ou seja, a maior escala não obteve classificação, a segunda maior escala foi classificada como C, a terceira maior escala como B e as outras 3 (três) escalas – as menores – se enquadraram na maior classificação possível, a classe A. O terceiro caso se diferenciou dos demais e obteve resultados melhores, sendo a maior escala pertencendo a classe D, a segunda maior escala se enquadrando

na classe B e as outras 4 (quatro) escalas classificadas como classe A, a maior e de melhor qualidade do Padrão de Exatidão Cartográfico.

Destaca-se também a necessidade de uma comunicação contínua entre os dois entes (prefeitura e concessionária) objetivando conversas que atentem a integração constantes dos dados das bases cartográficas. Para ambas instituições trabalhar em uma escala maior – escala 1:500 e 1:1000 – é o ideal, pois apresentam níveis de detalhes e informações importantes para as atividades exercidas por elas, porém para que a qualidade posicional seja cada vez maior e que nessas escalas o produto satisfaça aos interesses, o trabalho de atualização e integração dever ser mútuo.

Nesse sentido, em relação a avaliação planimétrica entre as bases cartográficas, os resultados apontaram uma melhor qualidade planimétrica para a base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto, uma vez que, os erros planimétricos/posicionais e as discrepâncias obtidas nos 20 (vinte) pontos de checagem/controle, em geral, foram superiores – em qualidade – aos mesmos dados encontrados para a base cartográfica da prefeitura municipal. Como os valores destacados na presente conclusão do trabalho, muitos pontos da base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto poderiam ser utilizados como base para diversos tipos de documentos cartográficos, já que apresentaram erros planimétricos baixos em relação a medição realizada *in loco*. Porém, a base cartográfica da prefeitura municipal também apresenta seu devido valor, uma vez que a mesma foi criada décadas atrás – antes das técnicas e tecnologias de posicionamento utilizadas hoje em dia – e possui como objetivo principal a caracterização das obras/construções dentro das parcelas, as quadras e arruamentos existentes, identificando-os com suas siglas padronizadas para posterior controle e gestão territorial.

Com todos os detalhes já citados e destacada a importância que a qualidade dos pontos de referência possuem para os novos projetos e atualizações das características de um município, a criação de uma Rede de Referência Cadastral Municipal para a cidade de Tubarão/SC torna-se de suma importância. Uma RRCM seria capaz de servir a todos os agentes administrativos juntamente aos profissionais liberais do município, uma vez que todos estariam utilizando os mesmos pontos de partida e o mesmo referencial. Sendo assim, com a atual atualização da NBR 14.166 de 01/2022, os novos parâmetros já poderiam ser implantados na cidade, constituindo uma rede de referência atualizada, padronizada e de ótima qualidade posicional.

Por fim é importante ressaltar que a avaliação altimétrica entre as cartografias não foi objeto de análise geométrica, uma vez que considerou primeiro a necessidade de integração planimétrica e que boa parte da produção da cartografia da prefeitura (uma vez que ocorre de modo não sistematizado), não apresenta o dado altimétrico.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando os resultados apresentados, as limitações encontradas e os pontos de vistas abordados pelo tema do presente trabalho, são apresentadas algumas recomendações para pesquisar futuras:

Realizar a avaliação altimétrica da base cartográfica da concessionária de água e coleta de esgoto, uma vez que, a altimetria tem papel fundamental na concepção organizacional do município e nas atividades de uma empresa distribuidora de água e coleta de esgoto.

Aplicar o princípio metodológico apresentado neste trabalho para avaliação planimétrica ou planialtimétrica, utilizando bases cartográficas de outros municípios.

Iniciar um processo de conscientização junto a prefeitura do município de Tubarão objetivando implantar uma RRCM – Rede de Referência Cadastral Municipal (baseada na NBR 14.166) e diretrizes técnicas de ajustes das atividades de levantamento e integração entre as cartografias produzidas para o município.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, J. C. P.; COSTA, D. C.; FRANÇOSO, M. T.; TRABANCO, J. L. A. Base Cartográfica Digital para um Sistema de Informações Geográfica Cadastral Municipal. In: **4º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável**. Universidade do Algarve, Faro - Portugal, 2010.
- ALMEIDA, M. S. **Análise Comparativa da Qualidade Posicional dos Métodos de Posicionamento Por Ponto Preciso e do Posicionamento Relativo Estático com GNSS**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 2015.
- ALVES, D. B. M.; ABREU, P. A. G.; SOUZA, J. S. GNSS: Status, Modelagem Atmosférica e Métodos de Posicionamento. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 1, n° 1, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, p. 2 – 7. 2013.
- ANTUNES, A. F. B.; HOLLATZ, R. C. V. Cadastro Técnico Multifinalitário de Baixo Custo Utilizando VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado). **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, João Pessoa-PB, abril de 2015.
- BARBOSA, M. H. F.; CARVALHO, V. G. **Envolvimento das Agências de Coleta do IBGE na Manutenção Física dos Marcos do Sistema Geodésico Brasileiro**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2007. Disponível em: <<http://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/2008-2005.html>>. Acesso em: 30 out. 2021.
- BARBOSA, E. M.; MONICO, J. F. G.; ALVES, D. B. M.; OLIVEIRA, L. C. Integridade no Posicionamento RTK e RTK em Rede. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 16, n° 4, p. 589 – 605, 2010.
- BENEDET, J. S. **Diagnóstico Urbano e Socioambiental do Rio da Madre, em Tubarão/SC**. Pós-Graduação em Auditoria e Gestão Ambiental. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão – SC. 2016.
- BERMUDEZ, R. M. J. **Proposta de um Sistema Baseado em Rede Neurais e Wavelets para Caracterização de Movimentos do Segmento Mão-Braço**. Porto Alegre, 2013. 112 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- BORGES, A. F.; ELMIRO, M. A. T. Os Diferentes Sistemas Geodésicos de Referência e Suas Discrepâncias na Região de Nova Lima – MG. **Anais do V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife, PE, p. 537-546, 2014.
- BORGES, A. F., ELMIRO, M. A. T., NERO, M. A., TEMBA, P. C. **Sistemas geodésicos de referência adotados no Brasil e a conversão dos dados geográficos para o sistema oficial SIRGAS2000: transformações e avaliação de distorções**. *Revista GEOgrafias*, v. 12, n. 1, p. 45-63, Belo Horizonte, 2016.

BRASIL. “Decreto Nº 89.817 de 20 de Junho de 1984”. **Normas Técnicas Da Cartografia Nacional**. Brasil, 1984. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D89817.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm)>. Acesso em: 19 nov. 2021.

BRAVO, J. V. M.; SLUTER, C. R. O Problema da Qualidade de Dados Espaciais na Era das Informações Geográficas Voluntárias. **Boletim de Ciências Geodésicas (Online)**, v. 21, p.56-73. 2015.

CHUERUBIM, M. L.; GOMES, P. G. Comparação do Posicionamento Geodésico Tridimensional Realizado com Modelos Idênticos de Antenas e de Receptores GPS em Diferentes Épocas e Intervalos do Dia. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 6, nº 1, p. 102-122, 2014.

COLE, G. M.; WILSON, D.A. **Land Tenure, Boundary Surveys and Cadastral Systems**. Taylor & Francis. Boca Raton, 2017.

COSTA, S. M. A. **Integração da Rede Geodésica Brasileira aos Sistemas de Referência Terrestres**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas). Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2003.

CRUZ, D. T.; SANTOS, A. P. Controle de Qualidade Posicional do Sistema Rodoviário do Openstreetmap na Região Central de Viçosa-MG. **Anais VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação**. Recife - PE, 2016.

DA SILVA, D. C.; FREDERICO, L. N. S.; COSTA, G. C. Cálculo Aproximado de Fator de Escala UTM para Uso Direto em Estações Totais. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 4, nº 1, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco – PR, p. 59 – 67. 2016.

DE BRITO, B. V.; DA SILVA, P. V.; DA SILVA, J. O.; MAGNA JÚNIOR, J. P. Mudança de Referenciais Geodésicos Utilizando Grades de Transformação Integradas em Programas Computacionais SIG. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Foz do Iguaçu – PR, p. 5947 – 5954, 2013.

DE MELO, P. L. S.; DE OLIVEIRA, L. C. O. C. Interpolação de Hermite na transformação de coordenadas entre sistemas de referência geodésicos, visando à modelagem das distorções entre os diferentes sistemas adotados no Brasil. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, v. 36, n. 3, 5 dez. 2019.

Diretoria de Serviço Geográfico (DSG). **Especificação técnica para a aquisição de dados geoespaciais vetoriais (ET-ADGV)**. Ministério da Defesa, Exército Brasileiro, Departamento de Ciência e Tecnologia. Brasília – DF, 2ª edição, 2011.

ENDLICH, A. M. **Novos Referenciais de Desenvolvimento e Planejamento Territorial: Possibilidades para as Pequenas Cidades?**. Redes. Revista do Desenvolvimento Regional. 2007; v. 12, n.2 p. 5-35. Universidade de Santa Cruz do Sul. 2007. ISSN: 1414-7106. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5520/552056857001>>. Acesso em: 5 out. 2020.



FABRÍCIO, E. P.; BRUM, N. D.; PINTO, R. B.; KÖHLER, F. A. Planejamento urbano sustentável. In: **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 2, p.1326-1338, feb. 2019.

FAGUNDES, M. A. R.; IESCHECK, A. L. Uso de VANT na Cartografia: Geração de Base Cartográfica Tridimensional. **Drones e Ciência: Teoria e Aplicações Metodológicas**, vol. 1, Santa Maria, FACOS-UFSM, p. 59-67, 2019.

FERNANDES, V. O. **Implicações da Adoção do Referencial Geodésico SIRGAS 2000 na Cartografia em Escala Grande**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009.

FERNANDES, V. O.; NOGUEIRA, R. N. **Consequências da Mudança de Datum na Representação Cartográfica Direcionada para Ambiente SIG**. Portal de Cartografia, v. 3, p. 5-61, 2010.

FERNANDES, V. O.; ALIXANDRINI, M. J.; ELIAS, E. N. N. **Determinação de Número de Amostras para Controle de Qualidade Posicional em Mapas Urbanos**. In: Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 25, n. 4, p.821-833, out./dez. 2015.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. Oficina de Textos, Edição Digital, 2014.

FONSECA NETO, F. D.; GRIPP JÚNIOR, J.; BOTELHO, M. F.; DOS SANTOS, A. P.; NASCIMENTO, L. A.; FONSECA, A. L. B. **Avaliação da Qualidade Posicional de Dados Espaciais Gerados por VANT Utilizando Feições Pontuais e Lineares para Aplicações Cadastrais**. Boletim de Ciências Geodésicas, vol. 23, núm. 1, enero-marzo, 2017, pp. 134-149. Universidade Federal do Paraná Curitiba, Brasil. 2017.

GOUDARD, B.; OLIVEIRA, F. H.; GERENTE, J. Avaliação de Modelos de Localização para Análise da Distribuição Espacial de Unidades Básicas de Saúde. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, nº 67/1, p. 15-34, 2015.

GUANDALINI, M. **Análise Metodológica do Posicionamento Relativo Através do GNSS e Suas Aplicações na Engenharia: Uso da Técnica RTK/GSM**. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia da Transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP. 2012.

HÜBNER, C. E.; OLIVEIRA, F. H.; DAL SANTO, M. A. Gestão da Informação Geográfica e Cadastral no Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 67/2, p. 215-259. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências: Sistema Geodésico Brasileiro**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica.html> . Acesso em: 9 nov. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **RESOLUÇÃO DO PRESIDENTE: Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro**. Fevereiro de 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções Básicas de Cartografia**. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595\\_v1.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv8595_v1.pdf). Acesso em: 9 abr. 2022.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Calculadora Geográfica**. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/calcula/> >. Acesso em: 17 fevereiro. 2022.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios da planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20190037, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180037>. Acesso em: 14 março 2022.

LÓPEZ, F. J. A.; GORDO, A. D. A. **Variability of NSSDA Estimations**. In: Journal of Surveying Engineering, 39-44. 2008.

MARICATO, E. **Para entender a crise urbana**. In: CaderNAU- Caderno do Núcleo de análises urbanas – FURG – Universidade Federal do Rio Grande, 8(1), 11-22. 2015.

MERCHANT, D. C. Spatial accuracy standards for large scale line maps. In: AMERICAN CONGRESS ON SURVEYING AND MAPPING, 42., 1982, Falls Church, USA. **Proceedings** [...]. Gaithersburg, USA: ACSM, 1982. v. 1, p. 222-231. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/of/1987/0301/report.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

MIRANDA, G. H. B.; DOS SANTOS, A. de P. Avaliação Acurácia Posicional da Componente Hidrográfica da Base Contínua Vetorial do IBGE na Escala 1:250.000 da Região de Ponte Nova – MG. **Anais do VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife, PE, 24-25 de agosto de 2016.

MONICO, J. F. G.; CAMARGO, P. O.; GALO, M.; OLIVEIRA, L. C.; MAGNA JÚNIOR, J. P.; RABACO, L. M. L.; FAGUNDES, F. O.; OBREGON, J. R. P. Investigation the Accuracy of the Transpetro Geodetic Network and Its Transformation to SIRGAS 2000. **Anais Rio Oil & Gas Expo and Conference**. Rio de Janeiro, 2014.

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

MORAES, M.E.B., and LORANDI, R. **Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas** [online]. Ilhéus, BA: Editus, 2016, 283p. ISBN 978-85-7455-443-3.

MOREIRA, G. L.; LEMOS, O. L.; ROCHA, L. S.; SANTOS, K. C. O. **Análise Comparativa Entre Receptores GNSS no Mapeamento Topográfico e Padrão de Exatidão Cartográfica**. Enciclopédia Biosfera, v. 10, n° 18, p. 214 – 223, Goiânia. 2014.

MOURA, R. **Grandes Projetos Urbanos e Planejamento Territorial**. In: VI Semana de Geografia da UNICAMP – Grandes Projetos e Planejamento Territorial no Brasil Contemporâneo, outubro de 2010. Boletim Campineiro de Geografia, v.1, n1, 2011.

NILSON, C. P. **Aquisição, Processamento de Sinais Mioelétricos e Máquinas de Vetores de Suporte para Caracterização de Movimentos do Segmento Mão-Braço**. Porto Alegre, 2014. 89 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

OLIVEIRA, J. de A. **Cartografia Digital**, 2º Módulo. Faculdade Escola de Engenharia de Agrimensura. Salvador, BA, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; STATELLA, T. Implantação de Estação Planimétrica Geodésica nas Dependências do Campus Bela Vista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT). **Revista Brasileira Geomática**. Curitiba, v. 5, n. 4, p. 543-560, out/dez. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbgeo>>. Acesso em: 27 out. 2021.

PAIVA, C. A.; CAMPOS, R. G. Análise comparativa dos modelos adotados como referência para a definição dos mapeamentos de referência do Brasil e da Alemanha. **Revista Geografia e Pesquisa**, v. 12, n. 2, p. 37-44. 2018.

PEREIRA, P. C. X. **Processos e Problemas na Urbanização da América Latina: Teoria e História**. Territórios, num. 34, p. 35-58. Universidad del Rosario, Bogotá, 2016.

PEREIRA, T. A. J.; NERO, M. A. Controle de qualidade posicional de imagem quickbird ortorretificada no spring de acordo com o PEC-PCD. In: *XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2015, João Pessoa-PB. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2015. v. 1. p. 2133-2140.

QUEIROZ, M. R. A.; DOS SANTOS, A. de P. Avaliação da Acurácia Posicional de Imagens Landsat 8 / Sensor Oli na Região de Alvinópolis-MG. **Anais do VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, Recife, PE, 24-25 de agosto de 2016.

RAMOS, A. P. M.; CAMPOS, M. B.; PROL, F. S.; MARCATO JUNIOR, J.; IVÁNOVÁ, I. Abordagem Sistemática para a Especificação da Qualidade de Base Cartográfica nos Padrões para os Dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68/8, p. 1601-1620. 2016.

RODRIGUES, F. Os Novos Desafios da Urbanização Brasileira: uma Avaliação do Direito à Cidade na Década de 2000. In: **IV Congresso da Associação Latina Americana de População**. Havana, Cuba. p. 141-158, 2011.

SANTOS, A. G. **Método para o Georreferenciamento de Mapas Urbanos Baseado na Atribuição de Pesos aos Pontos de Controle**. São Carlos, 2009. 206 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SANTOS, A. de P.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, N. T.; GRIPP JUNIOR, J. **Avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais Utilizando Técnicas de Estatística Espacial: Proposta de Método e Exemplo Utilizando a Norma Brasileira**. Boletim de Ciências Geodésicas, vol. 22, núm. 4, p. 630-650, out-dez 2016.

VAINER, C. B. **Planejamento Territorial e Projeto Nacional: Os Desafios da Fragmentação**. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v.9, n.1 (2007), Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. p. 9:23. ISSN: 1517-4115. DOI: <https://doi.org/10.22296/2317-1529.2007v9n1p>.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**. Engenharia Cartográfica e de Agrimensura. Universidade Federal do Paraná. UFPR. 2012.

VIEIRA, M. S. Base cartográfica contínua do estado do Amapá. **In: Revista Digital Simonsen**. Rio de Janeiro, n.3, Nov. 2015. Disponível em: <[www.simonsen.br/revistasimonsen](http://www.simonsen.br/revistasimonsen)>.

VIEIRA, H. B. G.; GENRO, R. S. Estimativa da Acurácia Posicional de Documentos Cartográficos na Petrobras a Partir do Erro Máximo Provável Inferido do Erro Médio Quadrático e da Respectiva Variância Propagada. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, 2013.

VIEIRA, M. H. P.; PEREIRA, E. F.; VIEIRA, J.; LOUZADA, R. O.; SILVA, M. C. A.; FERREIRA, L.M. Mapas de Kernel como Alternativa ao Monitoramento Ambiental: Análise das Indústrias que Realizam Emissões nos Municípios do Estado de Mato Grosso do Sul, nos Anos 2008 a 2018. **Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Jardim, MS, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 627-636. 20 a 24 de outubro 2018.

VITTE, C. C. S.; **O Planejamento Territorial e a Dimensão Espacial do Desenvolvimento: Algumas das Experiências Recentes no Brasil**. Revista Política e Planejamento Territorial, v.2, n.1. Rio de Janeiro-RJ. p. 1-18, janeiro/junho 2015. ISSN: 2358-4556.

WERLICH, R. M. C.; NARDEZ, N. N.; VISKI, A. R.; KRUEGER, C. P. Análise da Precisão de Equipamentos Geodésicos na Determinação de Distâncias Curtas. **Anais IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação**. Recife - PE, p. 001-007, 2012.

ZANETTI, J.; BRAGA, F. L. S.; DOS SANTOS, A. de P. Comparativo das normas de controle de qualidade posicional de produtos cartográficos do Brasil, da ASPRS e da OTAN. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 70, n. 1, p. 359–390, 2018. DOI: 10.14393/rbcv70n1-45259. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/45259>. Acesso em: 20 nov. 2021.

ZANETTI, J.; DE PAULA, R. M.; DOS SANTOS, A. de P.; MEDEIROS, N. das G. Avaliação da Acurácia Posicional Planimétrica de Ortoimagens Disponibilizadas nos Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68/7, p. 1341-1352. 2016.