

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CENTRO ESTADUAL DE PESQUISAS EM SENSORIAMENTO REMOTO E METEOROLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO

MÁRCIA ANELISE ATZLER HOFFART

**DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS DE COMPLETUDE E DE
ACURÁCIA TEMÁTICA NO MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO DE PORTO ALEGRE**

PORTO ALEGRE

2023

MÁRCIA ANELISE ATZLER HOFFART

**DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS DE COMPLETUDE E DE
ACURÁCIA TEMÁTICA NO MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO DE PORTO ALEGRE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Orientadora: Prof.^a Dra. Andrea Lopes Iescheck

PORTO ALEGRE

2023

CIP - Catalogação na Publicação

HOFFART, MARCIA ANELISE ATZLER
DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS DE COMPLETEDE E
DE ACURÁCIA TEMÁTICA NO MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO DE
PORTO ALEGRE / MARCIA ANELISE ATZLER HOFFART. --
2023 .
99 f.
Orientadora: ANDREA LOPES IESCHECK.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Centro Estadual de Pesquisas em
Sensoriamento Remoto e Meteorologia, Programa de
Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Porto Alegre,
BR-RS, 2023 .

1. CARTOGRAFIA. 2. MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO. 3.
QUALIDADE DE DADOS GEOSPACIAIS. 4. PARÂMETROS DE
QUALIDADE. 5. QUALIDADE SEMÂNTICA. I. IESCHECK, ANDREA
LOPES, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ATA AUTENTICADA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia

Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto
SENSORIAMENTO REMOTO - Mestrado Acadêmico
Ata de defesa de Dissertação

Aluno: Marcia Anelise Atzler Hoffart, com ingresso em 28/02/2020

Título: DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS DE COMPLETUDE E DE ACURÁCIA
TEMÁTICA NO MAPEAMENTO TOPOGRÁFICO DE PORTO ALEGRE

Data: 01/09/2023

Horário: 14:30

Local: Online

Banca Examinadora	Avaliação	Origem
Claudia Robbi Sluter	Aprovado	UFRGS
Sergio Florencio de Souza	Aprovado	UFRGS
Silvana Philippi Camboim	Aprovado	UFPR

Avaliação Geral da Banca: Aprovado

Data da homologação:

Porto Alegre, 24 de outubro de 2023

Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto
Av. Bento Gonçalves, 9500 Prédio 44202 Setor 5 - Bairro Agronomia - Telefone 3308-6221
Porto Alegre - RS

Documento gerado sob autenticação nº ITI.128.463.MPJ
Pode ser autenticado, na Internet, pela URL <http://www.ufrgs.br/autenticacao>,
tendo validade sem carimbo e assinatura.

Agradeço a Deus, à Santa Rita e dedico este trabalho ao meu pai Angelo, a minha mãe Eracema e ao meu irmão Mauro por todo incentivo para que essa Dissertação fosse possível.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelo ensino gratuito e de excelência, pelo espaço de formação e pelos professores qualificados e dedicados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), vinculada ao Ministério da Educação (MEC), que me destinou o benefício da bolsa de pesquisa - Mestrado, referente ao número do processo 88887.646838/2021-00. Assim, foi possível realizar essa pesquisa com dedicação exclusiva.

À minha orientadora Prof.^a Dra. Andrea Lopes Iescheck pelas inúmeras contribuições inestimáveis na construção desse trabalho e em minha formação, por compartilhar comigo seu conhecimento e experiência. E, principalmente, pelo incentivo em forma de propostas que resultaram nesta dissertação. Obrigada por acreditar e confiar em mim ao longo de todos esses anos de estudo que se iniciaram ainda na graduação.

Ao Professor Sérgio Florencio de Souza pelas sugestões, contribuições e correções para a conclusão desse trabalho e durante minha formação acadêmica. Agradeço imensamente por seus ensinamentos e sua grande generosidade.

À Professora Cláudia Robbi Sluter pelo incessável ato de ensinar e despertar o meu raciocínio sobre assuntos de Cartografia. E, ao incentivo as pesquisas que contribuíram para a realização dessa dissertação.

À Professora Silvana Philippi Camboim pelas sugestões e correções referentes a realização dessa dissertação.

À secretária Ana Lúcia Freitas do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto (PPGSR) – UFRGS por toda disponibilidade, agilidade, atenção e orientação as minhas dúvidas sobre os procedimentos administrativos do curso.

Ao Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura da UFRGS, por me dar a base científica que permitiu o meu desenvolvimento intelectual na área.

As minhas colegas de curso e amigas, Wanessa, Isabel, Manuella, Marlise e Márcia, que em vários momentos me ajudaram e me apoiaram na construção desse estudo.

Aos meus familiares, ao meu padrinho Pedro, à minha madrinha Elvira, ao meu noivo Demétrio, a Congregação dos Oblatos de São Francisco de Sales e a Assistência Social Santa Isabel pelo incentivo e pela presença em todos os momentos da minha vida. **Meus sinceros agradecimentos!**

“Anime-se e
transforme os problemas em matéria
para seu progresso e maturidade.”

São Francisco de Sales

RESUMO

A necessidade de verificação da qualidade semântica em mapeamentos topográficos impulsiona constantes pesquisas sobre métodos de avaliação e definição de parâmetros de qualidade por parte de produtores de mapeamento e da comunidade científica da Cartografia. O conjunto de parâmetros que descrevem a qualidade de dados geoespaciais são Completude, Consistência lógica, Acurácia posicional, Acurácia temática, Acurácia temporal e Usabilidade. A Completude se refere à ausência (Omissão) ou ao excesso (Comissão) de classes, seus atributos e relacionamentos na representação cartográfica da realidade do terreno e a Acurácia Temática diz respeito à correta interpretação das classes e seus atributos. Diante da importância da avaliação da qualidade semântica em mapas topográficos, o objetivo deste trabalho é detectar e quantificar os erros de Completude e de Acurácia Temática nas informações geográficas representadas nos mapas topográficos do município de Porto Alegre, para as Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana. A metodologia utilizada envolveu as etapas de planejamento, de coleta e seleção do material cartográfico; definição da área de estudo; da identificação da Completude e da Acurácia temática; definição da linguagem cartográfica; análise visual para identificação dos erros; representação da distribuição espacial e quantificação dos erros. A identificação dos erros de Completude e de Acurácia Temática foram realizados por análise visual comparativa entre as classes representadas nos mapas topográficos tendo como referência as ortofotos. Após, foram quantificados os erros e elaborados mapas temáticos com a distribuição espacial desses erros. Como resultado foram identificados 1.936 erros na verificação da Completude, sendo 1.845 erros de Omissão e 91 de Comissão, 144 erros de Acurácia Temática por Correção de classificação. Isso corresponde, respectivamente, a 0,111%, 0,005% e 0,009% da ocorrência de erros considerando o total de feições representadas nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana. Constatou-se que os erros de Omissão se distribuem por quase todos os bairros do município e ocorrem, principalmente, pela ausência de representação da classe cercas e muros. Os erros de Comissão predominam na zona norte do município e acontecem, principalmente, por estarem representadas edificações que não existem nas ortofotos. E os erros de Correção de classificação se situam em

maior número na região das Ilhas, no bairro Arquipélago, e predominam na classe Pontes e Viadutos. Destaca-se, na verificação da Completude, a tendência de os erros ocorrerem por Omissão. Observa-se que os erros se concentram em bairros de menor renda per capita e se situam nos bairros de divisa do município. Nas regiões centrais, e em bairros com renda per capita alta, todos os erros estudados se apresentam em menor quantidade. Conclui-se que a metodologia adotada se mostrou eficaz para análise da Completude e da Acurácia Temática no mapeamento topográfico de Porto Alegre.

Palavras-chave: Qualidade de Dados Geospaciais. Parâmetros de Qualidade. Qualidade Semântica.

ABSTRACT

The need to verify the semantic quality of topographic mapping is driving constant research into evaluation methods and the definition of quality parameters by mapping producers and the Cartography scientific community. The set of parameters that describe the quality of geospatial data are Completeness, Logical Consistency, Positional Accuracy, Thematic Accuracy, Temporal Accuracy and Usability. Completeness refers to the absence (Omission) or excess (Commission) of classes, their attributes, and relationships in the cartographic representation of the terrain reality and Thematic Accuracy refers to the correct interpretation of classes and their attributes. Given the importance of evaluating the semantic quality of topographic maps, the objective of this work is to detect and quantify Completeness and Thematic Accuracy errors in the geographic information represented in topographic maps of the municipality of Porto Alegre, for the Transport System and Urban Structure categories. The methodology used involved the planning; collection and selection of cartographic material; definition of the study area, identification of Completeness and Thematic Accuracy, definition of the cartographic language; visual analysis to identify the errors; representation of the spatial distribution and quantification of the errors. The identification of Completeness and Thematic Accuracy errors were carried out by comparative visual analysis between the classes represented on the topographic maps using orthophotos as a reference. Once identified, the errors were quantified, and thematic maps were drawn up showing the spatial distribution of these errors. As a result, 1,936 errors were identified in the Completeness check, 1,845 of which were Omission errors and 91 were Commission errors, 144 Thematic Accuracy errors due to classification correction. This corresponds, respectively, to 0.111%, 0.005% and 0.009% of the occurrence of errors considering the total number of features represented in the Transport System and Urban Structure categories. It was found that Omission errors are distributed across occur mainly due to the lack of representation of the fences and walls class. Commission errors predominate in the north of the municipality and are mainly due to the representation of buildings that do not exist in the orthophotos. And Thematic Accuracy Classification Correction errors are more prevalent in the Islands region, in the Archipelago neighborhood, and predominate in the Bridges and Viaducts class.

In the Completeness check, the tendency for errors to occur due to Omission stands out. The errors are concentrated in neighborhoods with lower per capita income and are in the neighborhoods that border the municipality. In the central regions and in neighborhoods with a high per capita income, all the errors studied are fewer. The errors are concentrated in neighborhoods with a lower per capita income and are in the neighborhoods that border the municipality. In the central regions and in neighborhoods with a high per capita income, all the errors studied are less frequent. The conclusion is that the methodology adopted proved to be effective in analyzing the Completeness and Thematic Accuracy of the topographic mapping of Porto Alegre.

Keywords: Geospatial Data Quality. Quality Parameters. Semantic Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Erro de Completude por Omissão.....	29
Figura 2 – Erro de Completude por Comissão	30
Figura 3 – Erro de Acurácia Temática por Correção por Classificação	34
Figura 4 – Acurácia e Precisão.....	35
Figura 5 – Fluxograma Metodológico.....	38
Figura 6 – Mapa Guia	41
Figura 7 – Área de Estudo	45
Figura 8 – Bairros do município de Porto Alegre.....	46
Figura 9 – Classificação de elementos.....	48
Figura 10 – Malha do IBGE sobreposta a ortofoto 2970-3-Z-III.....	50
Figura 11 – Sequência do processo de análise virtual: quadrícula-ortofoto-faixa.....	51
Figura 12 – Análise da Completude e da Acurácia Temática na Categoria Sistema de Transportes e na Categoria Estrutura Urbana.....	52
Figura 13 – Ocorrência de erro de Omissão em 3 Edificações.....	53
Figura 14 – Ocorrência de erro de Comissão na representação de toldos.....	54
Figura 15 – Erro de Acurácia Temática na classe edificações.....	54
Figura 16 – Informações do <i>shapefile</i> Omissão	55
Figura 17 – Informações do <i>shapefile</i> Comissão	56
Figura 18 – Informações do <i>shapefile</i> Acurácia Temática	56
Figura 19 – Ocorrência de erros de Completude por Omissão	62
Figura 20 – Mapa da distribuição espacial dos erros de Completude por Omissão.....	63
Figura 21 – Distribuição espacial de erros de Completude por Omissão no bairro Lami.....	64
Figura 22 – Ocorrência de erros de Completude por Comissão	65
Figura 23 – Mapa da distribuição espacial dos erros de Completude por Comissão.....	67
Figura 24 – Ocorrência de erros da Acurácia Temática por correção de classificação.....	69
Figura 25 – Representação da classe inexistente Praças e Parques.....	70
Figura 26 – Representação da classe Edificações.....	71

Figura 27 – Erro de Acurácia Temática: Plataformas para barcos classificados como Pontes e Viadutos.....	71
Figura 28 – Classe Escadarias e Rampas representada corretamente	72
Figura 29 – Mapa da distribuição de erros de Acurácia Temática	73
Figura 30 – Mapa da distribuição de erros de Omissão e de Comissão, e de erros de Acurácia Temática no município de Porto Alegre	74
Figura 31 – Mapa da distribuição de erros de Completude e de Acurácia Temática no município de Porto Alegre	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias e seus respectivos elementos de qualidade.....	27
Quadro 2 – Categoria Sistema de Transportes.....	41
Quadro 3 – Categoria Estrutura Urbana.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Erros de Omissão, de Comissão e de Acurácia Temática (Correção de classificação)	58
Tabela 2 – Dados econômicos e sociais por bairros do município de Porto Alegre.....	60
Tabela 3 – Erros de Completude por Comissão e de Acurácia Temática por erros de Correção de Classificação no município de Porto Alegre.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
ASCM	American Congress of Surveying and Mapping
ASPRS	American Society for Photogrammetry and Remote Sensing
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informations System
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEN	Comité Européen de Normalisation
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CSDT	Commission on Spatial Data Quality
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ET	Especificação Técnica
ET-ADGV	Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais
ET-CQDG	Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais
ET- EDGV	Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais
GIS	Sistema de Informação Geográfica
GMT	Tempo Médio de Greenwich
GSD	Ground Sample Distance
HD	Hard Disk
HZ	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	International Cartographic Association
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
ISO	International Organization for Standardization
IVS	Atlas da Vulnerabilidade Social
LED	Light Emitting Diode
LIDAR	Light Detection and Ranging
M	Metro
MC	Meridiano Central

MEC	Ministério da Educação
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno
MEC	Ministério da Educação
NCDCDS	National Committee On Digital Cartographic Data Standards
OSM	OpenStreetMap
PCD	Produto Cartográfico Digital
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfica
PPGSR	Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto
PMPA	Prefeitura Municipal de Porto Alegre
RS	Rio Grande do Sul
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul
SMAM	Secretária Municipal do Meio Ambiente
SC	Santa Catarina
SDTS	Spatial Data Transfer Standard
TC	Technical Committee
UHD	Ultra High Definition
TFW	World Format For TIFF
TIFF	Tagged Image File
TM-POA	Transversa de Mercator para Porto Alegre
TRENSURB	Empresa de Trens Urbanos
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UTM	Universal Transversa de Mercator

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1	Qualidade de dados.....	22
2.2	Parâmetros de qualidade.....	26
3	METODOLOGIA	37
3.1	Planejamento e estudos.....	38
3.2	Coleta de material cartográfico.....	39
3.3	Seleção dos dados.....	40
3.4	Área de estudo e área piloto.....	44
3.5	Identificação da Completude e da Acurácia Temática	47
3.6	Definição da linguagem cartográfica.....	49
3.7	Análise visual da Completude e da Acurácia Temática.....	50
3.8	Distribuição espacial e quantificação de erros de Completude e de Acurácia Temática.....	55
4	RESULTADOS	57
4.1	Completude: Omissão.....	61
4.2	Completude: Comissão.....	65
4.3	Acurácia Temática: Correção de Classificação.....	69
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	76
	FINANCIAMENTO	79
	REFERÊNCIAS	80
	APÊNDICE A – Tabela da Completude com erros de Omissão distribuídos nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.....	87
	APÊNDICE B – Tabela da Completude com erros de Comissão distribuídos nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.....	92
	APÊNDICE C – Tabela da Acurácia Temática com erros de Correção de Classificação distribuídos nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.....	96

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de elaborar cartas topográficas com qualidade adequada reforça a importância de manter o mapeamento atualizado e justifica os esforços para o desenvolvimento de pesquisas sobre métodos de avaliação e definição de parâmetros de qualidade. As informações topográficas representam as características naturais e artificiais da superfície terrestre. O meio físico é composto de elementos naturais ou dependentes de destes, mesmo quando modificados ou influenciados pelo homem, já o meio antrópico são todas as feições constituídas pelo homem como parte de sua ocupação no território, incluindo a localização de fronteiras importantes (KEATES, 1973). Todas essas informações estão presentes no mapeamento topográfico, que é um mapeamento de referência para atividades de planejamento e serve a toda sociedade. As cartas topográficas são bases de informação para inúmeras aplicações na construção civil, em projetos agrônômicos e geológicos, no planejamento urbano e na regularização fundiária, o que demonstra a necessidade de pesquisas contínuas sobre metodologias de análise e definição de parâmetros de qualidade.

Observa-se o avanço de tecnologias na ciência da geoinformação e a grande necessidade de informações espaciais. O uso de *softwares* livres, cada vez mais intuitivos, o uso do *Smartfone* para recepção de dados e mapeamentos e a disponibilidade de dados espaciais de forma gratuita impulsionaram a geração de produtos cartográficos, mas os usuários e produtores nem sempre são especialistas. Esses fatores impulsionam a questionar a qualidade dos dados espaciais, visto que, a qualidade posicional, temporal ou temática pode ser negligenciada no processo de análise ou de produção de dados espaciais (GALO e CAMARGO, 1994; SANTOS, 2010; LUNARDI *et al.*, 2012; HECHT *et al.*, 2013).

A elaboração de normas específicas e a avaliação da qualidade são fundamentais para o controle de qualidade da Cartografia (ROBINSON *et al.*, 1995). Um mapeamento só deve ser utilizado como fonte válida de informação quando associado aos processos de avaliação da qualidade dos dados que os compõem (ROCHA, 2002). Leal e Dalmolin (1999) afirmam que mesmo com a crescente demanda de elaboração de produtos cartográficos é necessário manter a qualidade adequada em todas as etapas do mapeamento. Assim, realizar corretamente os

métodos de mapeamento, utilizar os recursos computacionais disponíveis, seguir as normas vigentes para análise de qualidade é essencial.

Mesmo com a evolução de recursos tecnológicos na Cartografia, com o desenvolvimento de *softwares* que viabilizaram processamentos precisos e análises de dados, os processos para análise da confiabilidade dos dados não avançaram na mesma medida. O controle de qualidade de dados geoespaciais envolve uma série de variáveis qualitativas e quantitativas. Devido à sua complexidade, há décadas, a qualidade dos dados geoespaciais é discutida por Goodchild e Gopal, 1989; Juran, 1997; Burity *et al.*, 1999; Mello, 2003; Leal, 2007; Goodchild, 2010; Lunardi *et al.*, 2012 e Hamid, 2017.

Segundo Burity *et al.* (1999), normalmente, avalia - se a qualidade no contexto do mapeamento salientando a qualidade posicional. Porém, outros parâmetros também devem ser considerados para avaliar a qualidade do mapeamento. De acordo com Mello (2003) a elaboração e a representação de um produto do mapeamento devem seguir normas específicas para avaliar a sua qualidade. Os critérios de qualidade atingem a produção de dados cartográficos e cada vez mais são exigidos parâmetros que possam avaliar a qualidade dos dados.

O controle de qualidade é importante para investigar dados espaciais de modo a garantir e especificar sua qualidade e acurácia, explicitando discrepâncias, omissões e incertezas, bem como definindo sua finalidade. Além da qualidade geométrica, estabelecida pela exatidão posicional, é necessária a análise da qualidade das características não geométricas dos produtos. (GOODCHILD, 2010, p.432).

Lunardi *et al.* (2012) afirma que a popularização das informações espaciais resultou na necessidade de padronizar os produtos gerados e avaliar a qualidade destes produtos. Maulia (2018) afirma que produtos cartográficos resultantes de processos realizados por agências oficiais de mapeamento são produtos caros e Paiva (2021) reafirma que a aquisição dos dados, desde a geração dos mapas até a sua atualização, demanda do trabalho de especialistas e de elevados investimentos. Portanto, realizar a avaliação da qualidade e controle de dados, mesmo que sejam tarefas demoradas e de custo elevado são indispensáveis para obter produtos cartográficos confiáveis, com acurácia e com qualidade para atender as necessidades de seus usuários.

No Brasil, existem normas e especificações técnicas sobre qualidade de dados geospaciais, como o Decreto Lei n.º 89.817, a Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais (ET- ADGV), a Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geospaciais (ET- CQDG) e a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais (ET- EDGV). Porém, somente a partir da EDGV 3.0, em 2017, foram incluídos nas normativas nacionais aos mapeamentos topográficos em escalas grandes (1: 1.000, 1: 2.000 e 1: 10.000).

No mundo, analisando os avanços sobre a avaliação da qualidade em dados geospaciais, destacam-se os Estados Unidos da América a *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ASPRS, 2015), que atualizou o padrão de acurácia posicional e a Espanha que utiliza a norma UNE 148002, adotada pela *Asociación Española de Normalización y Certificación* (AENOR, 2016), como padrão de acurácia posicional.

A Organização Internacional de Padronização (*International Organization for Standardization - ISO*) elaborou a norma ISO 19.157: 2013, que atualiza e define os parâmetros que descrevem a qualidade posicional e a qualidade semântica de dados geospaciais. Esse conjunto de parâmetros é composto por: Completude, Consistência lógica, Acurácia posicional, Acurácia temática, Acurácia temporal e Usabilidade. A ISO 19.157: 2013 embasou as redações da ET- CQDG (DSG, 2016) e do Manual Técnico de Avaliação da Qualidade de Dados Geospaciais (IBGE, 2017).

A Completude se refere à ausência ou ao excesso de feições, seus atributos e relacionamentos na representação cartográfica, de acordo com a escala de representação dos dados (Östman, 1997; ISO 19.157, 2013; DSG, 2016a; IBGE, 2017). O seu conceito é de difícil medição, existindo pouco desenvolvimento e discussão sobre sua definição formal (ARIZA, 2002). A Completude depende da escala de representação, em função da generalização cartográfica, e da adequação às especificações do produto ou aos requisitos do usuário, os quais definem as categorias e as classes de feições a serem representadas. A Acurácia Temática diz respeito à correta interpretação das feições e atributos e a sua disposição nas classes previstas no modelo conceitual (DSG, 2016). Assim, a Acurácia Temática equivale à comparação do atributo do dado geométrico com a realidade no terreno (ARIZA, 2002).

Diante da importância da avaliação da qualidade semântica em mapas topográficos e considerando que a maioria dos trabalhos avalia somente a qualidade posicional, como verificar a localização e os tipos de classes com a ocorrência de erros de Completude e de Acurácia Temática no mapeamento topográfico do município de Porto Alegre?

Com base neste questionamento, este trabalho apresenta uma metodologia para identificação e posterior quantificação dos erros de Completude e de Acurácia Temática no contexto do mapeamento topográfico, em escala grande.

O objetivo geral deste trabalho é detectar e quantificar os erros de Completude e de Acurácia Temática nas informações geográficas representadas nos mapas topográficos do município de Porto Alegre. Esses mapas topográficos estão representados na escala 1: 1.000 e são resultantes do aerolevanteamento realizado em 2009. Para tanto são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- identificar os casos de erros de omissão, comissão e acurácia temática nas Categorias de Sistema de Transportes e Estrutura Urbana;
- quantificar a ocorrência de erros de Completude e Acurácia Temática nas classes;
- gerar mapas temáticos para visualização da distribuição dos erros de Completude e de Acurácia Temática do município de Porto Alegre.

Essa dissertação está dividida em sete tópicos, conforme segue:

- Capítulo 1: Introdução - apresenta o problema de pesquisa, justificativa, objetivo geral e objetivos específicos.
- Capítulo 2: Fundamentação teórica - aborda a qualidade do mapeamento topográfico com cronologia e os parâmetros de qualidade.
- Capítulo 3: Metodologia - apresenta a metodologia que abrange as seguintes etapas: estudo sobre Legislação, Normas Técnicas e parâmetros de qualidade; coleta de material cartográfico do município; seleção dos dados; definição da área de estudo e Área Piloto; identificação dos erros de Completude e Acurácia Temática; definição de linguagem cartográfica; análise visual dos erros de Completude e Acurácia Temática nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura

Urbana e representação da distribuição espacial e quantificação dos erros de Completude e Acurácia Temática.

- Capítulo 4: Resultados - aponta os resultados referentes aos erros de Completude por omissão, Completude por comissão e da Acurácia Temática por correção de classificação.
- Capítulo 5: Conclusões e Recomendações - exhibe as conclusões sobre a aplicação da metodologia desse trabalho e apresenta recomendações para trabalhos futuros.
- Capítulo 6: Financiamento - informa o financiamento para execução dessa pesquisa.
- Capítulo 7: Referências - indica as referências utilizadas e ao final, são apresentados os apêndices que compõem esse trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem vários métodos de controle de qualidade de dados geoespaciais que utilizam diferentes parâmetros de qualidade, embora não sejam frequentes a divulgação e estudos mais aprofundados. Buscando retomar as contribuições de pesquisas existentes no Brasil e no mundo, divide - se a fundamentação teórica em: qualidade de dados e parâmetros de qualidade.

2.1 Qualidade de dados

A ISO 9000:2015 relata que todas as ações planejadas e sistemáticas necessárias para assegurar a confiabilidade de um produto ou serviço devem observar os requisitos especificados de qualidade. Também define qualidade como “o grau em que um conjunto de características inerentes de um objeto satisfaz os requisitos”.

Shi *et al.* (2002) afirma que deve haver concordância dentre as definições de elementos de qualidade de dados espaciais, a derivação de medidas ou parâmetros de qualidade de dados espaciais de fácil entendimento e os métodos de representação de dados espaciais de qualidade.

No Brasil, visando a padronização dos dados espaciais e a definição de medidas para garantir a qualidade dos produtos cartográficos, foram estabelecidas Normas Técnicas e leis específicas. Destacam – se o Decreto Lei n.º 89.817, de 20

de junho de 1984 que estabelece Instruções Reguladoras de Normas Técnicas da Cartografia Nacional e define o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC; a ET-ADGV estabelece o Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais - PEC-PCD e especifica as regras para avaliação da qualidade de Produtos Cartográficos Digitais; a ET- CQDG (2016) especifica os parâmetros para análise de dados espaciais e regras para avaliação de qualidade de produtos cartográficos em grandes escalas; a ISO 19.157: 2013 estabelece critérios e especifica componentes para definir a qualidade de dados geográficos, também define um conjunto de medidas de qualidade para avaliar relatórios de qualidade de dados. As medidas básicas de qualidade são indicador de erro, indicador de acerto, contagem de erro, contagem de acerto, taxa de erro e a taxa de acerto; a ET- ADGV tem por objetivo padronizar e orientar todo o processo de aquisição da geometria dos vários tipos de dados vetoriais presentes na ET- EDGV e define quais classes devem estar presentes nos produtos em determinadas escalas e a ET- EDGV 3.0 regula a o processo de aquisição da geometria de cada classe de objetos e seus atributos correlacionados visando garantir a homogeneização da produção de dados geospaciais vetoriais no processo de mapeamento. Também, nessa especificação técnica são apresentadas as categorias cujas classes de objetos compõem o Mapeamento Topográfico para escalas pequenas e grandes.

A elaboração dos mapas topográficos do município de Porto Alegre observou as normas do Decreto Lei n.º 89.817 relativas à exigência do projeto do mapeamento, que era a geração de Cartas Topográficas com PEC Classe A, na escala 1:1000. As Cartas Topográficas também seguiram as especificações quanto à exatidão e aos elementos obrigatórios de uma Carta (BRASIL,1984).

Na década de 80, foram intensificados os trabalhos e as pesquisas, visando definir parâmetros para controle de qualidade de dados. Leal e Dalmolin (1999) ressaltam a necessidade de se estabelecer parâmetros para elaboração de produtos cartográficos de qualidade satisfatória. A qualidade do mapeamento e a definição de elementos para realizar o controle de qualidade dessas informações são especificadas em normas técnicas e discutidas por pesquisadores de Cartografia como Montgomery e Schuch (1993), Gupta e Morrison (1995), Hohl (1998), Burity *et al.* (1999), Karnaukhova e Loch (2001), Kresse e Fadaie (2004), Lazzaroto (2005), Oort (2006), Devillers *et al.* (2006), Girres & Touya (2010), Michael & Goodchild

(2010), Fan *et al.* (2014) e Wong (2016). Essas contribuições divergem em algumas definições de elementos e na quantidade de parâmetros utilizados. Analisando o estudo desses pesquisadores conclui-se que os elementos mais utilizados para o controle da qualidade são a acurácia e a completude. Assim, nessa pesquisa foram utilizados os parâmetros Completude e Acurácia Temática para identificar, quantificar e mapear a distribuição de erros no mapeamento topográfico do município de Porto Alegre.

Em 1982, nos Estados Unidos da América, o *American Congress of Surveying and Mapping* (ASCM) criou o *National Committee On Digital Cartographic Data Standards* (NCDCDS). O *Spatial Data Transfer Standard - SDTS* (1994) definiu cinco elementos para analisar a qualidade de dados espaciais: Completude, Acurácia posicional, Acurácia do atributo, Linhagem e Consistência lógica.

Enquanto, Montgomery e Schuch (1993) optaram por apenas quatro parâmetros: Completude, Coerência, Acurácia temporal e Integridade para avaliar a qualidade dos dados. A Acurácia temporal é definida pela consistência e validade dos dados em relação à variável tempo e a integridade se refere à consistência topológica dos dados.

Demonstrando a necessidade de avaliar os dados geoespaciais o Comitê Executivo da ICA, reuniu-se na Inglaterra, em 1991, deliberando pela criação da Comissão de Qualidade de Dados Espaciais (*Commission on Spatial Data Quality*). Em 1995, com a supervisão de Guptill e Morrison, a ICA publicou o documento "*Elements of Spatial Data Quality*" que definiu critérios e a metodologia para avaliar a qualidade de conjuntos de dados espaciais digitais. Os elementos de qualidade estabelecidos foram: Linhagem, Acurácia posicional, Acurácia do atributo (integridade), Completude, Consistência lógica, Acurácia semântica e Acurácia temporal. A acurácia temporal avalia a precisão relacionada a aspectos do tempo e a acurácia semântica refere-se à qualidade de definição de atributos em relação ao banco de dados espaciais (GUPTILL & MORRISON, 1995). Atualmente, esta Comissão está desativada, mas o controle de qualidade de dados espaciais continua a ser realizado e discutido em outras comissões.

Nos anos subsequentes, Hohl (1998) afirma a importância de aplicar o controle de qualidade em todas as etapas do mapeamento. Essa ação pode detectar o erro

em qualquer estágio do projeto podendo ser corrigido de imediato, impedindo a propagação do erro e evitando custos operacionais.

Ainda em 1998, o Comitê Europeu de Normalização - *Comité Européen de Normalisation* (CEN/TC287) desenvolveu o ENV 12656. Esse Pré-padrão de qualidade Europeu classifica a qualidade dos dados em dois parâmetros: Uso e Homogeneidade.

Entretanto, Lazzaroto (2005) definiu que a Acuracidade, Precisão, Generalização, Atualização e Legibilidade são os parâmetros que estabelecem a qualidade dos dados geoespaciais. A autora esclarece que a determinação da qualidade do mapeamento não exige a utilização de todos os parâmetros, podendo ser apenas um ou mais, o que determina é a necessidades do usuário.

Visando garantir a qualidade dos dados espaciais diversos países realizam pesquisas em busca de metodologias e parâmetros de avaliação. Na Holanda, Oort analisou e descreveu os parâmetros utilizados por pesquisadores e organizações internacionais para avaliar a qualidade de dados cartográficos. Os elementos utilizados foram: Linhagem, Acurácia posicional, Acurácia do atributo, Consistência lógica, Completude, Acurácia semântica, Uso, Qualidade temporal, Homogeneidade, Meta-Qualidade (significa que a avaliação informada utiliza rigorosos tipos de testes) e Resolução (OORT, 2006).

Contudo, na Inglaterra, Devillers *et al.* (2006) aspirando demonstrar a avaliação da exatidão dados geoespaciais, utilizou os parâmetros: Linhagem, Acurácia posicional, Acurácia temática, Consistência lógica e Completude em sua pesquisa. Isso resultou na classificação dos dados geoespaciais em dado ideal e real. Ou seja, dado ideal está associado a produtos que estão isentos de erros e, por sua vez, o dado real produzido está relacionado com os produtos cartográficos que atendem à necessidade do usuário. Porém, Ariza (2004) já havia definido níveis de abstração entre o “mundo real” e o “terreno nominal”, onde a Completude é avaliada através da comparação do mundo real com o terreno nominal, ou seja, com suas especificações técnicas.

Todavia, em pesquisas na França, Girres e Touya (2010) selecionaram oito parâmetros como principais dentre os elementos adotados por Guptill e Morrison (1995) e Kresse e Fadaie (2004), são esses: Acurácia geométrica, Acurácia de

atributos, Acurácia semântica, Completude (integridade), Consistência lógica, Acurácia temporal, Linhagem e Uso.

Na Alemanha, destaca - se o estudo de caso sobre avaliação da qualidade de dados geospaciais, realizado na cidade de Munique . Os pesquisadores Fan *et al.* (2014) selecionaram quatro parâmetros: Completude (integridade), Acurácia semântica, Acurácia posicional e Acurácia de formato para avaliar a qualidade do mapeamento topográfico, da classe edifícios. O processo era composto por três etapas: encontrar a correspondência entre os dados do *OpenStreetMap* (OSM) e os dados de referência do sistema alemão *Amtliches Topographisch-Kartographisches Information System* (ATKIS), calcular os parâmetros de qualidade e realizar análise estatística. A avaliação quantitativa dos resultados foi obtida pelo método da sobreposição de áreas.

Porém, na China, Wong (2016) analisou a qualidade de dados geospaciais, na escala 1:1.000 e propôs uma metodologia para avaliação da qualidade. Esse estudo experimental utilizou dados com acurácia e contou com a constante atualização de fontes de dados da cidade de Hong Kong para o planejamento e execução do projeto. Em Hong Kong, os dados topográficos são fornecidos por diversas fontes governamentais e privadas, que unificam informações e seguem uma política robusta de documentação de dados, controle de qualidade de vida dos dados, erros de manipulação e disseminação. Com esse processo a cidade utiliza os dados para planejamento territorial, construção de projetos de infraestrutura e demais necessidades, mantendo integração de dados cartográficos entre os órgãos governamentais e empresas privadas, gerando economia de custos e dados atualizados.

2.2 Parâmetros de qualidade

A ISO 19.157: 2013 define que a qualidade da informação geoespacial se classifica em posicional e semântica. Em substituição às Normas ISO 19.113: 2002, ISO 19.114: 2003 e ISO/TS 19.138: 2006 a ISO 19.157: 2013 especifica procedimentos de controle de qualidade, define e atualiza parâmetros e especifica os elementos que identificam e descrevem a qualidade dos dados cartográficos, exemplifica a aplicação de medidas de qualidade, especifica procedimentos e desenvolve metodologias de avaliação de dados fundamentada nos elementos de

qualidade e especificações técnicas do conjunto de dados e as suas finalidades. A metodologia para avaliar a qualidade um conjunto de dados consiste em aplicar as seguintes etapas: constatar um ou mais elementos de qualidade de dados (Completeness, Consistency lógica, Accuracy posicional, Accuracy temática e Accuracy temporal) e classificar sub-elementos a serem aplicados; identificar uma medida de qualidade de dados; optar e aplicar um método de avaliação de qualidade de dados, observando que conforme a medida selecionada para avaliar a qualidade os métodos podem ser variados e a última etapa será apurar os resultados a qualidade de dados de forma quantitativa e indicar a conformidade.

A Norma ISO 19.157: 2013 também classifica categorias de qualidade de dados espaciais e seus elementos, os quais estão apresentados no Quadro 1. Esses elementos identificam e descrevem a qualidade dos dados cartográficos, e seus princípios também são aplicáveis para gráficos e documentos textuais.

Quadro 1- Categorias e seus respectivos elementos de qualidade.

Categoria	Elemento
Completeness	Commission
	Omission
Consistency Lógica	Consistency conceptual
	Consistency de domínio
	Consistency de formato
	Consistency topológica
Accuracy Posicional	Accuracy posicional absoluta
	Accuracy posicional relativa
	Accuracy posicional dos dados em grade
Accuracy Temática	Correction de classificação
	Correction dos atributos não quantitativos
	Accuracy dos atributos quantitativos

Acurácia Temporal	Acurácia de uma medida temporal
	Consistência temporal
	Validade Temporal
Usabilidade (Conformidade)	_____

Fonte: ISO 19.157: 2013: *Geographic information data quality*. Geneva: ISO, 2013. Adaptado.

Observando o objetivo da norma ISO 19.157: 2013, que estabelece os princípios para descrever a qualidade de um conjunto de dados, basicamente, considera-se que as informações a respeito da qualidade do dado podem ser classificadas em:

- Informação não quantitativa da qualidade: é a informação de caráter geral, importante para conhecer o objetivo e o histórico da informação. Conforme a ISO 19.157: 2013 os elementos não quantitativos da qualidade são: Uso e Linhagem.

- Informação quantitativa da qualidade: são informações do comportamento da informação geográfica que pode ser medido. São descritos por elementos de qualidade do dado geográfico. A norma internacional indica que esses elementos devem ser usados para descrever os critérios padronizados que devem ser aplicados a um conjunto de dados avaliado, de forma a permitir comparar diferentes conjuntos.

Segundo a ET-CQDG os elementos de qualidade são: Completude; Consistência lógica; Acurácia posicional; Acurácia temporal e Acurácia temática. Esses parâmetros informam se os dados estão completos (Completude), se estão na posição correta (Acurácia posicional), se os atributos estão corretos (Acurácia temática) e se cumprem com todas as regras lógicas (Consistência lógica) (GARCIA-BALBOA, 2011). Esses parâmetros são caracterizados pela ET- CQDG por:

a) COMPLETUDE

A Completude está relacionada com a presença ou ausência de feições na informação geoespacial. A ET- ADGV define quais classes deverão estar presentes nos produtos em determinadas escalas. Caso alguma classe que deveria ser

representada não esteja (seja omitida), tem-se um caso de degradação da qualidade do produto em relação à Completude por omissão.

A figura 1 é a imagem de referência, selecionada da ortofoto 2970-4-V-III. Ao verificar as classes existentes na figura 1, constata-se que a classe ferrovias da Categoria Sistema de Transportes não está em sua totalidade representada (assinada pela seta em azul na figura), o que explicita a ocorrência de erro de Omissão.

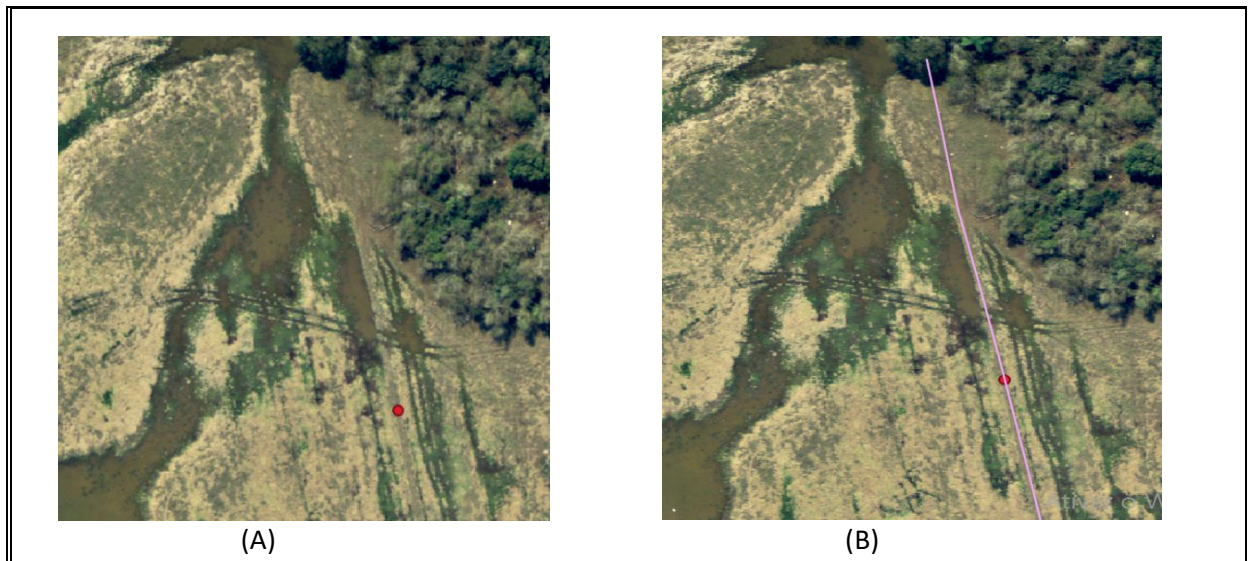
Figura 1 – Erro de Completude por Omissão.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Pode ocorrer o caso de uma classe que não deveria ser representada naquela escala e está representada (figura 2). Assim, ocorre a perda na qualidade do produto em relação à Completude por comissão (excesso). Em resumo, a Completude monitora a falta (omissão), assim como o excesso (comissão) de informação presentes num conjunto de dados (DEVILLERS e JEANSOULIN, 2006). Törnros *et al.* (2015) afirmam que a Completude é a harmonização das feições do produto geoespacial, suas características e relacionamentos, ao modelo de dados correspondente escala de representação.

Figura 2 –Erro de Completude por Comissão.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

A figura 2 (A) e a figura 2(B) foram selecionadas da ortofoto 2970-4-Y-I. A figura 2(A) é a imagem de referência e a figura 2(B) é a representação da imagem a ser avaliada. Ao verificar a figura 2(B) constata - se que a classe cerca, representada pela linha na cor rosa, está posicionada onde não existe essa classe (assinalada com o ponto vermelho), o que explicita a ocorrência de erro por Comissão (excesso).

Ariza (2004) afirma que a Completude deve ser compreendida em função das demandas ou necessidades de um produto cartográfico, na qual sua avaliação é a equivalência com um padrão existente nas especificações técnicas do conjunto de dados e não uma comparação direta com o mundo real.

A palavra Completude se apresenta na literatura com distintos significados. A Completude dos dados (qualidade técnica), adotada nessa pesquisa, relaciona a representação das feições (omissão e comissão) com a base de dados conforme normas estabelecidas. E a Completude do modelo cartográfico (qualidade teórica) está relacionada com a presença de feições, atributos e relacionamentos necessários à implementação adequada do modelo cartográfico da realidade (ARIZA, 2002).

b) CONSISTÊNCIA LÓGICA

A consistência lógica refere-se ao atendimento das regras lógicas da estrutura de dados em termos de estrutura, dos atributos e de suas relações. Esse parâmetro é composto de elementos da qualidade em relação ao aspecto conceitual, físico ou lógico (DSG, 2016). Segundo a ET-CQDG a consistência lógica pode ser classificada de acordo com os seguintes elementos de qualidade:

- Consistência conceitual: relaciona a concordância ao modelo conceitual estabelecido para o dado geoespacial;
- Consistência de domínio: relaciona a concordância do preenchimento dos campos da tabela de atributo com os valores estabelecidos para aquele tipo de informação;
- Consistência de formato: é o grau com que os dados são armazenados de acordo com a estrutura física do conjunto de dados;
- Consistência topológica: consiste na correção das características geométricas e topológicas explicitamente estabelecidas para um conjunto de dados.

De acordo com a ISO 19.157: 2013, informa que consistência topológica pode ser mensurada a partir de três características:

- Validação dos dados de uma mesma classe: consiste em verificar o comportamento do dado em uma camada específica de informação, em relação a possíveis incoerências na geometria dos dados;
- Validação dos dados de classes distintas: consiste em identificar erros de conectividade entre as classes de feições determinadas no modelo conceitual;
- Validação topológica específica: consiste em verificar a incoerência nos dados não contemplados pelo modelo conceitual.

c) ACURÁCIA POSICIONAL

A acurácia posicional diz respeito à qualidade da posição geográfica das coordenadas do conjunto de dados geospaciais. Esse parâmetro avalia o afastamento da posição de uma classe em relação à sua posição real no terreno tanto planimétrica como altimétrica (DSG, 2016). A acurácia posicional é classificada em:

- Absoluta ou externa: refere-se ao caso em que há diferenças entre as coordenadas da representação da feição e as coordenadas das feições na fonte de maior precisão;

- Relativa ou interna: refere-se ao caso em que há divergência entre as posições relativas dos objetos e as posições relativas reais ou aceitadas como sendo certas;

- Do *grid*: consiste na aplicação do conceito de Acurácia posicional absoluta para os dados que se caracterizam por estarem em uma malha regular. Compõem essa classe as avaliações feitas sobre malhas de pontos de Modelos Digitais de Elevação (MDE). Consiste na proximidade da posição de um *grid* de dados com o valor aceitável ou verdadeiro.

A validação dos dados ocorre pela comparação de coordenadas coletadas em campo com seus pontos homólogos no produto avaliado ou pela comparação das coordenadas e classes do produto a ser avaliado com uma base acurada de referência.

d) ACURÁCIA TEMPORAL

Acurácia temporal refere-se à exatidão encontrada na componente temporal dos dados geoespaciais (ISO 19.157: 2013). A acurácia temporal é classificada em:

- Exatidão de uma medida de tempo: entende-se pela acurácia de um específico atributo temporal (evento ou período) em comparação ao valor real (ISO 19.157: 2013). Por exemplo, um levantamento topográfico realizado em dezembro de 2010 que gera um produto cartográfico disponibilizado em 2014;

- Consistência temporal: verifica se a ordem em que aconteceram os eventos ou períodos está em concordância com a unidimensionalidade do tempo (ISO 19.157: 2013). Cita-se o exemplo da variação do número de edificações mapeadas em uma determinada área em um determinado tempo;

- Validade temporal: está associada com a validade de uma medida específica em relação ao tempo (ISO 19.157: 2013). Por exemplo, o período de enchentes em um determinado local.

Ariza (2002) alega que o tempo é uma informação fundamental para julgar a qualidade dos dados, considerando a que tempo se refere (tempo lógico do evento),

ou quando ocorreram as mudanças no mundo real (tempo da observação da evidência) ou ao tempo em que é realizada a carga das mudanças no banco de dados.

e) ACURÁCIA TEMÁTICA

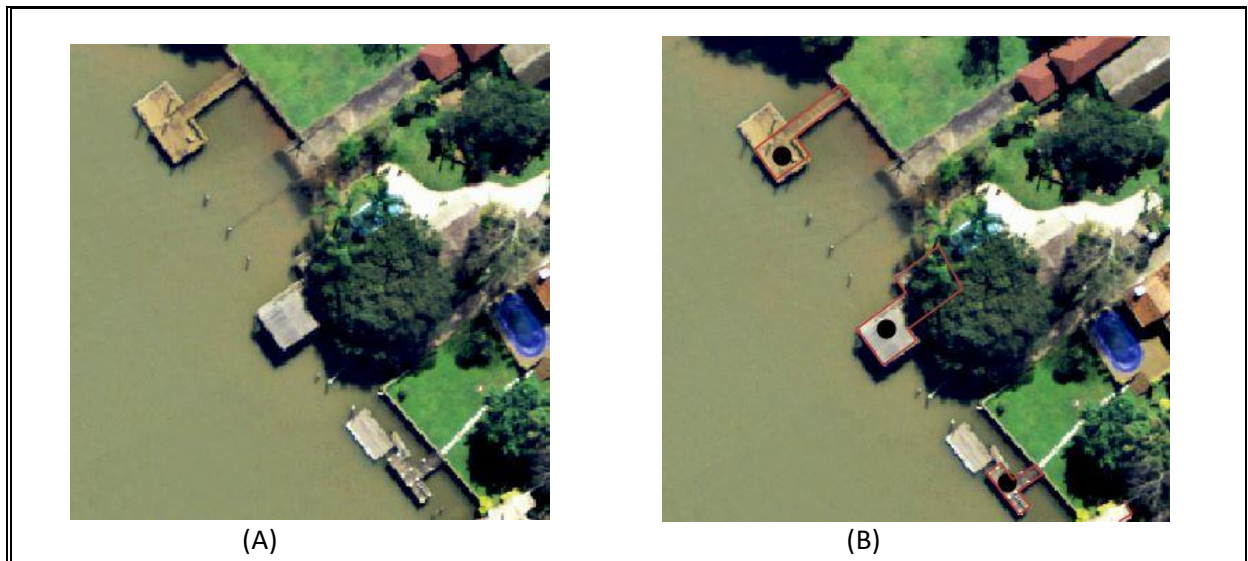
Acurácia Temática diz respeito à correta interpretação das feições e atributos e a sua disposição nas classes previstas no modelo conceitual (DSG, 2016). Esse parâmetro de qualidade não é aplicado somente a mapas temáticos, visto que, qualquer elemento representado em um mapa pertence a um tema, que também pode submeter-se a um estudo sobre sua classificação correta ou não (ARIZA, 2002). Complementando, Ariza (2002) afirma que a acurácia temática equivale a comparação do atributo do dado geométrico com a realidade no terreno. A Acurácia Temática está classificada em:

- Acurácia de atributos não quantitativos: obtém-se pela avaliação dos atributos que não podem ser mensurados ao compará-los com os atributos das mesmas classes na fonte de maior precisão. Por exemplo, o nome dos objetos obtidos na reambulação;

- Acurácia de atributos quantitativos: obtém-se pela avaliação dos atributos que podem ser mensurados (quantitativos) ao compará-los com os atributos das mesmas classes na fonte de maior precisão. Cita-se como exemplo o comprimento de uma rua;

- Acurácia da classificação: obtém-se pela comparação das classes ou atributos encontrados no conjunto de dados geoespaciais com o modelo de dados adotado. Um exemplo seria o tipo de pavimento de uma rodovia. A figura 3 exemplifica o caso de algumas feições estarem representadas em uma classe diferente da qual ela pertence.

Figura 3 – Erro de Acurácia Temática por Correção por Classificação.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

A figura 3(A) e a figura 3(B) foram selecionadas da ortofoto 2987-1-E-II. A figura 3(A) é a imagem de referência e a figura 3(B) é a representação da imagem a ser avaliada. Ao verificar a figura 3(B) constata - se que a classe pontes e viadutos, representada pela linha na vermelha, está classificada de forma equivocada, a feição representada pertence a classe escadarias e rampas, o que explicita a ocorrência de erro de Correção de Classificação.

f) USABILIDADE

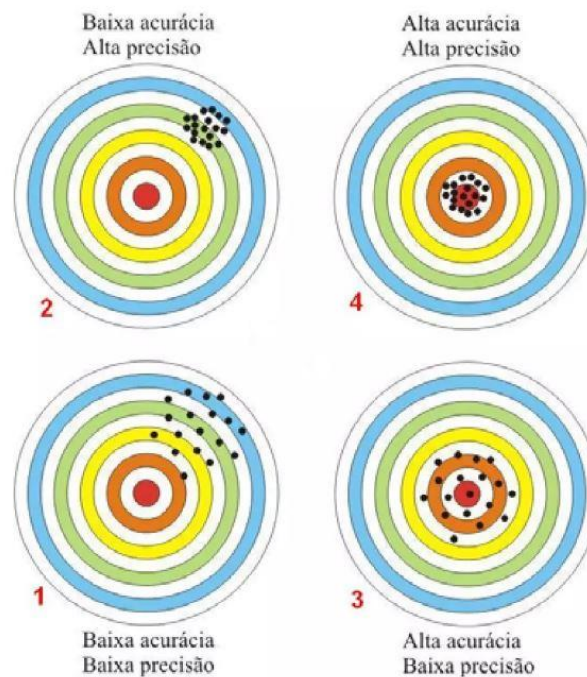
Usabilidade é a categoria da qualidade baseada nos requisitos dos usuários, todos os elementos de qualidade podem ser usados para avaliar a usabilidade (ISO 19.157: 2013). Também estão relacionados a Usabilidade a acessibilidade ao dado; facilidade de interpretação e compreensão; importância do dado a um objetivo de uso; Completude e custo (ISO 19.157: 2013).

Conforme a ISO 19.157: 2013 cada elemento de qualidade está associado a uma medida de qualidade, a um método de avaliação, podendo ter um ou mais resultados. A medida da qualidade quantifica um valor representativo da aderência de um produto a um conjunto de regras estabelecidas. Observa-se que todas as amostras e medidas estão suscetíveis a erros. As falhas podem ser relacionadas à metodologia empregada, ao defeito do equipamento, ao erro do operador ou ao

acaso. Os erros são classificados em erros sistemáticos, erros aleatórios e erros grosseiros (MÔNICO *et al.*, 2009). Esses erros, segundo Gemael (1994), podem ser inerentes ao processo de levantamento terrestre e variam conforme as suas formas, podendo ser grosseiros quando proveniente da falha humana, sistemáticos quando provenientes de imperfeições em equipamentos ou ainda aleatórios quando originados pela influência de condições ambientais.

Entretanto, Mônico *et al.* (2009) afirma a importância em entender os conceitos de acurácia e de precisão para melhor compreender e detectar os erros. A acurácia reflete a amplitude de uma grandeza estatística ao valor do parâmetro para o qual ela foi estimada, ou seja, o afastamento entre o valor de referência e o valor estimado, e está relacionada a erros sistemáticos e aleatórios. Entretanto, a precisão é diretamente ligada com a dispersão da distribuição das observações e está relacionada apenas aos erros aleatórios. A inexistência de erros recebe o nome de exatidão. A figura 4 ilustra os conceitos de acurácia e precisão utilizando o exemplo do tiro ao alvo.

Figura 4 – Acurácia e Precisão.



Fonte: Ghilani e Wolf, 2011. Adaptado.

Na figura 4.2 o atirador obteve baixa acurácia pois os tiros não acertaram o centro do alvo, mas possui alta precisão pois os tiros estavam próximos. Na figura 4.4 o atirador concentrou os tiros no centro do alvo, logo, o resultado apresenta-se com alta acurácia e alta precisão. Na figura 4.1 os tiros estavam dispersos e afastados do centro do alvo, obtendo um resultado com baixa acurácia e baixa precisão. Finalmente, na figura 4.3 o atirador acertou o centro do alvo obtendo alta acurácia, mas os tiros restantes estavam dispersos do centro do alvo, ou seja, com baixa precisão.

Contudo, diversos elementos podem descrever a acurácia e a qualidade dos dados cartográficos. Os elementos a seguir são selecionados por Guptill e Morrison (1995) e Kresse e Fadaie (2004), os quais são os mesmos aceitos pela Comissão de Qualidade de Dados Espaciais da ICA:

- Precisão geométrica: avalia o posicionamento e a resolução das geometrias a partir da realidade do solo;
- Precisão de atributos: avalia a precisão de atributos quantitativos e não quantitativos, e a classificação das características;
- Completude (Exaustividade): mede a ausência de dados (omissão) e a presença de dados em excesso (comissão) dos dados espaciais;
- Consistência lógica: avalia o grau de consistência interna com as regras e especificações de modelagem;
- Precisão semântica: avalia se a semântica representada pelos objetos corresponde ao mundo real;
- Precisão temporal: avalia a atualidade do banco de dados em relação às mudanças no mundo real;
- Linhagem: refere-se à concepção dos objetos, sua captura e evolução. Na linhagem consta a descrição geral do produtor sobre o histórico da realização de um determinado conjunto de dados geográficos (ISO 19.113: 2002).
- Utilização (Uso): diz respeito à adequação do banco de dados para o uso que será feito.

Segundo UNUI (2006) para validação de produtos cartográficos os diferentes modos de inserção dos dados implicam em diferentes métodos e técnicas de validação. Após a etapa de entrada de dados é preciso verificar se todos os dados

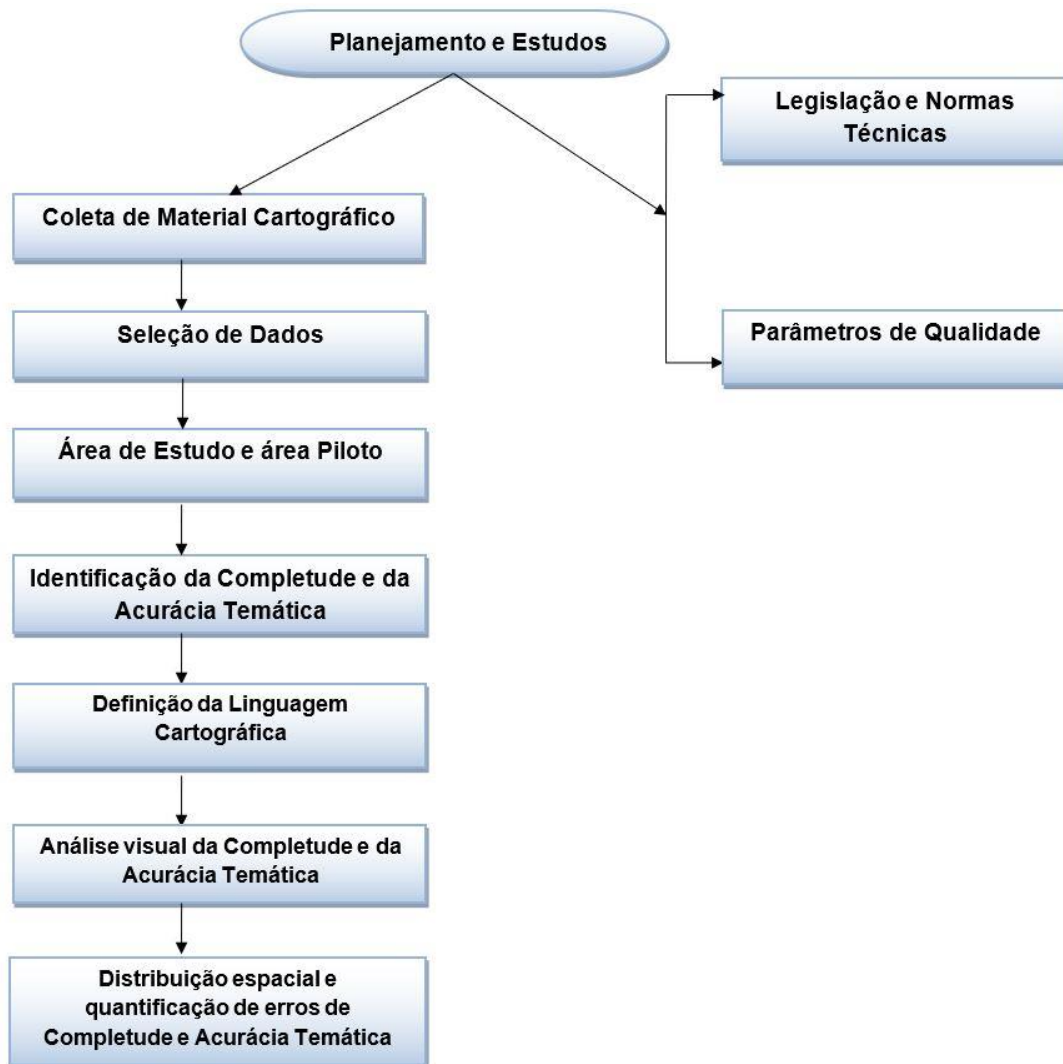
foram digitalizados corretamente, conforme a tabela de níveis e atributos gráficos pré-estabelecida no planejamento e se há erros oriundos do processo. Quanto à função, a revisão deve atender a dois aspectos fundamentais: apontar falhas na carta e propor correções tanto na estética visual quanto na estrutura digital.

Nesse segundo item da pesquisa, a fundamentação teórica, observa - se a repetitiva seleção dos elementos: Completude e Acurácia Temática como parâmetros de qualidade, citado constantemente há mais de 50 anos por pesquisadores, entidades nacionais e internacionais responsáveis por padronização e avaliação de qualidade de dado geospaciais.

3 METODOLOGIA

As principais etapas da metodologia utilizada para a execução deste trabalho são: estudar a Legislação, as Normas Técnicas e os parâmetros de qualidade; coletar material cartográfico do município de Porto Alegre; selecionar dados do mapeamento topográfico do município; localizar a área estudo e a área Piloto; identificar os erros do mapeamento topográfico; definir a linguagem cartográfica; detectar os erros de Completude e de Acurácia Temática nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana e mapear a distribuição espacial, e realizar a quantificação dos erros de Completude por Omissão, Completude por Comissão e Acurácia Temática por classificação. Para alcançar os objetivos desejados, adotou-se o procedimento metodológico apresentado no fluxograma da figura 5.

Figura 5 – Fluxograma Metodológico.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

3.1 Planejamento e estudos

No planejamento foram definidas as etapas necessárias para elaboração desse trabalho. Considerou-se fundamental realizar tarefas que compreendem ao estudo de normas técnicas e da legislação, seguido do preparo para execução do trabalho com aquisição de material cartográfico até a elaboração de mapas para visualização da distribuição espacial dos erros de Completude e de Acurácia Temática.

Nessa etapa foi pesquisada a base teórica aplicada a esse trabalho. Foram realizados estudos sobre Normas Técnicas e Legislação referentes à qualidade do mapeamento topográfico, e pesquisas sobre parâmetros de qualidade utilizados para avaliação da qualidade posicional e semântica de dados.

3.2 Coleta de material cartográfico

A etapa de coleta do material cartográfico foi realizada a partir da aquisição de dados e relatórios cedidos pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA). Os produtos cartográficos disponibilizados foram produzidos a partir de levantamentos aerofotogramétrico e *Light Detection and Ranging* (LIDAR) iniciados em 2009. A área levantada correspondeu a todo o município, acrescida de uma faixa contínua com largura de 250 metros em seu entorno, e das áreas da Represa Lomba do Sabão e do Parque *Saint'Hilaire*, totalizando 545 km². Dentre os produtos gerados estão o mapeamento topográfico, em arquivo único e dividido em 2.270 cartas topográficas, no formato *shapefile*, e ortofotos, ortofotocartas, Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS), nos formatos *Tagged Image File* (TIFF) e *World Format For TIFF* (TFW).

Os dados planimétricos resultaram da restituição das fotografias aéreas obtidas com sensor linear (ADS40), tendo sobreposição lateral de 40%, sobreposição longitudinal de 100% e *Ground Sample Distance* (GSD) de 12,5 cm. E os dados Altimétricos foram representados por pontos cotados, por curvas de nível identificadas como Curvas Mestras com equidistância a cada 5m e Curvas Intermediárias com equidistância a cada 1m, foram extraídos do MDT gerado a partir da nuvem de pontos do LIDAR com densidade de pontos de até 2,2 pontos por m². O mapeamento topográfico atende ao PEC Classe "A" para a escala 1:1.000.

Os produtos cartográficos estão associados ao sistema geodésico de referência oficial do Brasil, SIRGAS 2000, tendo como datum vertical o Marégrafo de Imbituba/SC, e estão representados na projeção cartográfica Transversa de Mercator para Porto Alegre (TM-POA) que é uma projeção Cilíndrica Transversa Secante. A projeção cartográfica TM-POA é definida pelos seguintes parâmetros: Meridiano Central (MC) 51°O, fator de escala sobre o MC (k) = 0,0999995, latitude de origem 0° (Linha do Equador), falso leste (E) = 300.000m, falso norte (N) = 5.000.000m (Decreto N° 18.315: 2013).

O município de Porto Alegre situa-se sobre o meridiano central do fuso *Universal Transversa de Mercator* (UTM) de número 22, hemisfério sul. Com a utilização da projeção TM-POA as distorções lineares são praticamente desprezíveis, com variações menores que 1mm/km nas áreas próximas do

meridiano central, e de até 3mm/km nas extremidades Leste ou Oeste do município (PMPA,2011).

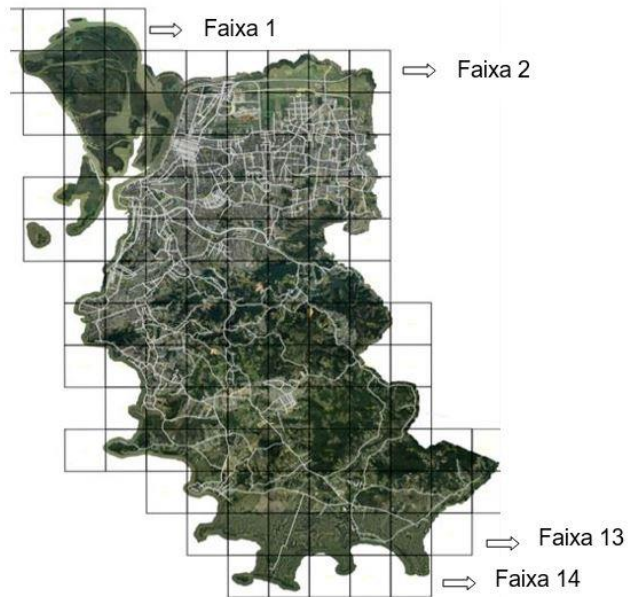
O Relatório de Planejamento da Elaboração da Base Cartográfica do Mapeamento Digital do Município de Porto Alegre/RS (PMPA, 2011) apresenta a definição de classes e a representação dos dados, expressos em Categorias para o mapeamento topográfico na escala 1:1.000. O mapeamento de Porto Alegre engloba as Categorias: Sistema de Transportes, Energia, Hidrografia, Vegetação, Mineração, Estrutura Urbana, Altimetria, Pontos de Referência e Limites (PMPA, 2011). Esse mapeamento não seguiu as regras atuais da ET- EDGV 3.0, pois na época essa norma ainda não havia sido estabelecida.

3.3 Seleção dos dados

A partir da análise dos dados disponíveis, selecionou-se como produto a ser avaliado o mapeamento topográfico, na escala 1:1.000, e como fonte de referência as ortofotos. As ortofotos estão disponíveis na escala 1:5.000, mas somente por questão de armazenamento, pois as fotografias aéreas foram realizadas com requisitos que resultaram em ortofotos na escala 1:1000. As ortofotos possuem resolução espacial de 12,5 cm e resolução radiométrica de 8 bits, sendo compatíveis para análise da base 1:1.000. Cada ortofoto possui a extensão de 19,771 Km de largura e 22,517 Km de altura.

O município de Porto Alegre está representado por 115 ortofotos, resultantes do levantamento aerofotogramétrico. As ortofotos estão distribuídas em 14 faixas horizontais, apresentadas na figura do Mapa Guia (Figura 6).

Figura 6 – Mapa Guia.



Fonte: Mapeamento Topográfico do Município de Porto Alegre. Disponibilizado pela PMPA, 2020.

Dentre as categorias representadas no mapeamento topográfico de Porto Alegre foram selecionadas para análise as Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana. Isso porque englobam o maior número de classes, possuem a maior extensão de áreas mapeadas e pela fácil percepção visual das classes contidas nessas categorias.

A Categoria Sistema de Transportes é composta das seguintes classes: Sistema Viário; Meio Fio; Separadores Físicos, Rótulas e Acostamentos; Quadras Viárias; Ferrovias; Pontes e Viadutos; Passarelas; Escadarias e Rampas; Aeroporto e Cone de Aproximação; Paradas de ônibus e Terminais Rodoviários (PMPA, 2011). Essas classes são descritas no quadro 2.

Quadro 2 – Categoria Sistema de Transportes.

Classe	Descrição
Sistema Viário	Engloba as vias que são definidas pelo meio fio, pavimento e pista de rolamento. Quando não houver meio-fio, deverão ser definidas pelo pavimento ou para caso das vias não pavimentadas, pela delimitação do uso da pista de rolamento. Todas as vias públicas são representadas como ao menos duas margens, independentemente de sua largura, bem como todas as escadarias (que caracterizam vias públicas) e vielas. As vias internas são representadas em condomínios residenciais de grande porte, uma vez que poderão caracterizar vias codificadas, além de Universidades, Aeroporto e Rodoviária.

Meio Fio	São bordas de calçadas desniveladas em relação as vias. Essas vias são definidas pelo meio-fio, porém sem considerar as entradas e saídas de veículos, sejam para residências, prédios, industriais, comércios e estacionamentos. Não foi considerado meio-fio as bordas delimitadoras das vagas de estacionamento.
Separadores Físicos, Rótulas e Acostamentos	Separadores Físicos são compostos pelos canteiros centrais, muretas de separação e alambrados numa única classe. Rotatórias têm como característica o seu contorno externo, seja esse definido por meio-fio, pintura e blocos de concreto numa única classe. Acostamento é definido pela parte da pista que não é destinada à circulação de veículos, ocorre unicamente na parte exterior das vias complexas ou rodovias. Deve ser identificada a presença ou não de meio fio com níveis: acostamento com meio fio e acostamento sem meio fio.
Quadra Viária	É uma unidade territorial com limites físicos em área, formada de uma ou mais faces. O nível "Contorno de Quadras" foi gerado a partir da camada Sistema Viário e está representada em arquivo do formato <i>shapfile</i> com geometria de polígono.
Ferrovias	São apresentadas por traço único no eixo das mesmas e estão representadas como arquivo do tipo <i>shapfile</i> com geometria de linha. As Estações Ferroviárias ou de Transporte de Trens Urbanos (TRENSURB) estão representadas na classe Edificações.
Pontes e Viadutos	É uma estrutura que interliga ao mesmo nível pontos inacessíveis. Os viadutos são definidos pelas suas laterais, geralmente materializados por guarda-corpo de concreto ou material metálico. As pontes são representadas de forma semelhante aos viadutos, as trincheiras são definidas pelos seus limites de entrada e saída, geralmente materializados por guarda-corpo ou muro de arrimo. Os túneis são definidos pela parte do concreto que define a sua entrada e saída, nessa linha se interrompem os demais níveis definidores das vias.
Passarelas	Representadas em classe única, por geometria de linhas.
Escadarias e Rampas	É representada por elementos únicos com início e fim coincidentes, apresenta geometria de linhas. Essa classe engloba em rampas a estrutura usada atracar e amarrar barcos, geralmente, uma plataforma fixa em estacas ou na região à beira da água.
Aeroporto e Cone de Aproximação	É uma classe representada pela geometria de polígono. Nos Aeroportos, Aeroclubes e Campos de pouso são representadas todas as pistas na classe Sistema Viário e as edificações cobertas na classe Edificações.

Paradas de ônibus e Terminais Rodoviários	São locais onde os passageiros embarcam ou desembarcam dos ônibus. Normalmente, são cobertos. Constitui essa classe todas paradas de ônibus e os Terminais Rodoviários de Transporte Coletivo, Urbano e Metropolitano. Todas as paradas de ônibus de grande porte (paradas com comprimento maior a 3 metros), independentemente de estarem ou não localizadas em corredores de transporte coletivo fazem parte dessa classe. Nos Terminais Rodoviários as pistas compõem a classe Sistema Viário e as edificações cobertas a classe Edificações.
---	--

Fonte: PMPA, 2011.

A Categoria Estrutura Urbana é composta pelas classes: Cercas e Muros; Lotes Físicos; Quadras de Esportes e Campo de Futebol; Edificações; Praças e Parques; e Parques Internos. Essas classes são apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 – Categoria Estrutura Urbana.

Classe	Descrição
Cercas e Muros	São definidos no terreno como muros, grades, cercas, alambrados, portões e similares. Os limites de propriedades são representados de forma contínua mesmo quando sejam coincidentes com os lados de testadas de edificações. Não serão representados muros internos, quando fica claro que estes não representam divisas de lotes. As cercas e muros estão representados por linhas independentes analiticamente coincidentes nos pontos de interseção. As cercas e muros não deveram ser interrompidos quando forem comuns com as edificações, porém deverão estar analiticamente coincidentes. Essa classe contempla laterais de cerca ou cercado completo, podendo estar presente em bretes, em torno de quadras esportivas e campos de futebol.
Lotes Físicos	Lotes Físicos foram criados a partir das informações restituídas que representam a divisão territorial da cidade (cercas, muros, limites projetados etc.), os arquivos estão no formato shapefile com geometria de polígono. Naqueles lotes que possuírem mais de uma testada (lotes com frente para mais de um logradouro) e naqueles em que a(s) testada(s) for(em) formada(s) por mais de um segmento deve ser incorporado o somatório de todos os segmentos que fazem frente para logradouros. Os Lotes Físicos-UA são a representação de Condomínios que tem suas divisões de lotes identificadas.

Quadras de Esportes e Campo de Futebol	Constituem classe única. Estão representados com suas quatro linhas apenas aqueles que tenham os equipamentos (traves, tabelas etc.) e que tenham seus limites bem definidos por linhas, pintura ou alambrado.
Edificações	São construções que tem finalidade de abrigar atividades humanas. São representadas por classe única englobando casas, edifícios, igrejas, estádios, ginásios, escolas, creches, faculdades, universidades, hospitais, cemitérios, crematórios, estações de trem, aeroporto e aeroclube. As edificações estão representadas pelo seu contorno mais externo, área mais abrangente considerando a projeção dos beirais. Não devem ser representadas as divisórias internas nem a existência de diferentes níveis de pavimentos, desde que suas diferenças não ultrapassem seis metros e nem galinheiros, canis, casas de gás com área inferior a 2m x 2m. As passarelas que interliguem edificações deverão ser representadas na classe Edificações e receberão o texto de “Passarela”. As casas de máquinas, caixas d’água, coberturas etc. devem ser representados se a sua área for superior a 2m x 2m e sua altura superior a 6m.
Praças e Parques	São considerados integrantes da mesma classe, não deve haver distinção no tratamento de Parques e Praças. Quando o limite deles for uma rua ou avenida, a delimitação é dada pela representação do meio-fio e, quando este não existir, pelo limite da via. Os parques e praças estão disponíveis no formato <i>shapefile</i> com geometria de polígono e as toponímias estão apresentadas nos atributos dos polígonos.
Parques Internos	Devem conter a representação de edificações, quadras de esporte, campos de futebol e hidrografia em seus níveis próprios e os demais elementos existentes nos parques devem ser representados como linhas na classe de parque interno. As classes edificações, quadras de esporte, campos de futebol e hidrografia estão representadas em seus níveis próprios, mas as demais classes existentes nos parques estão representadas com o formato linha e pertencem a classe Parques Internos.

Fonte: PMPA, 2011.

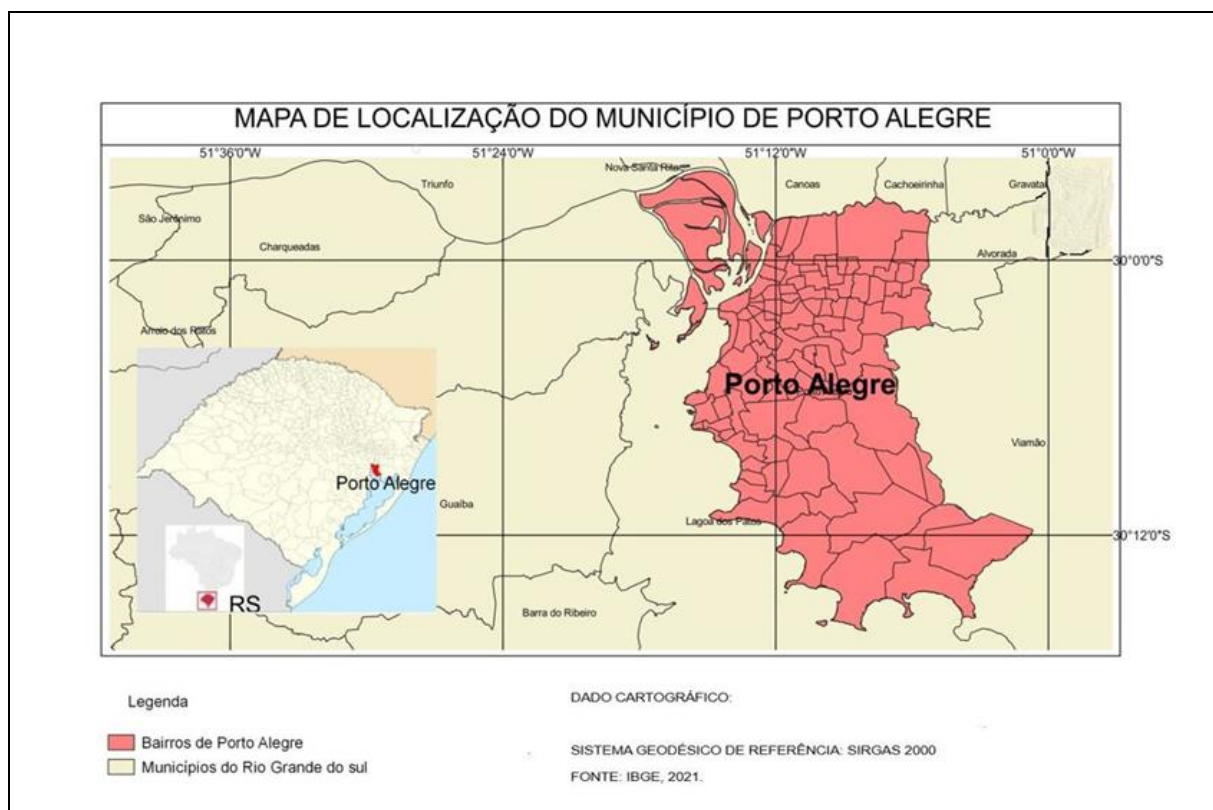
3.4 Área de estudo e área piloto

A área estudo se refere ao município de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, e seu entorno (áreas da Represa Lomba do Sabão e do Parque

Saint'Hilaire). A primeira denominação de Porto Alegre foi Porto de Viamão, fundado em 26 de março de 1772 pela colonização de casais portugueses, teve sua emancipação em 11/12/1810. Em 1821, ganhou o status de cidade pelo imperador Dom Pedro II (PMPA, 2021).

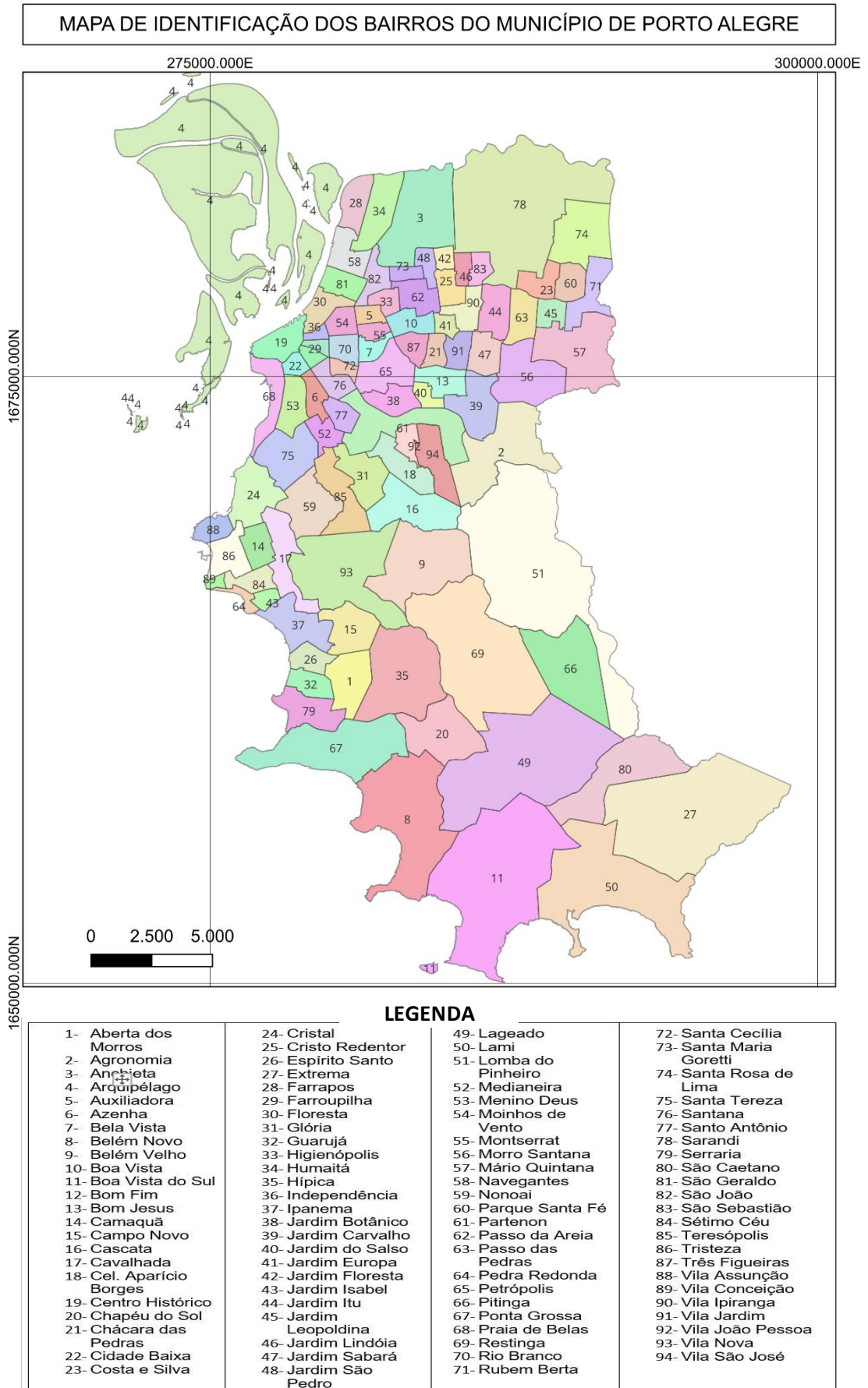
Porto Alegre possui área total de 495, 390 km² e população de 1.483.771 habitantes, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). O município tem altitude de 10 m, clima subtropical úmido e temperatura média anual de 19,5°C (FERREIRA, 2017). Destacam-se o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,805 (FEE, 2016), o IDHM educação de 0,702, o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de 0,249 (FERREIRA, 2017) e a taxa de arborização de vias públicas de 82,7% (IBGE, 2010). São municípios limítrofes de Porto Alegre: Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Eldorado do Sul, Nova Santa Rita, Triunfo e Viamão que estão apresentados na figura 7. O município de Porto Alegre é composto de 94 bairros (PMPA, 2021), que estão identificados na figura 8.

Figura 7 – Área de Estudo.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Figura 8 – Bairros do município de Porto Alegre.



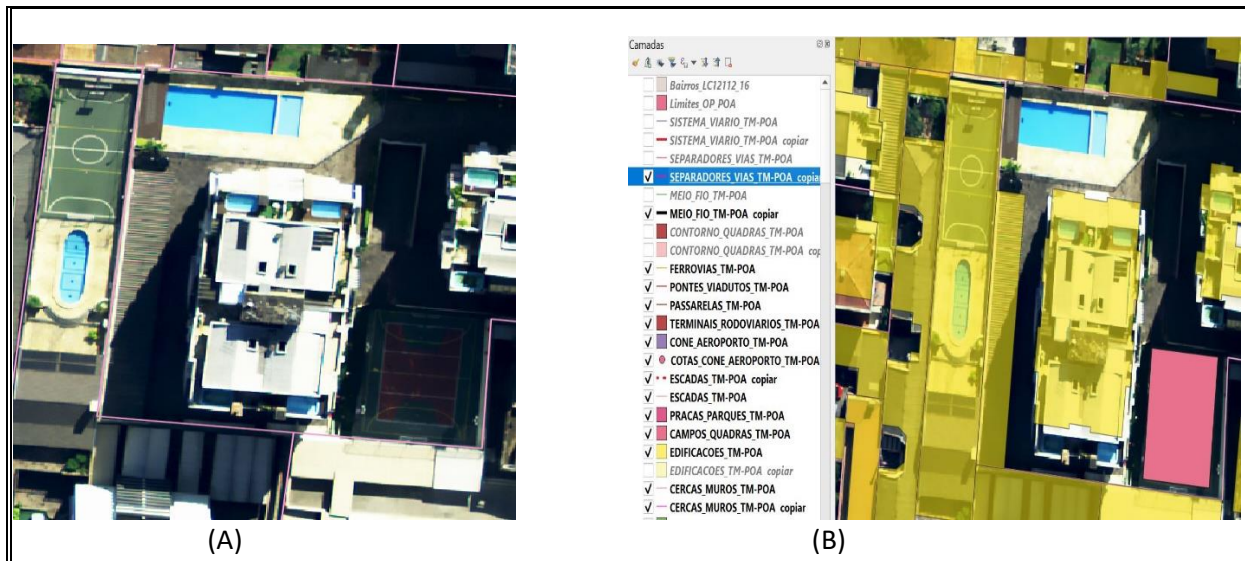
Fonte: Elaboração própria, 2023.

Após observar os conceitos de Categorias e suas classes, foi selecionada, inicialmente, uma área piloto que engloba as ortofotos: 2970-4-V-III e 2970-4-V-I. Essa área piloto foi criada com o intuito de verificar a viabilidade de execução desse estudo. Os critérios para seleção dessas ortofotos foram a existência de todas as classes a serem verificadas nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana em conjunto com a ocorrência de erros de omissão ou de comissão. Após identificar a ocorrência de erros de Completude, na área piloto, levando em consideração os critérios de omissão e comissão, constatou-se que a metodologia proposta nesse estudo era possível de ser realizada. Assim, essa metodologia foi estendida para todo o município de Porto Alegre.

3.5 Identificação da Completude e da Acurácia Temática

Depois da seleção dos dados iniciou-se a identificação dos erros de Completude e de Acurácia Temática nas classes das Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana. Essa etapa visou identificar erros nas classes representadas no mapeamento topográfico de Porto Alegre e verificar onde estão localizados esses erros. Durante a verificação dos erros de Omissão e Comissão foi constatado a ocorrência de erros de Acurácia Temática em diversas classes. Assim, optou-se por identificar e verificar os erros de Acurácia Temática, mas, somente da classe Correção de classificação, a qual é indicada para verificação da qualidade em mapeamentos topográficos. A Acurácia Temática do tipo “Correção de classificação” consiste na correta identificação das classes, por exemplo, uma feição está representada como praça, mas na realidade são edificações. Esse erro pode ocorrer por interpretação distinta sobre uma mesma classe (Figura 9) ou por erro de digitação na descrição dos elementos na tabela de atributo.

Figura 9 – Classificação de elementos.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

A figura 9(A) e a figura 9(B) foram selecionadas da ortofoto 2987-2-F-II. A figura 9(A) é a imagem de referência, onde pode ser observado um campo de futebol e uma quadra de basquete, essas feições compõem a classe quadras de esporte e campo de futebol. Entretanto, na Figura 9(B) o campo de futebol está identificado na classe edificações, a qual não pertence (vide Quadro 3) e a quadra de basquete está classificada, corretamente, na classe quadras de esporte e campo de futebol. Assim, a mesma feição foi identificada em classes diferentes.

Para identificar as classes e realizar essa pesquisa foram utilizados os seguintes softwares:

- Q-Gis versão 3.8.1 Zürich;
- Pacote Microsoft 365 Personal: Excel e Word.

E os instrumentos:

- *Notebook Dell Inspiron 14 Série 7000*, com tela *Full HD* e placa de vídeo *NVIA GEFORCE 940MX 4GB*;
- *Smart TV 43 polegadas, Samsung, LED, 4K UHD* - resolução de tela 3,840 x 2,160 pixels, processador *Crystal 4K*, sistema operacional Tizen, frequência 60 Hz. A TV foi utilizada como monitor;
- *Mouse*;
- *HD externo Samsung -1 Tera*.

3.6 Definição da linguagem cartográfica

Como um dos objetivos deste trabalho é gerar mapas temáticos para visualização da distribuição dos erros de Completude e de Acurácia Temática, foi necessário a definição da linguagem cartográfica. Primeiramente, foi classificada a informação temática “Completude”, posteriormente, foi realizada a definição da linguagem cartográfica para as Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana.

Categoria da Informação: Informação Temática - Completude

Classes:

- Omissão
- Comissão

A informação temática Acurácia Temática também foi definida na linguagem cartográfica para as Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana.

Categoria da Informação: Informação Temática – Acurácia Temática

Classe:

- Correção de classificação

O nível de medida foi nominal, a primitiva gráfica aplicada foi o ponto e a variável visual usada foi o matiz da cor. Assim, utilizou-se como simbologia para Completude em ocorrência de erro de omissão um ponto verde, para a erro de comissão um ponto vermelho e para erro de Acurácia temática do tipo Correção de classificação um ponto preto.

Simbologia:

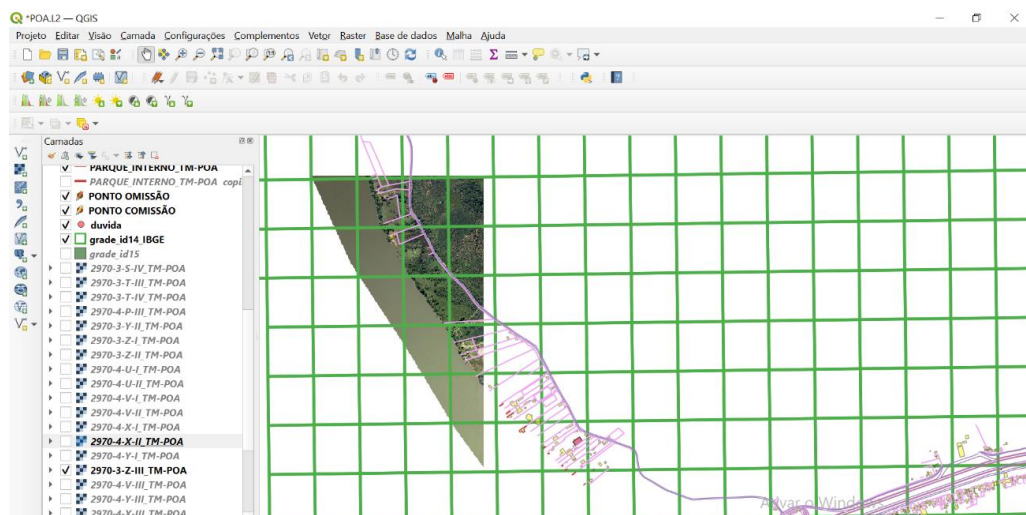
- Completude com erro de Omissão
- Completude com erro de Comissão
- Acurácia Temática com erro de Correção de classificação

3.7 Análise visual da Completude e da Acurácia Temática

Utilizando as ortofotos como base de referência e o mapeamento topográfico de Porto Alegre como produto a ser avaliado, as camadas correspondentes a todas as classes das categorias selecionadas nessa pesquisa foram sobrepostas às ortofotos. A análise da Completude e da Acurácia Temática foi realizada através de análise visual comparativa entre as feições representadas nos mapas topográficos e nas ortofotos. Foi verificada a ocorrência de erros de omissão, comissão e correção de classificação nas classes das Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana.

Para minimizar a ocorrência de falhas no processo de análise visual, utilizou-se como referência a Malha Estatística do IBGE (Figura 10), identificada no projeto pela camada shapefile “grade id 14 IBGE”. Esta malha é composta por quadriculas de 200 m no sentido leste - oeste e de 200 m no sentido norte - sul e foi sobreposta às ortofotos. O sistema de grades garante a análise visual contínua, independente de recortes político-administrativos favorecendo a estabilidade espaço-temporal dos dados, adaptação a recortes espaciais, versatilidade, hierarquia e flexibilidade (IBGE, 2016). A estabilidade dos limites das unidades ao decorrer dos anos destaca-se como principal vantagem deste sistema, afirmam Martin (2000), Tammilehto-Luode *et al.* (2000), Rusanem *et al.* (2001) e Tammilehto-Luode (2011), o que não ocorre com unidades operacionais (setores censitários) e unidades geográficas (municípios, distritos e outras) (IBGE, 2016).

Figura 10 – Malha do IBGE sobreposta a ortofoto 2970-3-Z-III.



Fonte: Elaboração própria, 2023

A análise visual foi feita por faixas de ortofotos no sentido norte-sul. Iniciou-se na quadrícula do canto superior da ortofoto no sentido horizontal, de leste a oeste até completar as quadrículas dessa ortofoto (Figura 11) e repetiu-se esse processo para todas as quadrículas de todas ortofotos dessa faixa. Seguiu-se para a segunda faixa, realizando a análise visual em toda extensão das ortofotos até completar essa faixa de ortofotos. Repetiu-se, sucessivamente, esse procedimento até chegar à última quadrícula da última ortofoto, localizada a oeste, na 14ª faixa.

Figura 11– Sequência do processo de análise virtual: quadrícula - ortofoto - faixa.

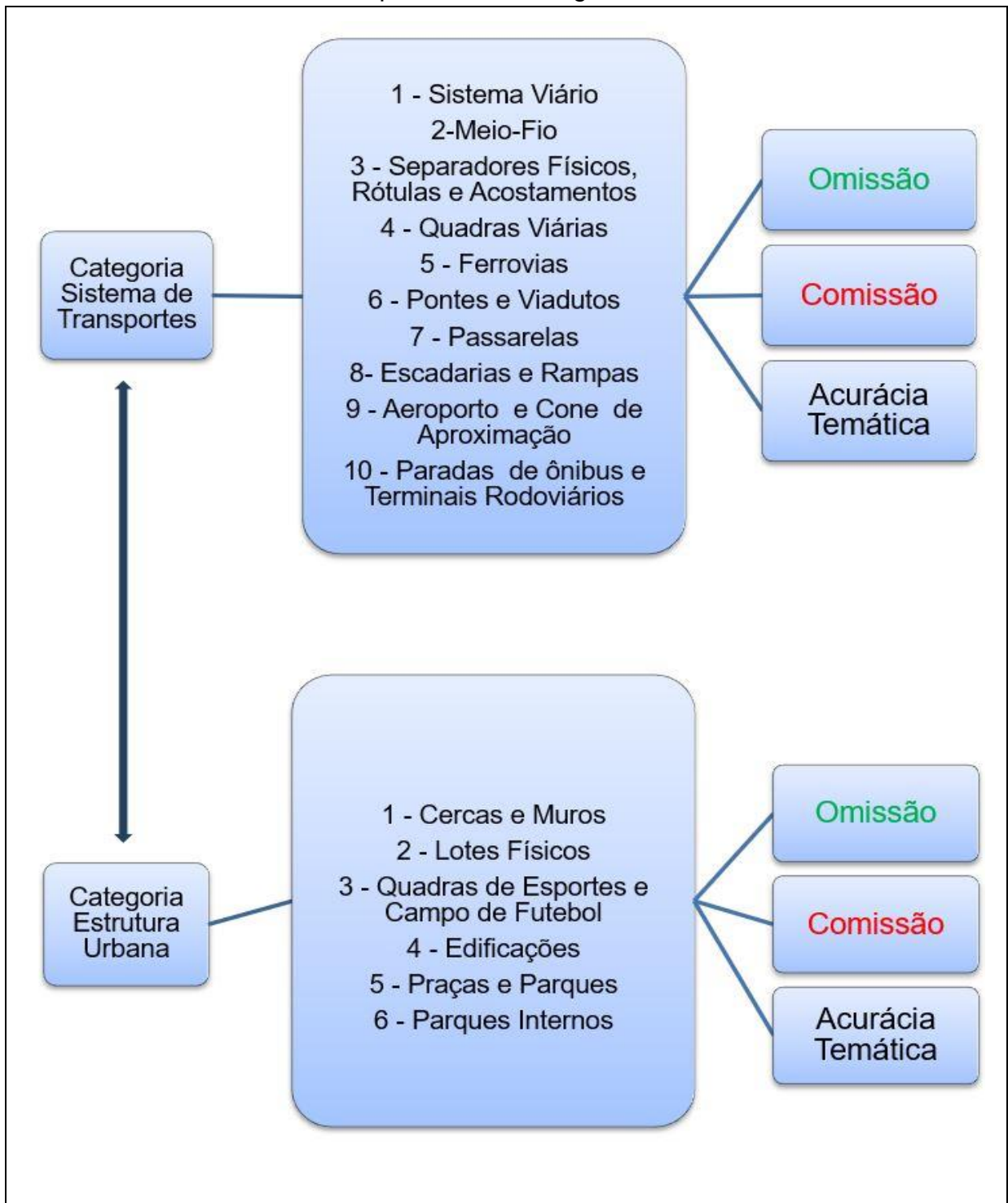


Fonte: Mapeamento Topográfico do Município de Porto Alegre. Disponibilizado pela PMPA, 2020.

O processo para análise visual da Completude e da Acurácia Temática nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana ocorreu verificando, simultaneamente, as 16 classes dessas Categorias, em cada quadrícula. Quando

identificado o erro, observou-se as suas características para o classificar como erro de Omissão, de Comissão ou de Acurácia Temática por correção de classificação. Esses processos podem ser observados na figura 12.

Figura 12– Análise da Completude e da Acurácia Temática na Categoria Sistema de Transportes e na Categoria Estrutura Urbana.



Fonte: Elaboração própria, 2021.

Quando foi constatada a existência de erros de Completude por Omissão, no local onde deveria estar representada essa classe foi colocado um símbolo, na forma de círculo, no tamanho de 1,5 mm na cor verde. A figura 13 ilustra a ocorrência de omissão na classe Edificações.

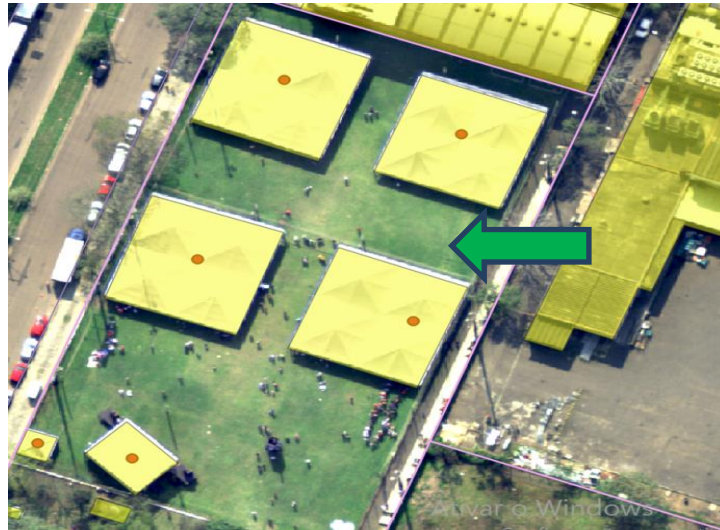
Figura 13 – Ocorrência de erro de Omissão em 3 Edificações.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

No local onde se constatou na Completude, erro por Comissão, foi colocado um símbolo na classe, na forma de círculo, com tamanho de 1,5 mm, na cor vermelha. A figura 14 exemplifica a ocorrência de erro de comissão na classe Edificações, pois, 6 toldos foram representados e classificados como Edificações. Segundo as especificações técnicas do produto as pérgulas, marquises, caramanchões e telhados temporários (lona, nylon, tela) não deveriam ser representados (PMPA, 2011).

Figura 14 – Ocorrência de erro de Comissão na representação de toldos.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Finalmente, quando foi detectado erro de Correção de classificação no local onde deveria estar representada a classe foi colocado um símbolo, na forma de círculo, no tamanho de 1,5 mm, na cor preta. Na figura 15, observa-se a ocorrência erro de Acurácia Temática na quadra esportiva, a qual deveria estar classificada como Quadras de Esporte e Campo de Futebol, mas estava representada como Edificações.

Figura 15 – Erro de Acurácia Temática na classe edificações.

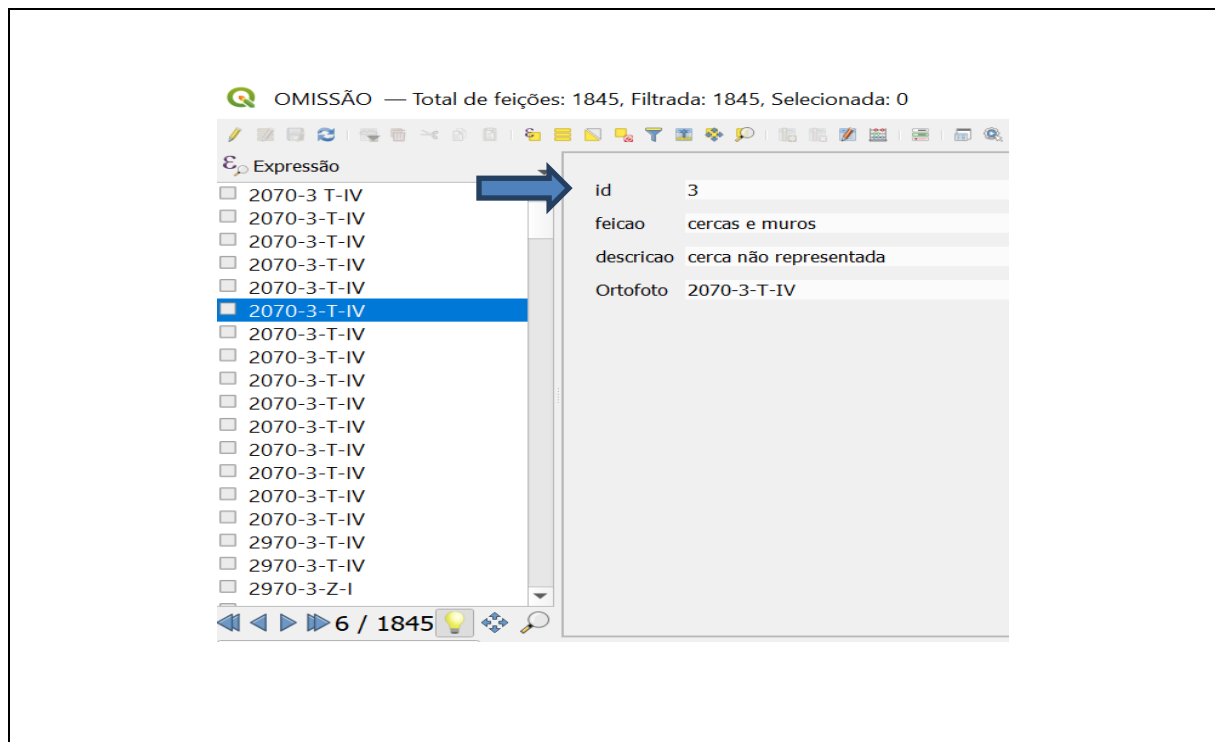


Fonte: Elaboração própria, 2023.

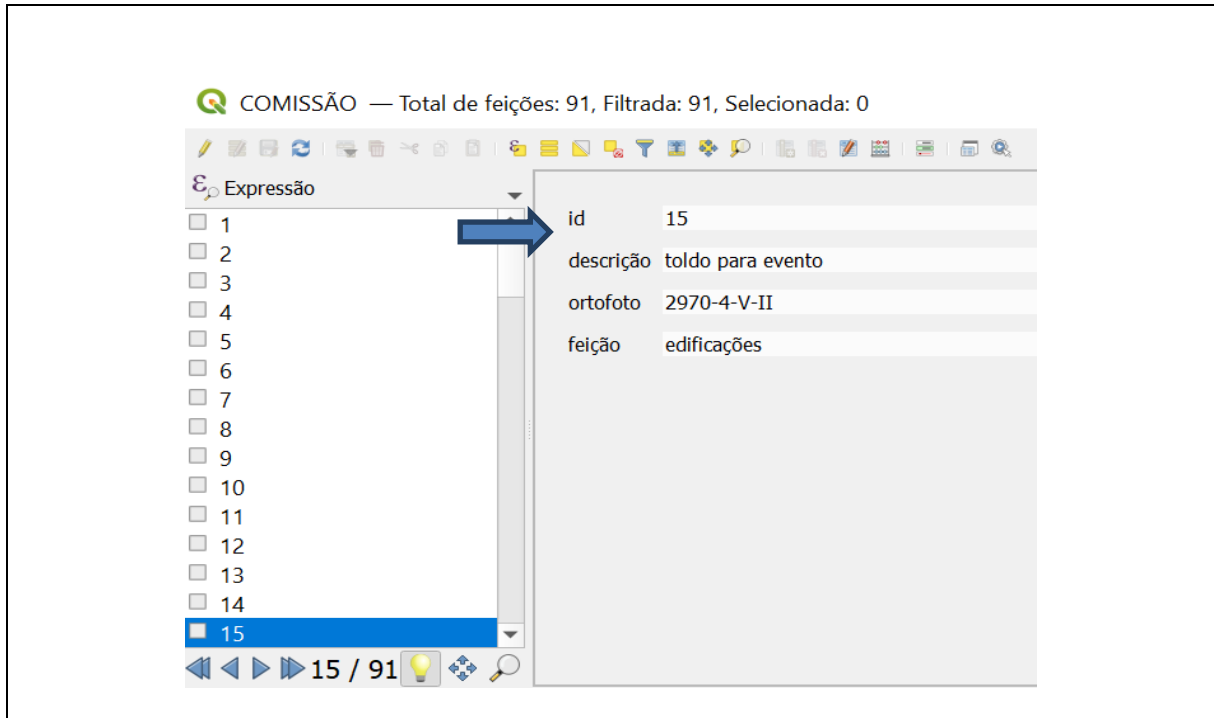
3.8 Distribuição espacial e quantificação de erros de Completude e de Acurácia Temática

Com a identificação dos erros de Completude e Acurácia Temática, em todas as classes das Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana, foram criadas as camadas *shapefile* “Omissão”, “Comissão” e “Acurácia Temática” para comparar as informações com a camada original de cada classe. As camadas geradas contêm informações de localização, de quantificação dos erros, da descrição e da classe onde ocorreram os erros. Essas informações estão disponíveis na tabela de atributos de cada arquivo *shapefile*, como pode ser observado nas figuras 16,17 e 18.

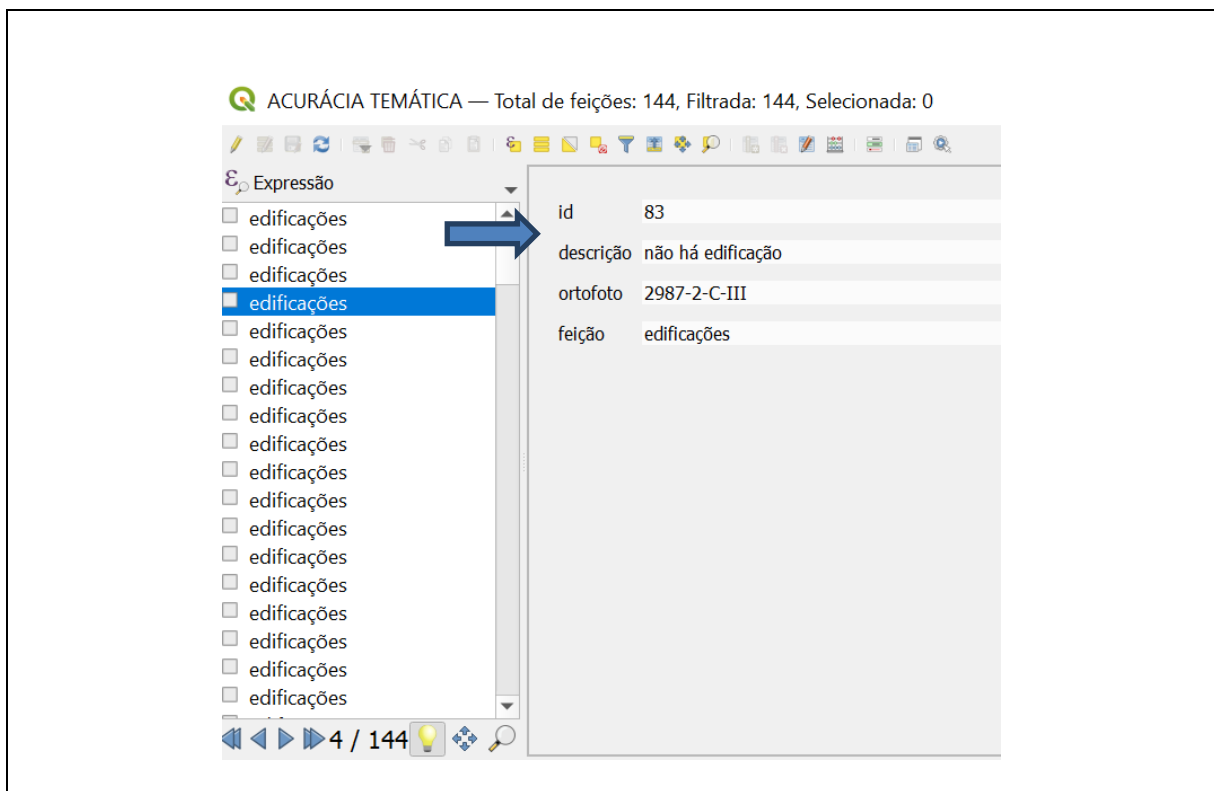
Figura 16– Informações do *shapefile* Omissão.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Figura 17 – Informações do *shapefile* Comissão.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Figura 18 – Informações do *shapefile* Acurácia Temática.

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Observando os dados da tabela de atributo de cada camada foi possível quantificar os erros e saber a localização, a classificação e a descrição de cada erro.

Com essas informações foram criadas tabelas com a quantificação da ocorrência de erros de Omissão, Comissão e Acurácia Temática para todas as ortofotos do mapeamento, que se encontram, respectivamente, nos Apêndices A, B e C. Para cada ortofoto foi informada a quantidade de ocorrência de erros, distribuídos entre as 10 classes de feições da Categoria Sistema de Transportes e as 6 classes de feições da Categoria Estrutura Urbana. A área de sobreposição das ortofotos foi verificada e o mesmo erro que constar em duas ortofotos será sempre quantificado na ortofoto à esquerda, a fim de evitar que o mesmo erro (ponto) seja contado duas vezes. Para quantificar os erros da classe cercas e muros, a cada ausência de lateral da cerca foi contado 1 erro e quando as 4 laterais da cerca (cercado) não estivessem representadas também foi contabilizado 1 erro de omissão.

Na sequência foram gerados os mapas temáticos com a distribuição espacial dos erros, classificados em Completude (Omissão e Comissão) e Acurácia Temática (Correção de classificação). Os mapas temáticos apresentam os erros por bairros do município, assim, foi possível comparar com informações de aspecto social e econômico dos bairros do município, como população, densidade demográfica, taxa de analfabetismo e renda, a fim de entender se essas características estão relacionadas com a distribuição dos erros de Omissão, Comissão e Correção por Classificação. Essas informações foram obtidas no Censo de 2010, mesmo ano do mapeamento topográfico. Após a sobreposição de informações foi possível fazer a análise visual dos mapas e saber a distribuição de erros por bairros e ainda verificar se existe algum padrão na ocorrência dos erros.

4 RESULTADOS

Na verificação do mapeamento topográfico do município de Porto Alegre foram contabilizadas 1.653.673 feições nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana. Também, foi identificada a ocorrência de 1.936 erros de Completude, sendo 1.845 erros de Omissão e 91 de Comissão, e 144 erros de Acurácia Temática por

Correção de classificação. Esse resultado salienta a qualidade deste mapeamento com relação à Completude e à Acurácia Temática, visto que, o erro de Omissão corresponde a 0,111%, o erro de Comissão corresponde a 0,005% e o erro de Acurácia Temática corresponde a 0,009% do total de feições representadas. A Categoria Sistema de Transportes apresentou 0,004% dos erros de Completude e 0,001% dos erros de Acurácia Temática. A Categoria Estrutura Urbana, mesmo com o maior número de feições representadas, revelou o menor percentual dos erros de Completude e Acurácia Temática que são, respectivamente, 0,001% e 0,00003%. Esses dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Erros de Omissão, de Comissão e de Acurácia Temática (Correção de classificação).

CATEGORIA	FEIÇÕES	ERRO DE OMISSÃO	ERRO DE COMISSÃO	ERRO DE ACURÁCIA TEMÁTICA
SISTEMA DE TRANSPORTES				
Sistema Viário	18.732	9	0	0
Meio Fio	8.995	5	2	0
S.Físicos, Rótulas e Acostamento	3.509	16	0	0
Quadras Viárias	7.570	0	0	0
Ferrovias	134	4	0	0
Pontes e Viadutos	1.224	76	0	96
Passarelas	85	3	0	0
Escadarias e Rampas	614	228	0	0
Aeroportos e Cone de Aproximação	36.591	0	0	0
Paradas de Ônibus e Terminais Rodoviários	2.623	2	1	1
TOTAL SISTEMA DE TRANSPORTES	80.077	343	3	97
ESTRUTURA URBANA				
Cercas e Muros	764.879	1.267	7	0
Lotes Físicos	266.247	0	0	0
Quadras de Esporte e Campo de Futebol	2.373	56	0	2
Edificações	538.528	159	64	27
Praças e Parques	873	20	17	18
Parques Internos	696	0	0	0
TOTAL ESTRUTURA URBANA	1.573.596	1.502	88	47
TOTAL GERAL	1.653.673	1.845	91	144
PORCENTAGEM	100%	0,111%	0,005%	0,009%

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Destaca - se o controle de qualidade realizado no mapeamento topográfico de Porto Alegre. Os produtos cartográficos iniciais foram rejeitados em sua totalidade, logo, esses produtos foram refeitos diversas vezes, até atingir a qualidade exigida pelo edital, o que garantiu a baixa porcentagem de erros nesse mapeamento topográfico.

Observa-se que 95,157% das feições verificadas se concentram na Categoria Estrutura Urbana e apenas 4,843% na Categoria Sistema de Transportes. Porém, na Categoria Sistema de Transportes apresenta 0,553 % dos erros totais (Omissão + Comissão + Acurácia Temática) e a Categoria Estrutura Urbana possui 0,104 %.

Na Categoria Sistema de Transportes a classe que apresenta a maior quantidade de erros é a “Escadarias e Rampas” e na Categoria Estrutura Urbana é a “Cercas e Muros”. Considerando que a classe “Escadarias e Rampas” está representada 614 vezes e tem 228 erros de omissão, esta feição possui a maior concentração de erros por classe. Ocorreu divergência na identificação dessa classe, em algumas situações ela não foi representada e em outras foi representada como “Pontes e Viadutos”.

Os erros de Completude por omissão foram quantificados por ortofotos e estão distribuídos entre todas as classes da Categoria Sistema de Transportes e Estrutura Urbana. Essas informações estão disponibilizadas no Apêndice A. Das 115 ortofotos, 17 não apresentaram nenhum erro de omissão. Os 1.845 erros encontrados por Omissão estão distribuídos por classe na Tabela 1.

Os erros de Completude por Comissão também foram quantificadas da mesma forma e estão disponíveis no Apêndice B. Os 91 erros de Comissão se apresentaram em 77 ortofotos e em apenas 5 classes.

Seguindo o mesmo procedimento de quantificação de erros, a Acurácia Temática apresentou 144 erros, que estão presentes em 73 ortofotos e distribuídos entre 5 classes. Essas informações estão apresentadas por ortofotos no Apêndice C.

Após realizar a quantificação dos erros nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana, observou-se a sua distribuição na área de estudo. Por fim, foram utilizados os dados sociais e econômicos por bairros, apresentados na tabela 2, para

comparar com a disposição dos erros de Completude e da Acurácia Temática no município de Porto Alegre.

Tabela 2 – Dados econômicos e sociais por bairros do município de Porto Alegre.

Regiões	População do município de Porto Alegre (%)	Densidade Demográfica (hab./km²)	Taxa de analfabetismo (%)	Rendimento Médio do Responsável do domicílio (salários Mínimos)
Centro	19,64	10.646,12	0,51	8,81
Centro-Sul	7,87	3.847,64	2,08	4,09
Cristal	1,96	7.056,38	2,28	5,26
Cruzeiro	4,64	9.590,62	4,31	3,83
Eixo Baltazar	7,13	8.375,15	1,92	3,12
Extremo Sul	2,47	300,60	3,39	3,29
Glória	3,00	2.324,68	3,29	2,92
Humaitá-Navegantes	3,10	2.891,40	2,56	3,22
Ilhas	0,59	188,46	7,71	2,03
Leste	8,81	7.417,85	2,62	4,77
Lomba do Pinheiro	4,42	1.230,31	4,03	2,07
Nordeste	2,64	5.491,74	5,8	1,68
Noroeste	9,28	6.310,17	0,86	6,81
Norte	6,48	3.176,84	3,43	2,64
Partenon	8,44	8.162,18	2,90	3,58
Restinga	4,31	1.574,92	4,03	2,10
Sul	5,91	2.802,29	1,99	6,69

Fonte: PMPA, 2014. Adaptado do IBGE, Censo 2010.

Segundo a PMPA (2014), compõem as regiões do município de Porto Alegre os bairros:

- Região Centro: Auxiliadora, Azenha, Bela Vista, Bom Fim, Centro, Cidade Baixa, Farroupilha, Floresta, Independência, Jardim Botânico, Menino Deus, Moinhos de Vento, Mont'Serrat, Petrópolis, Praia de Belas, Rio Branco, Santa Cecília e Santana.
- Região Centro-Sul: Camaquã, Campo Novo, Cavalhada, Nonoai, Teresópolis e Vila Nova.
- Região Cristal: Cristal.
- Região Cruzeiro: Medianeira e Santa Tereza.
- Região Eixo Baltazar: Passo das Pedras e Rubem Berta.
- Região Extremo Sul: Belém Novo, Chapéu do Sol, Lageado, Lami e Ponta Grossa.
- Região Glória: Belém Velho, Cascata e Glória.

- Região Humaitá-Navegantes: Anchieta, Farrapos, Humaitá, Navegantes e São Geraldo.
- Região Ilhas: Arquipélago.
- Região Leste: Bom Jesus, Chácara das Pedras, Jardim Carvalho, Jardim do Salso, Jardim Sabará, Morro Santana, Três Figueiras e Vila Jardim.
- Região Lomba do Pinheiro: Agronomia e Lomba do Pinheiro.
- Região Nordeste: Mário Quintana.
- Região Noroeste: Boa Vista, Cristo Redentor, Higienópolis, Jardim Floresta, Jardim Itu, Jardim Lindóia, Jardim São Pedro, Passo D´Areia, Santa Maria, Goretti, São João, São Sebastião e Vila Ipiranga.
- Região Norte: Sarandi.
- Região Partenon: Cel. Aparício Borges, Partenon, Santo Antônio, São José e Vila João Pessoa.
- Região Restinga: Restinga.
- Região Sul: Espírito Santo, Guarujá, Hípica, Ipanema, Jardim Isabel, Pedra Redonda, Serraria, Tristeza, Vila Assunção e Vila Conceição.

Os resultados obtidos são apresentados na sequência: erros de Completude por Omissão, erros de Completude por Comissão e erros de Acurácia Temática por Correção de classificação.

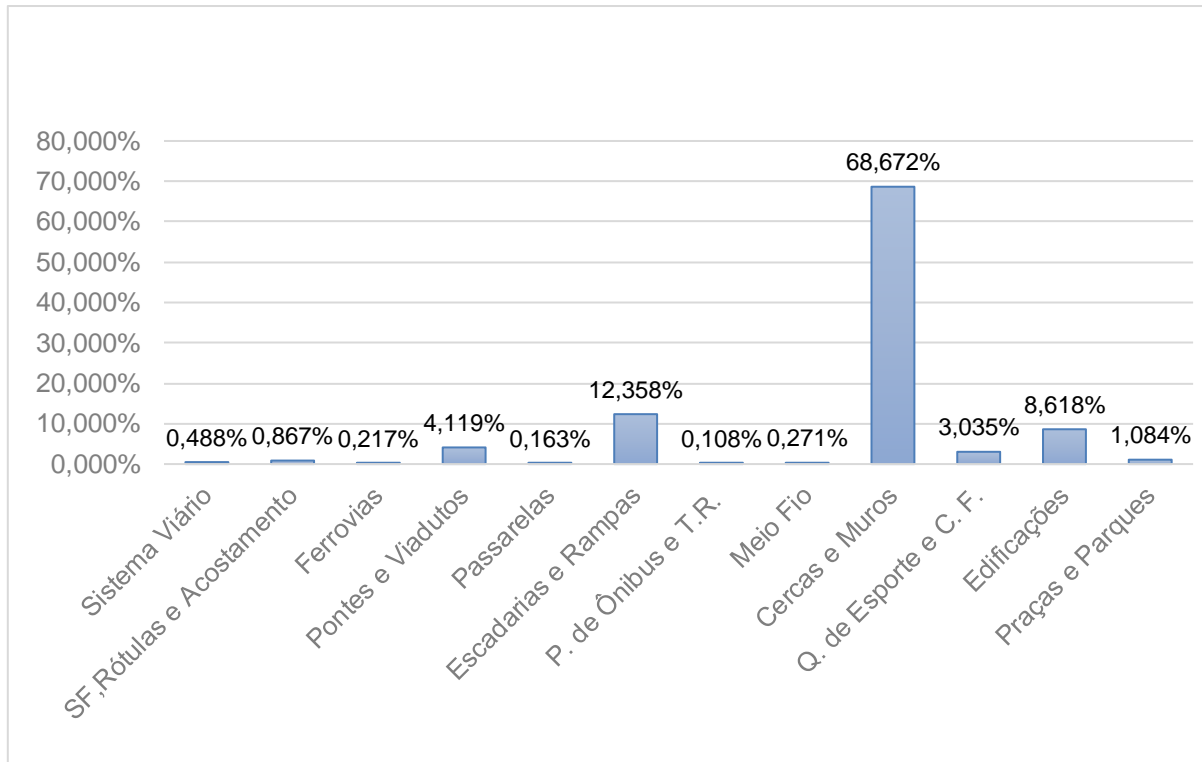
4.1 Completude: Omissão

Os erros de Completude por Omissão apresentam-se nas seguintes classes:

- Categoria Sistema de Transportes: Sistema Viário; Meio Fio; Separadores Físicos, Rótulas e Acostamento; Ferrovias; Pontes e Viadutos; Passarelas; Escadarias e Rampas; Paradas de Ônibus e Terminais Rodoviários.
- Categoria Estrutura Urbana: Cercas e Muros; Quadras de Esporte e Campo de Futebol; Edificações; Praças e Parques.

A quantificação dos erros de Omissão entre as classes estudadas no município de Porto Alegre. está indica na figura 19.

Figura 19 – Ocorrência de erros de Completude por Omissão.

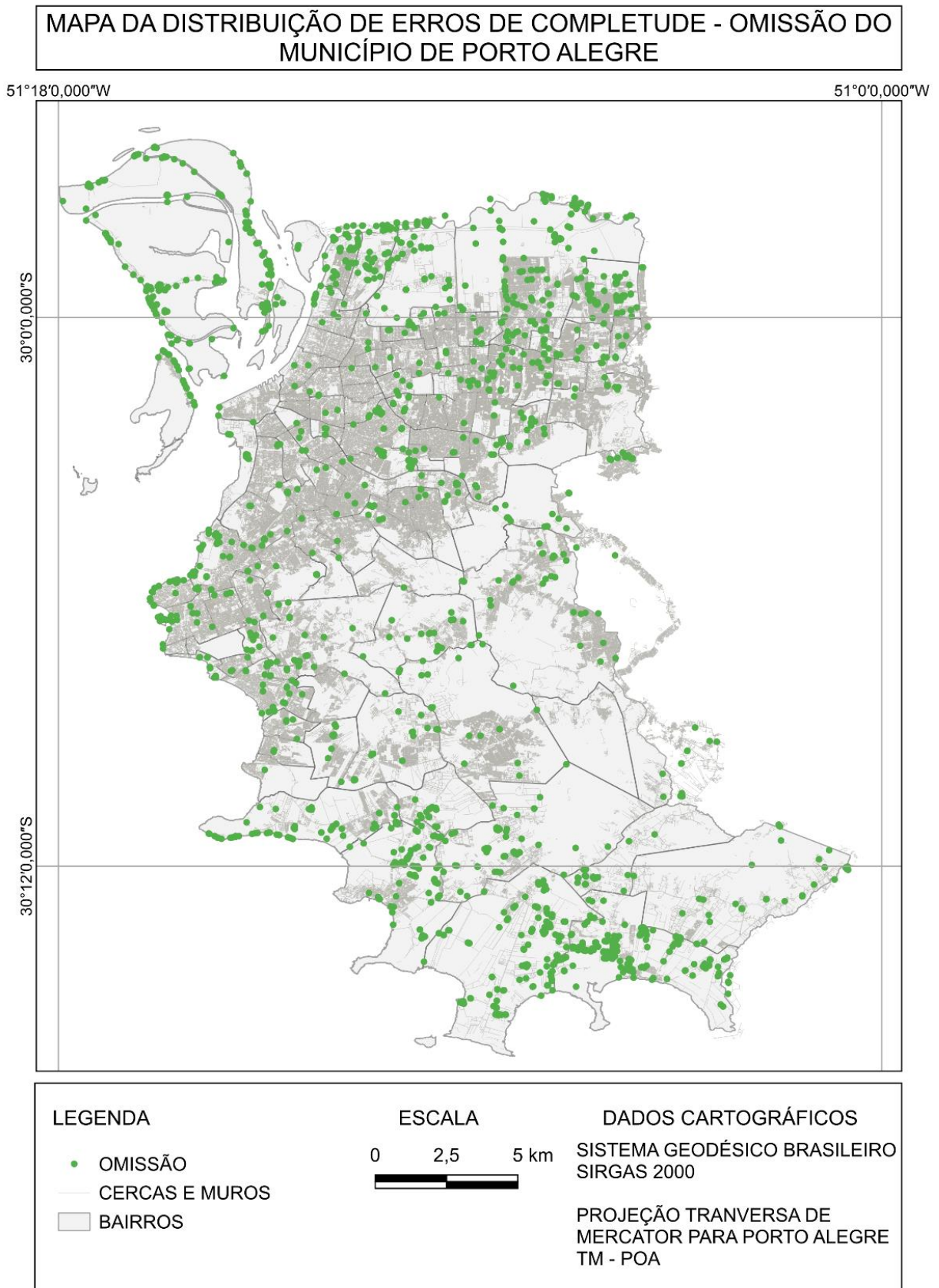


Fonte: Elaboração própria, 2023.

A maior incidência de erros está na classe “Cercas e Muros”, da Categoria Estrutura Urbana, que possui 1.267 ocorrências de Omissão e percentual de erro dentre as classes de 68,672%. A mobilidade urbana e a constatação da classe Cercas e muros, com 764.879 feições, apresentar a maior quantidade de feições representadas, contribuem para o maior percentual de erro ocorrer nessa classe. A segunda maior ocorrência é na classe “Escadarias e Rampas”, da Categoria Sistema de Transportes, com 228 ocorrências e percentual de erro de 12,358%.

Depois da quantificação dos erros, utilizando como base cartográfica o *shapefile* da classe Cercas e Muros, pois essa classe apresenta maior incidência de erros de Omissão, e o *shapefile* da localização dos bairros do município de Porto Alegre foi possível observar a distribuição espacial dos erros de Omissão (Figura 20) no município de Porto Alegre. Os *shapefile* foram fornecidos pela PMPA e são resultado do mapeamento topográfico do município de Porto Alegre.

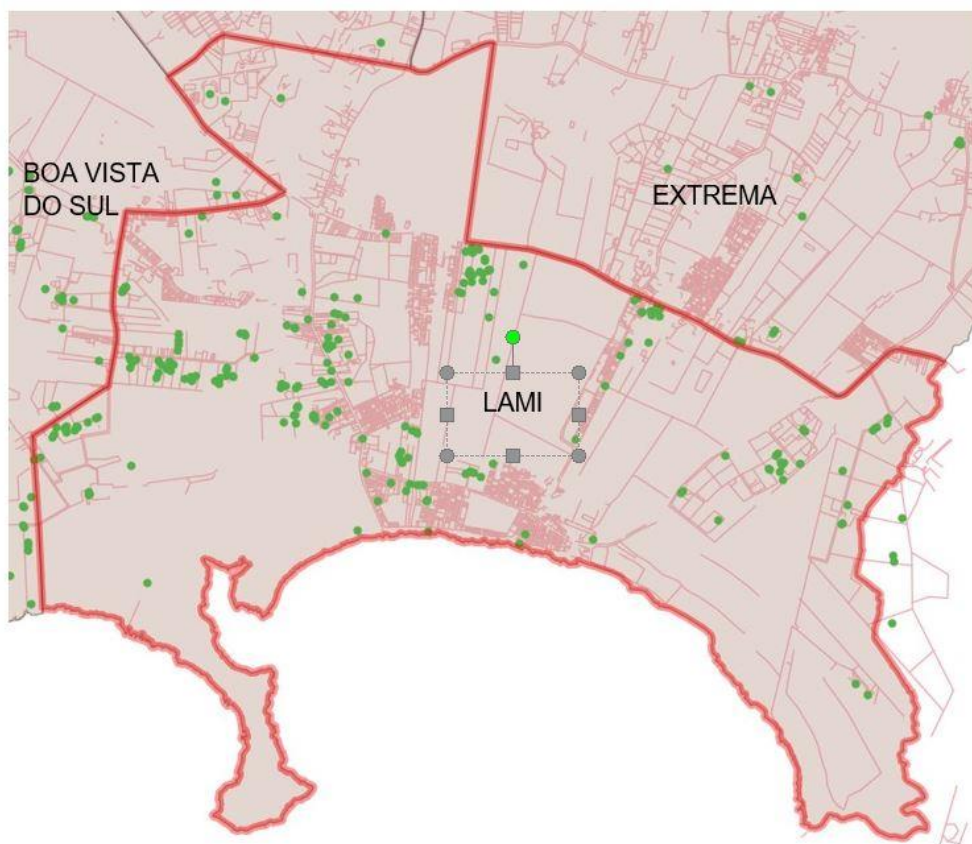
Figura 20 – Mapa da distribuição espacial dos erros de Completude por Omissão.



Fonte: Elaboração própria, 2023

Constata-se que os erros de Omissão se situam em quase todos dos bairros do município de Porto Alegre. O bairro Lami apresenta o maior número de erros de Omissão, 221 erros, seguido pelo bairro Arquipélago com 198 erros. Esses bairros se localizam nos extremos do município, Lami na Região Extremo Sul e Arquipélago, ao norte, na Região das Ilhas, e apresentam as menores taxas de população e densidade demográfica do município. O bairro Lami possui 2,47% da população total do município e densidade demográfica de 300,60 hab./Km² e o bairro Arquipélago possui 0,59% da população total do município e 188,46 hab./Km². Os erros de Omissão no bairro Lami ocorreram, principalmente, pela ausência de representação de cercas e cercados (bretes). A figura 21 representa a distribuição dos erros de Omissão no bairro do Lami, identificados com a primitiva gráfica em formato de círculo, na cor verde. A base cartográfica é o *shapefile* Cercas e Muros, identificado como primitiva gráfica em formato de linha, na cor rosa. O *shapefile* de limites de bairros está identificado em formato de linha, na cor vermelha.

Figura 21–Distribuição espacial de erros de Completude por Omissão no bairro Lami



Fonte: Elaboração própria, 2023.

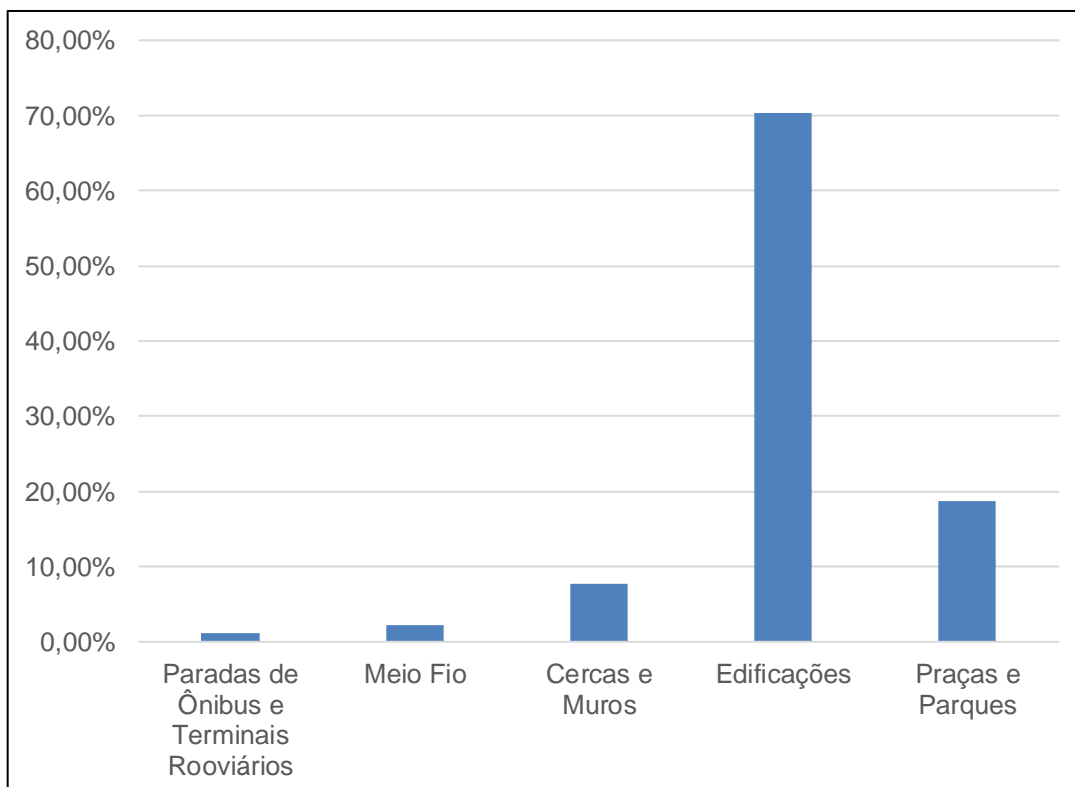
4.2 Completude: Comissão

A Completude com erros de Comissão está presente em apenas 5 classes:

- Categoria Sistema de Transportes: Meio Fio; Paradas de Ônibus e Terminais Rodoviários.
- Categoria Estrutura Urbana: Cercas e Muros; Edificações; Praças e Parques.

A maioria dos erros de Comissão ocorreram na Categoria Estrutura Urbana, sendo 88 erros e apenas 3 erros na Categoria Sistema de Transportes. A quantificação desses erros está representada na figura 22.

Figura 22 – Ocorrência de erros de Completude por Comissão.



Fonte:Elaboração própria, 2023.

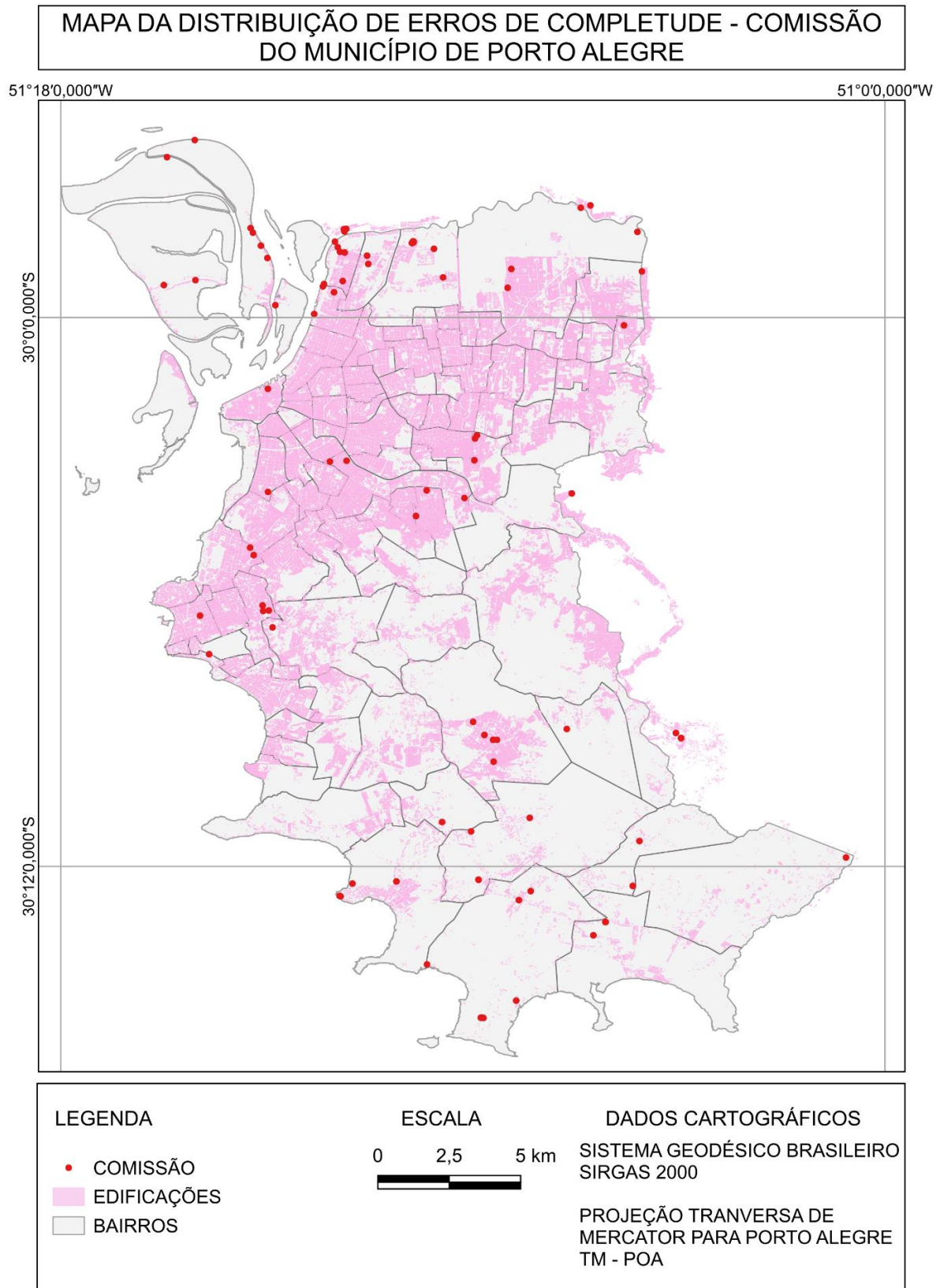
Como pode ser visto na figura 22 a ocorrência da Comissão predomina na classe “Edificações” com 70,33% de um total de 91 erros, seguido pela classe “Praças” com 18,68%, “Cercas e Muros” com 7,69%, “Meio Fio” com 2,20% e “Paradas de Ônibus e Terminais Rodoviários” com somente 1,10%.

Esse percentual de erros de Comissão, alcançados na classe Edificações, teve influência dessa classe possuir o segundo maior número de feições representadas, 538.528, ficando abaixo somente da classe Cercas e muros, que apresentou a maior incidência de erros de Omissão.

A classe “Edificações” possui a maior quantidade de erros de Comissão, mas considerando que a classe “Praças e Parques” está representada 873 vezes no mapeamento topográfico e apresenta 17 erros, esta possui o maior percentual de erros de Comissão (1,947%).

Depois da quantificação dos erros, utilizando como base cartográfica o *shapefile* da classe Edificações, apresentado por área, na cor rosa, e o *shapefile* da localização dos bairros do município de Porto Alegre, identificado pela área, na cor cinza, foi possível observar a distribuição espacial dos erros de Comissão (Figura 23) no município de Porto Alegre. Os *shapefile* foram fornecidos pela PMPA e são resultado do mapeamento topográfico do município de Porto Alegre.

Figura 23 – Mapa da distribuição espacial dos erros de Completude por Comissão.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Verifica-se o predomínio de erros de Comissão na zona norte do município. Os bairros com maior incidência desse tipo de erro são os bairros Arquipélago, Farrapos e Boa Vista do Sul, todos com 9 erros cada. Na tabela 3 está quantificada, por bairro, a incidência dos erros de Completude por Comissão e de Acurácia Temática.

Tabela 3 – Erros de Completude por Comissão e de Acurácia Temática por erros de Correção de Classificação no município de Porto Alegre.

BAIRROS	ERROS DE COMPLETUDE COMISSÃO	ERROS DE ACURÁCIA TEMÁTICA
ARQUIPÉLAGO	9	93
FARRAPOS	9	0
HUMAITÁ	2	2
ANCHIETA	8	0
'SARANDI	5	1
SANTA ROSA DE LIMA	1	0
RUBEM BERTA	1	3
NAVEGANTES	3	0
CENTRO HISTÓRICO	1	1
MENINO DEUS	1	1
PARTENON	3	3
VILA SÃO JOSÉ	2	2
AGRONOMIA	1	1
VILA NOVA	1	0
CAVALHADA	3	3
TRISTEZA	1	1
PEDRA REDONDA	1	1
RESTINGA	5	5
PITINGA	1	1
LOMBA DO PINHEIRO	3	3
SÃO CAETANO	2	2
EXTREMA	1	1
LAMI	4	4
BOA VISTA DO SUL	9	3
BELÉM NOVO	4	1
LAGEADO	4	3
CHAPÉU DO SOL	1	1
CRISTAL	1	2
SANTA TEREZA	1	1
JARDIM CARVALHO	3	3
VILA IPIRANGA	0	1
SERRARIA	0	1
TOTAL	91	144

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Os erros de Comissão em edificações ocorreram, principalmente, por não existirem edificações na ortofoto, mas estavam representadas no mapa topográfico e pela representação de canteiros com cobertura de lona e toldos como se fossem edificações. Conforme as especificações do produto (PMPA, 2011), telhados temporários (lona, nylon, tela etc.) não devem ser representados.

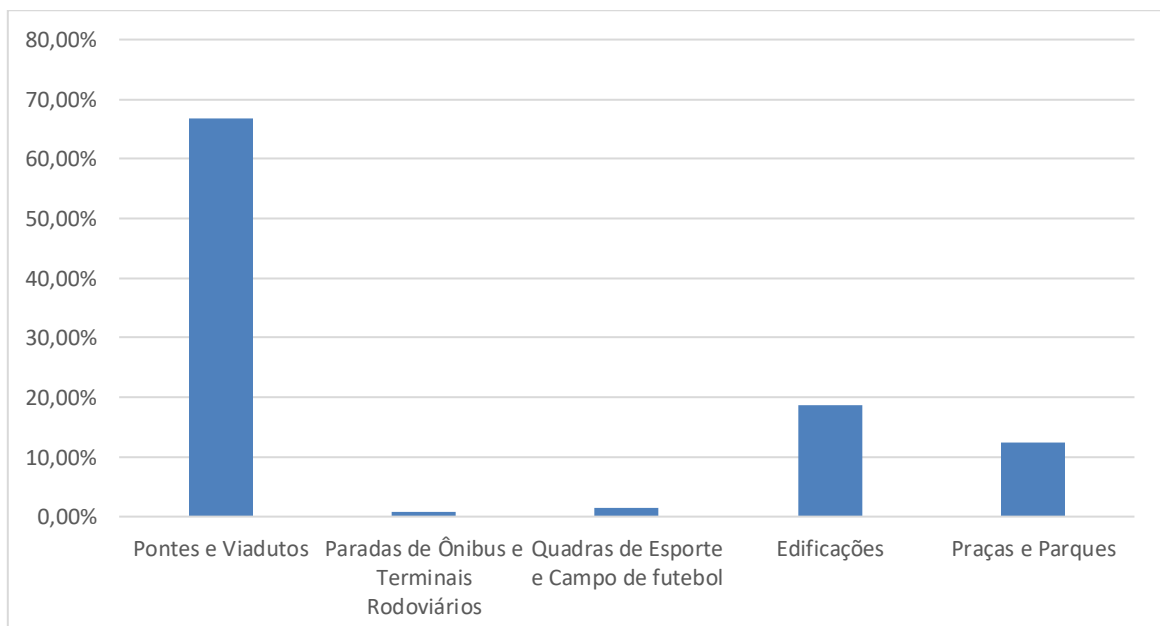
4.3 Acurácia Temática: Correção de Classificação

A Acurácia Temática com erros de Correção de classificação apresenta-se nas seguintes classes:

- Categoria Sistema de Transportes: Pontes e Viadutos; Paradas de Ônibus e Terminais Rodoviários.
- Categoria Estrutura Urbana: Quadras de Esporte e Campo de Futebol; Edificações; Praças e Parques.

A quantificação dos erros de Acurácia Temática entre as classes estudadas no município de Porto Alegre, está indicada na figura 24.

Figura 24 – Ocorrência de erros da Acurácia Temática por Correção de Classificação.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Os erros de Acurácia Temática predominam na classe “Pontes e Viadutos” com 96 incidências (66,67%) de um total de 144, seguido pela classe “Edificações” com 27 (18,75%), “Praças e Parques” com 18 (12,50%), “Quadras de Esporte e Campo de Futebol” com 2 (1,39%) e “Paradas de Ônibus e Terminais Rodoviários” com somente 1 (0,69%).

Outro fato recorrente foi a constatação de erro de linhagem, pois não foi atualizado o *shapefile* “Praças e Parques” pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM) de Porto Alegre. Mesmo com a geração de todos os *shapefiles* com as informações do mapeamento topográfico de Porto Alegre, a base de dados da Prefeitura não retirou a representação de praças que agora estão extintas, pois foram ocupadas por edificações.

Diversas áreas tinham edificações representadas e sobrepostas pela classe “Praças e Parques”, essa já inexistente. Pode-se observar na figura 25, extraída da ortofoto 2987-2-F-III, a classe “Praças e Parques” representada na cor rosa sobre a o *shapefile* Edificações, mas como pode ser visto na figura 26 não existe praça somente edificações.

Figura 25 – Representação da classe inexistente Praças e Parques.



Fonte: Elaboração própria, 2023.

Figura 26– Representação da classe Edificações.



Fonte: Elaboração própria,2023.

Os ancoradouros e plataformas para barcos foram classificadas como “Pontes e Viadutos” (Figura 27), embora o correto fosse classificá-los como “Escadarias e Rampas” (Figura 28). Desse tipo de erro foram contabilizados 96.

Figura 27 – Erro de Acurácia Temática: Plataformas para barcos classificadas como Pontes e Viadutos.



— Pontes e Viadutos

Fonte: Elaboração própria,2023.

Figura 28– Classe Escadarias e Rampas representada corretamente.



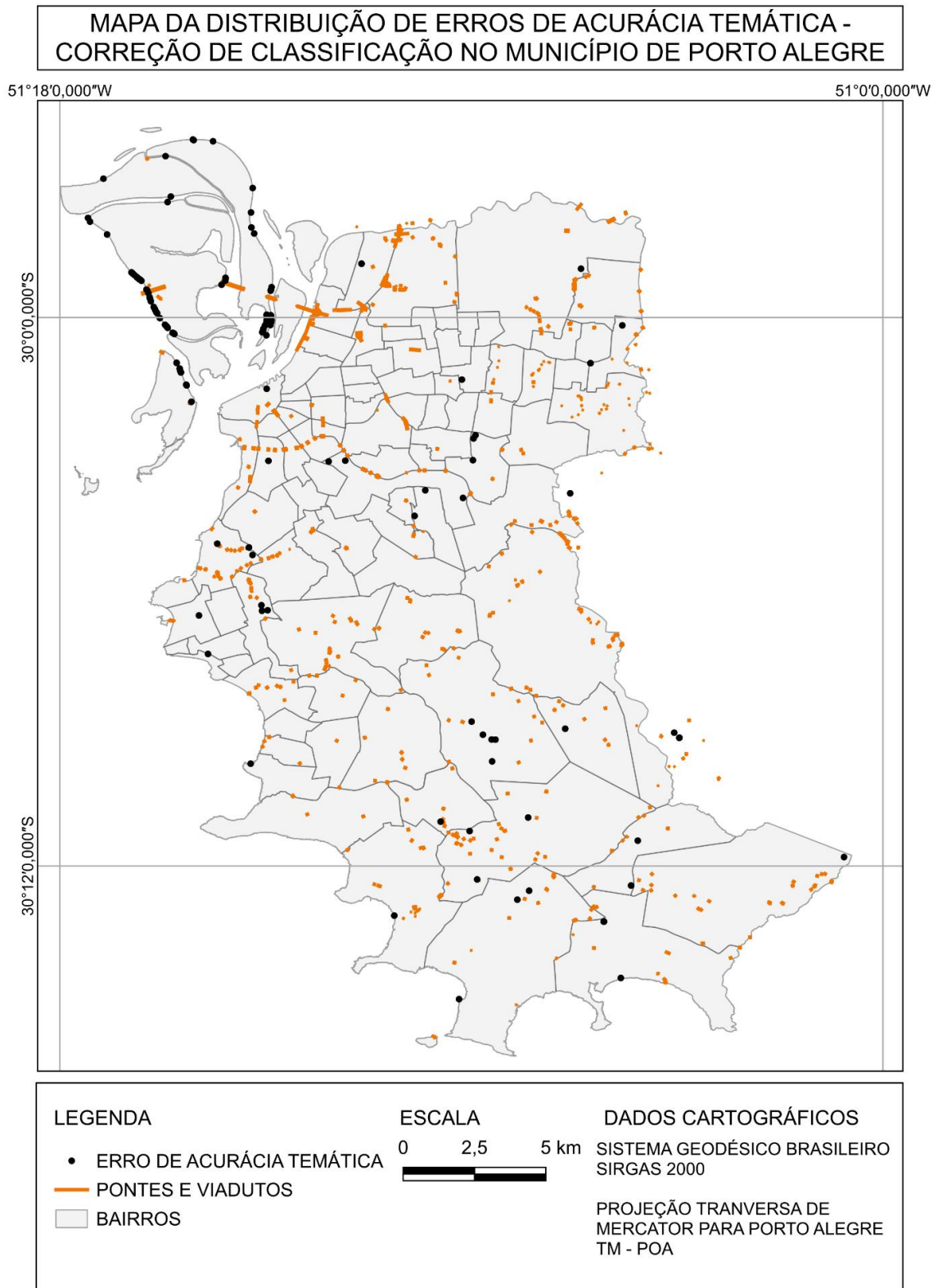
— Escadarias e Rampas

Fonte: Elaboração própria, 2023.

O maior índice de erros de Acurácia Temática, ocorreu pela incorreta interpretação visual da classe Pontes e Viadutos, por parte dos especialistas. As figuras anteriores identificam que essa feição foi classificada de forma equivocada em alguns casos, mas em sua grande está identificada de forma correta. A classe Pontes e viadutos está representada, no mapeamento topográfico do município de Porto Alegre, em 1.224 feições e ocorreram erros de Acurácia Temática em 96 dessas feições.

Após a quantificação dos erros, foi utilizado como base cartográfica o *shapefile* da classe Pontes e Viadutos, por ter ocorrido a maior quantidade de erros de Acurácia Temática nessa classe, e o *shapefile* da localização dos bairros do município de Porto Alegre, identificado pela área, na cor cinza, para possível observação da distribuição espacial dos erros de Acurácia Temática (Figura 29) no município de Porto Alegre. Os *shapefile* foram fornecidos pela PMPA e são resultado do mapeamento topográfico do município de Porto Alegre.

Figura 29 – Mapa da distribuição de erros de Acurácia Temática.

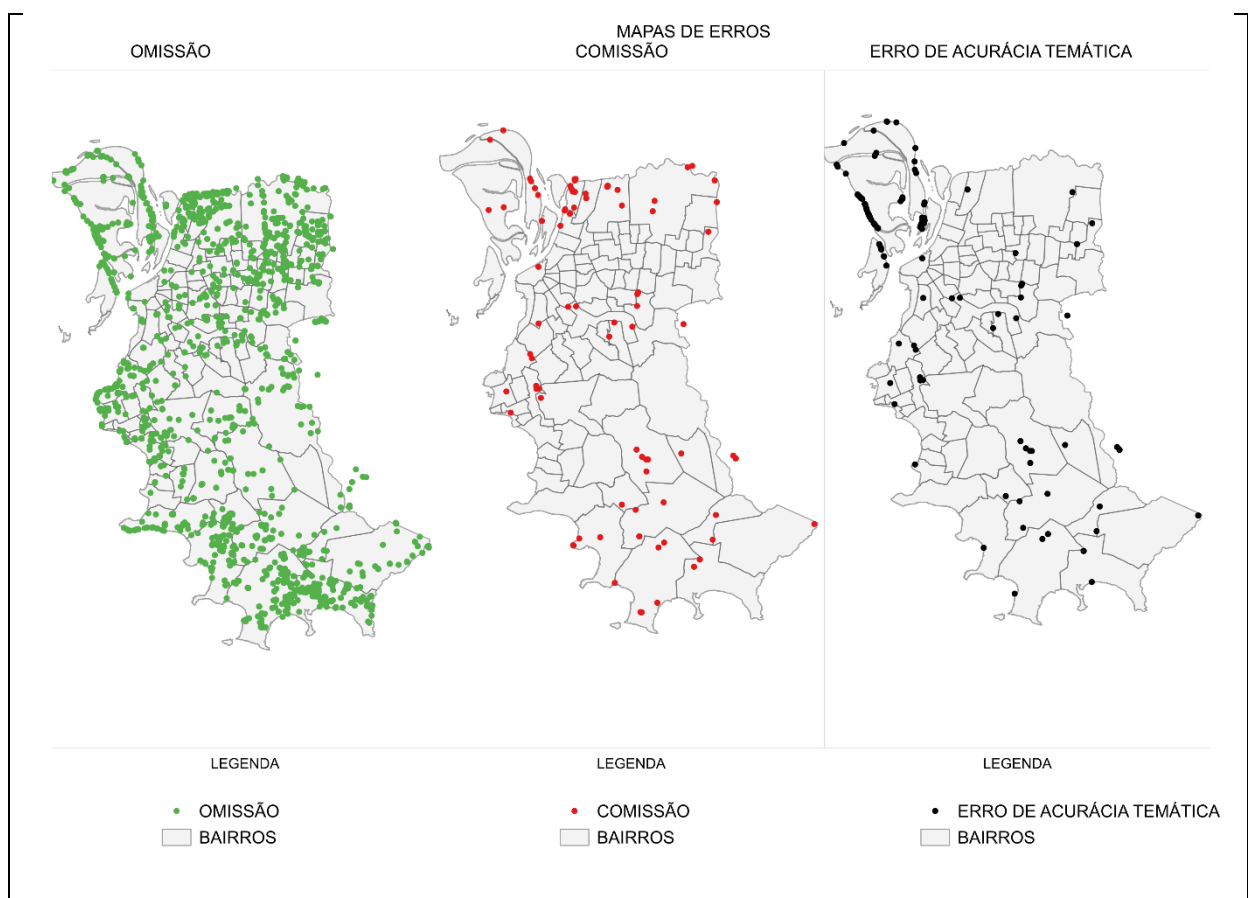


Fonte: Elaboração própria, 2023.

Constata-se o predomínio dos erros de Acurácia Temática na região das Ilhas, no bairro Arquipélago. A distribuição desses erros está informada por bairro na Tabela 3. Foram 93 erros no bairro Arquipélago de um total de 144 erros de Acurácia Temática. Conforme a PMPA (2014), o bairro Arquipélago possui a maior taxa de analfabetismo do município, com 7,71% das ocorrências, e apresenta o segundo menor rendimento médio do responsável do domicílio, no valor de 2,03 salários mínimos.

Finalmente, com a quantificação dos erros e a sua devida localização, para melhor percepção espacial da distribuição desses erros, optou-se por realizar a representação simultânea dos erros de Omissão, de Comissão e de Acurácia temática (Figura 30).

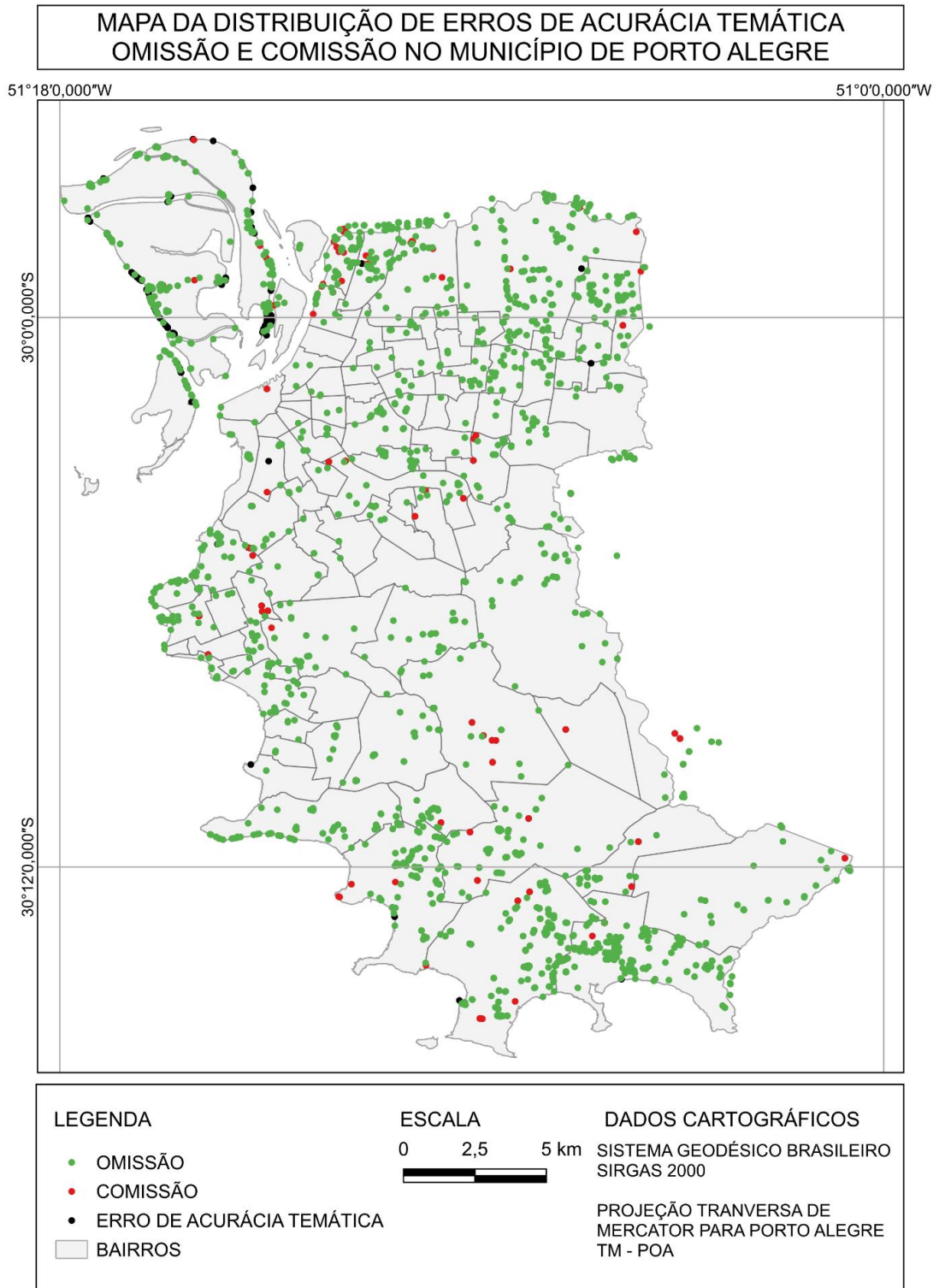
Figura 30 – Mapa da distribuição de erros de Omissão e de Comissão, e de erros de Acurácia Temática no município de Porto Alegre



Fonte: Elaboração Própria, 2023.

Considerando os resultados detalhados de erros de Completude por Omissão e Comissão e erros de Acurácia Temática criou- se um mapa único com a distribuição dos erros. (Figura 31).

Figura 31– Mapa da distribuição de erros de Completude e de Acurácia Temática no município de Porto Alegre.



Fonte:Elaboração própria,2023.

Observa - se nos mapas de representação de erros de Completude e de Acurácia Temática, apresentados nas figuras 20, 23, 29 e 31, que existe a representação de erros fora do limite municipal de Porto Alegre, justifica- se pela área de estudo englobar o município de Porto Alegre e áreas da Represa Lomba do Sabão e do Parque *Saint'Hilaire*, que também estão representadas no mapeamento topográfico em estudo.

Enfim, a distribuição espacial dos erros, considerando os parâmetros estudados, mostra que os erros tendem a ocorrer, principalmente, pela omissão na representação das classes. Destaca-se a maior concentração de erros nos bairros que se situam nos limites municipais. Observa-se que os erros de Completude e Acurácia Temática ocorrem em regiões de menor concentração populacional e de menor renda do município.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com o uso das ortofotos como base de referência e do mapeamento topográfico como produto final a ser avaliado, além do auxílio da malha estatística, que garantiu uma análise visual contínua, a metodologia aplicada mostrou-se eficaz para o desenvolvimento deste trabalho.

A identificação dos erros de Completude e de Acurácia temática nas Categorias Sistema de Transportes e Estrutura Urbana possibilitou quantificar a representação de 1.653.673 feições em 16 classes diferentes. Foram observados 1.845 erros de Completude por Omissão, 91 erros de Completude por Comissão e 144 erros de Acurácia Temática por Correção de Classificação que correspondem, respectivamente, a 0,111%, 0,005% e 0,009% de ocorrência de erro considerando o total de feições representadas. Esse resultado decorre do controle de qualidade realizado durante o mapeamento topográfico, o que garantiu a qualidade dos produtos intermediários e finais. Quando os produtos cartográficos não estavam de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos no edital, o trabalho era rejeitado e refeito.

Inicialmente, na Área Piloto, que corresponde às ortofotos 2970-4-V-III e 2970 - 4-V-I, os erros de Completude se apresentaram em variadas classes, contudo a quantificação dos erros apurou as maiores concentrações nas classes cercas e

muros; separadores físicos, rótulas e acostamentos; quadras de esportes e campo de futebol. Essa tendência se confirmou quando a área de estudo se estendeu a todo município de Porto Alegre e arredores, ratificando a presença de erros de Completude por Omissão em 12 classes das 16 selecionadas e manteve a maior incidência de erros na classe Cercas e Muros, com percentual de 68,672%, dentre as classes estudadas.

Entretanto, na Área Piloto não foram encontrados erros de Omissão e nem erros de Comissão nas classes edificações, quadras viárias e lotes físicos. Esses dados também se justificam quando se observa que os bairros onde predominam esses erros se situam na divisa do município, nas regiões de expansão urbana. Outro dado validado foi relativo às classes quadras viárias e lotes físicos que não apresentaram erro nas classes estudadas.

Constatou-se que os erros ocorreram, na sua maioria, por erro de Omissão. Esse tipo de erro está distribuído em quase todos os bairros do município, mas sua maior concentração está no bairro Lami e na classe Cercas e Muros. A Completude com erros de Comissão ocorreram, sobretudo, na zona norte de Porto Alegre e predominou na classe Edificações. A Acurácia Temática apresentou-se em maior número na região noroeste do município, no bairro Arquipélagos, e na classe Pontes e Viadutos.

Na quantificação de erros e sua distribuição espacial, considerando os erros de Completude e de Acurácia Temática, verificou-se que os erros se concentraram em bairros com as menores renda per capita e em bairros limítrofes do município. Em regiões consolidadas sem possibilidade de expansão urbana, como a região central e em bairros com rendas altas todos os erros estudados se apresentaram em menor quantidade.

Destaca-se a eficácia do software livre Q-Gis utilizado, nessa dissertação, sendo possível facilitar e oportunizar a reprodução desse estudo.

É consistente afirmar a importância da existência de normas e leis sobre procedimentos e etapas do mapeamento topográfico e a sua representação, para que os dados sejam padronizados, a fim dessas informações sejam utilizadas em todo território Nacional, evitando futuros gastos.

Considerando a importância de avaliar os mapeamentos topográficos que são continuamente usados como base para outros projetos e em tomadas de decisões, é recomendado para trabalhos futuros ampliar as Categorias de classes analisadas, e expandir a análise para outros municípios e localidades. Assim, poderia-se verificar a existência de padrões na ocorrência e na causa dos erros de Completude e Acurácia Temática.

Por fim, considerando os resultados obtidos e os procedimentos metodológicos adotados sugere-se estudos sobre novas formas de identificação e de classificação de erros e pesquisas sobre metodologias de análise e avaliação dos parâmetros de qualidade.

FINANCIAMENTO

Em apoio ao desenvolvimento desse trabalho de pesquisa na cidade de Porto Alegre, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, vinculada ao Ministério da Educação (MEC), destinou-me o benefício da bolsa de pesquisa - Mestrado, referente ao número do processo 88887.646838/2021-00, para o período 01/09/2021 a 31/03/2023. O valor mensal recebido de 01/09/2021 a 31/01/2023 foi de R\$ 1.500,00 reais e nos meses de fevereiro e de março de 2023 foi de R\$ 2.100,00.

O auxílio recebido viabilizou a dedicação exclusiva a esse projeto de pesquisa, compra do serviço traduções de artigos, inscrições em cursos e palestras on-line, aquisição de livros, equipamentos eletrônicos (TV de 40 polegadas usada para melhor visualização e interpretação dos dados, HD externo e mouse) e softwares de informática (Pacote Office 365 e Antivírus).

Essas aquisições tiveram por finalidade a qualificação pessoal e a condições apropriadas para garantir a qualidade da realização dessa pesquisa e a geração de mapas, principalmente, na época da pandemia.

REFERÊNCIAS

- AENOR- Associação Espanhola de Normalização e Certificação UNE 148002:2016. **Metodología de evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica.** 2016.
- ARIZA, F. J. **Calidad en La Producción Cartográfica.** Editora RA-MA. Madrid,2002.
- ARIZA, F. J. **Casos prácticos de calidad em La producción cartográfica.** Universidade de Jaén. Editora RA-MA. Madrid, 2004.
- ASPRS- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing **Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data.** Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v. 81, n. 3, p. 1–26, 2015.
- BRASIL. Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil.** 2009.
- _____. Decreto Lei n.º 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, v.122, n.66, p.8884, 22 jun. 1984. Seção 1. Disponível em: <https://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/777/203>. Acesso em: 17 nov. 2021.
- BURITY, E. F; BRITO, J. L. N; PHILIPS, J.; *et. al.* **Qualidade de dados para mapeamento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. Anais. Recife, 1999.
- CEN/TC-287 - Centre Europeen des Normalisation. Geographic Information: Data Description, Quality. Technical Report ENV 12656, European Committee for Standardisation, 1998b.
- DEVILLERS, R.; JEANSOULIN, R. **Fundamentals of spatial data quality.** Editora ISTE. Londres, 2006.
- DEVILLERS, R.; BÉDARD, Y; JEANSOULIN, R.; MOULIN, B. **Spatial data quality: From metadata to quality indicators and contextual end-user manual.** In Proceedings of the OEEPE/ISPRS Joint Workshop on Spatial Data Quality Management. Anais. p.89–96, 2006. Istanbul, Turkey.
- DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO – DSG. Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais da Força Terrestre - ET-ADGV, PRC-GE/E 3001/09, 2º versão. Brasília: DSG, 2011.
- _____. DSG. Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET- CQDG). 1º ed.2016. (EB80-N-72.004). Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/images/PDF/ET_CQDG_1a_edicao_2016.pdf . Acesso em: 20 nov. 2020.

_____. DSG. Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais - 2ª parte, 2016a.

_____. DSG. Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geospaciais Vetoriais ET- EDGV. 3º ed. Brasília: DSG 2019.

FAN, H.; ZIPF, A.; FU, Q.; NEIS, P. *et al.* 2014. **Avaliação de qualidade para dados de pegadas de construção no OpenStreetMap**, International Journal of Geographical Information Science, 28:4, 700-719. 2014. DOI: 10.1080/13658816.2013.867495. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262163378_Quality_assessment_for_building_footprints_data_on_OpenStreetMap. Acesso em: 12 jan. 2022.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER - FEE, 2016. Perfil Econômico. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/municipios>. Acesso em: 12 de mai.2021.

FERREIRA, Gisele da Silva; MENEZES, Daiane Boelhouver. **Relatório de análise socioeconômica da cidade de Porto Alegre**. Porto Alegre: FEE, 2017.

GALO, M.; CAMARGO, P. O. **Utilização do GNSS no controle de qualidade de cartas**. 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. p.41-48. 1994.

GARCÍA-BALBOA, J. L. **Normas de Calidad**. En: Experto Universitario em Evaluación de La Información Geográfica 4ª ed. Master Universitario em Evaluación y Gestión de La Calidad de La Información Geográfica 1ª ed. Jaén: Universidad de Jaén, 2011.

GEMAEL, C. **Introdução ao ajustamento de observações**. Curitiba: Editora UFPR, 1994.

GIRRES, J.; TOUYA, G. **Quality Assessment of the French OpenStreetMap Dataset**. *Transactions in GIS*, 14, 435-459. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9671.2010.01203.x> .Acesso em: 15 de jun. de 2021.

GHILANI, C.D.; WOLF, P.R. **Elementary surveying**. Prentice Hall. Thirteenth. Edition. 2011.

GOODCHILD, M. F. **Principles of Modeling Uncertainties in Spatial Data and Spatial Analyses**. In: SHI, W. (ed.). CRC Press, Boca Raton, Flórida, EUA, 2010. 432 p.

GOODCHILD, M.F.; GOPAL, S. **The Accuracy of spatial databases**. London: Taylor & Francis, c1989.

GUPTILL, S.C.; MORRISON, J. **The Elements of Spatial Data Quality**. International Cartographic Association – ICA. Oxford, 1995.

HAMID, S.H.B.A. Data Quality Assessment for Topographic Mapping. 2017. Trabalho de conclusão (Bacharelado em Engenharia Geomática) – Faculty of Geoinformation and Real Estate, Universiti Teknologi Malaysia, 2017. Disponível em:

<https://people.utm.my/tlchoon/files/2012/10/Data-Quality-Assessment-For-Topographic-Mapping-Suraya-Hani-Binti-Abu-Hamid.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

HECHT, R.; KUNZE, C.; HAHMANN, S. **Measuring completeness of building footprints in OpenStreetMap over space and time**. ISPRS International Journal of Geo-Information, v. 2, n. 4, p. 1066–1091, 2013.

HOHL, P. **Gis data conversion: strategies, techniques, and management**. Santa Fe; NM: OnWord Press, 1988.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Avaliação da qualidade de dados geoespaciais / IBGE, Coordenação de Cartografia. - Rio de Janeiro: IBGE, 2017. 96p.: il. - Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 13.

_____. IBGE CIDADES. Economia. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>. Acesso em: 16 ago. 2021.

_____. IBGE CIDADES. População. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>. Acesso em: 16 ago. 2021.

_____. IBGE CIDADES. Território e Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>. Acesso em: 16 ago. 2021.

_____. IBGE CIDADES. Grade Estatística. IBGE, 2016. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/grade_estatistica.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

_____. IBGE CIDADES. Grade Estatística: Censo 2010. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/. Acesso em: 22 set. 2021.

ISO 19.113: 2002. Geographic information - Quality Principles. International Organization for Standardization, Geneva: ISO.2002.

ISO 19.114: 2003. Geographic information - Quality Evaluation Procedures. International Organization for Standardization /TC 211.2003.

ISO 19.138: 2006. Geographic information - Data Quality Measures. International Organization for Standardization /TC 211.2006.

ISO 19.157: 2013. Geographic information - Data Quality. 1º ed. International Organization for Standardization. Geneva: ISO.2013. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/32575.html>. Acesso em 22 nov. 2020.

ISO 9000:2015. Quality Management Systems – Fundamentals and Vocabulary. 3º ed. 2015. International Organization for Standardization.2015. p 3.6.2.

JURAN, J.M. **A Qualidade desde o Projeto: Os Novos Passos para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços**, 3ª ed., São Paulo, Pioneira. 1997.

KARNAUKHOVA, E.; LOCH, C. **Alguns problemas atuais do mapeamento digital**. In Anais do XX CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. Porto Alegre. 2001.

KEATES, J. **Cartographic Design and Production**. 1ª ed., Longman. Nova York. 1973. 240p.

KRESSE, W.; Fadaie, K. **ISO-Standards for Geographic Information**. Springer-Verlag, Berlin. 2004.

LAZZAROTTO, D.R. **Avaliação da Qualidade de Base Cartográfica por meio de indicadores e Sistema de Interferência Fuzzy**. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 2005. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/2168/Tese%20DRLazzarotto.pdf?sequence=1.35>. Acesso em 4 de set. 2021.

LEAL, P.R.G. **Controle de qualidade em Cartografia**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90473/244412.pdf?sequence=1&isAll owed=y>. Acesso em 10 nov.2021.

LEAL, E. M.; DALMOLIN, Q. **Análise da qualidade posicional em base cartográficas Geradas em CAD**. Anais do GISBRASIL - Congresso e Feira para Usuários em Geoprocessamento da América Latina, Salvador, BA, 1999.

LUNARDI, O. A.; PENHA, A. L. T.; CERQUEIRA, R. W. **O exército brasileiro e os padrões de dados geoespaciais para a INDE**. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, Recife, Brasil. p. 8. 2012.

MAULIA, M. **Development of an update procedure for authoritative spatial data by the combination with crowdsourced information**, 2018. Technische Universitat Dresden.

MARTIN, D. **Census 2001: making the best of zonal geographies**. In: THE CENSUS OF POPULATION: 2000 AND BEYOND, Manchester, 2000.

MELLO, M. P. **Qualidade total e qualidade em Cartografia - Apontamentos para uma discussão**. ENCE - IBGE, Rio de Janeiro, RJ, 2003.

MICHAEL, F.; GOODCHILD, J. **Crowdsourcing de Informações Geográficas para Resposta a Desastres: Uma Fronteira de Pesquisa**. 2010. International Journal of Digital Earth, 3, 231-241. DOI-10.1080/17538941003759255.

MONICO, J.F.G.; DAL PÓZ, A. P.; GALO, M.; SANTOS, M.C; OLIVEIRA, L.C. **Acurácia e precisão: revendo os conceitos de forma acurada**. Boletim de Ciências Geodésicas, vol. 15, núm. 3, julho - setembro, 2009, pp. 469-483

Universidade Federal do Paraná Curitiba, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=393937709010>. Acesso em 14 de out. 2023.

MONTGOMERY, E.G., SCHUCH, H.C. **GIS Data Conversion Handbook**. Ed Gis World, inc. Fort Collins, Colorado. USA. 1993. ISBN 0-9625063-4-6. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/15577/Gis%20Data%20Conversion%20Handbook.pdf?sequence=2&isAllowed=y>. Acesso em: 12 dez. 2021.

OORT, P. J. **Spatial data quality: from description to application**. Thesis Wageningen University. Printed by: Optima, Rooterdam. Holanda. 2006. ISBN 90-8504-339-5. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/38987>. Acesso em: 12 de fev. 2022.

ÖSTMAN, A. The specification and evaluation of spatial data quality. In: INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE, 18., 1997, Stockholm-Sweden. Proceedings. Stockholm-Sweden, 1997. p. 836-847.

PAIVA, C. A. **Interferência da qualidade VGI a partir de métricas intrínsecas de avaliação dos dados colaborativos**. Tese (Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, do Departamento de Geomática do setor de Ciências da Terra) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/73668>. Acesso em: 10 nov. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE – PMPA. Decreto Lei n.º 18.315, de 11 de junho de 2013. Institui o Sistema Cartográfico de Referência de Porto Alegre (SRC-POA). Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/spm/usu_doc/decreto_18.315.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. **Anuário Estatístico – 2012**. Porto Alegre - RS, 2014. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/observatorio/usu_doc/anuario_completo_2012.pdf. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. E - Guia ICT Porto Alegre – A Cidade. Porto Alegre - RS, 2014. Disponível em: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/ictportoalegre/default.php?p_secao=98. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. **Manual do Sistema Cartográfico do Município de Porto Alegre**. Porto Alegre – RS, 2013. Disponível em: http://observapoa.com.br/default.php?reg=259&p_secao=46. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. Observa POA. Limites de Porto Alegre - Shapes. Porto Alegre – RS, Disponível em: http://observapoa.com.br/default.php?reg=259&p_secao=46. Acesso em: 17 nov. 2021.

_____. **Relatório de Planejamento da Elaboração da Base Cartográfica**. Mapeamento Topográfico Digital do Município de Porto Alegre – RS, 2011.

_____. **Relatório Final de Cobertura Laser**. Mapeamento Topográfico Digital do Município de Porto Alegre – RS, 2011.

ROBINSON, A.H; MORRISON, J.L.; MUEHRCKE, P. C.; KIMERLING, A.J. GUPTILL, S.C. *et al.* 1995. **Elements of Cartography**. 6° ed. Eds: John Wiley & Sons. USA, 1995.

ROCHA, R.S. **Exatidão Cartográfica para Cartas Digitais Urbanas**. 2002. Tese (Doutor em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis Santa Catarina. 2002. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/82527>

RUSANEM, J.; MUILU, T.; COLPAERT, A.; NAUKKARINEN, A. **Finnish socio-economic grid data, GIS, and the hidden geography of unemployment**. *Schrift voor Economische en Sociale Geographie*, vol. 92, n. 2, p. 139-147, 2001.

SANTOS, A. P. **Avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais com o uso de Estatística Espacial**. Dissertação (Magister Scientiae) –Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2010. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/3733/1/texto%20completo.pdf> . Acesso em: 21 ago. 2021.

Spatial Data Transfer Standard – SDTS. Série Numerada USGS. Editor US Geological Surveywing. DOI 10.3133/fs04394. 1994.

SHI, W.; FISCHER, P.F.; GOODCHILD, M.F. **Spatial Data Quality**. Eds. by Taylor & Francis, 1°ed, 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE. 2002. ISBN 0-203-30324-5 Master. DOI: 10.1201/b12657.

TAMMILEHTO-LUODE, Marja, BACKER, Lars; ROGSTAT, Lars. **Grid data and area delimitation by definition**. Towards a better European territorial statistical system. In: CONFERENCE OF EUROPEAN STATICIANS, Suíça, 2000.

TAMMILEHTO-LUODE, Marja. **Opportunities and challenges of grid-based statistics**. In: WORLD STATISTICS CONGRESS OF THE INTERNATIONAL STATISTICAL INSTITUTE, Irlanda, 2011.

TÖRNROS, T.; DORN, H.; HAHMANN, S.; ZIPF, A. **Uncertainties of completeness measures in OpenStreetMap –** A case study for buildings in a medium-sized German city. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, v. 2, n. 3W5, p. 353–357, 2015.

UNUI, C. **Metodologia para Controle de Qualidade de Cartas Topográficas Digitais**. Dissertação (Mestre em Geografia Humana) –Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-18072007-125450/publico/TESE_CESAR_INUI.pdf. Acesso em: 24 de out. 2021.

WONG. K, F. **Quality Assessment and Control of Topographic data with applications to Hong Kong 1: 1000 I – Series digital Topo Map**. Hong Kong Polytechnic University. Department of Surveying and Geoinformatics Ed. M Phil. Hong Kong.2016. 158p. Disponível em:

<https://theses.lib.polyu.edu.hk/bitstream/200/8745/1/b29255855.pdf> .Acesso em: 03 jan. 2022.

APÊNDICE – A

Tabela da Completude com os erros de Omissão distribuídos nas ortofotos do
Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.

COMPLETUDE - ERROS DE OMISSÃO														
Ortofoto	Faixa	Feições	S. Viário	SF, Rótulas e Acost.	Ferrovias	Pontes e Viadutos	Passarelas	Escadarias e Rampas	P. de Ônibus e T.R.	Meio Fio	Cercas e Muros	Q. de Esporte e C. F.	Edificações	Praças e Parques
2970-3-S-IV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2970-3-T-III	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2970-3-T-IV	1	17	4	0	0	1	0	1	0	0	8	0	3	0
2970-4-P-III	1	6	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	1	0
2970-3-Y-II	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-I	2	31	0	0	0	0	0	6	0	0	19	0	6	0
2970-3-Z-II	2	5	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0
2970-4-U-I	2	23	0	0	0	0	0	6	0	0	13	0	4	0
2970-4-U-II	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
2970-4-V-I	2	46	2	2	2	3	0	7	0	1	21	0	8	0
2970-4-V-II	2	32	0	1	0	6	0	6	0	0	12	0	7	0
2970-4-X-I	2	10	1	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	0
2970-4-X-II	2	33	2	3	0	3	0	1	1	0	19	0	4	0
2970-4-Y-I	2	3	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-III	3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-IV	3	35	0	1	0	0	0	14	0	0	13	0	7	0
2970-4-U-III	3	16	0	1	0	0	0	6	0	0	6	0	3	0
2970-4-U-IV	3	38	0	0	0	1	0	24	0	0	12	0	1	0
2970-4-V-III	3	57	0	4	2	1	0	3	1	1	34	6	2	3
2970-4-V-IV	3	22	0	0	0	6	0	0	0	0	14	0	2	0
2970-4-X-III	3	30	0	0	0	10	0	2	0	0	12	5	1	0
2970-4-X-IV	3	35	0	0	0	5	0	1	0	1	19	4	2	3
2970-4-Y-III	3	32	0	0	0	3	0	0	0	0	25	0	4	0
2987-1-E-II	4	26	0	0	0	0	0	17	0	0	9	0	0	0

2987-2-A-I	4	4	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0
2987-2-A-II	4	6	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	0
2987-2-B-I	4	10	0	0	0	0	0	2	0	0	5	1	1	1
2987-2-B-II	4	20	0	0	0	1	0	0	0	0	18	1	0	0
2987-2-C-I	4	45	0	0	0	4	0	3	0	0	31	6	0	1
2987-2-C-II	4	44	0	1	0	0	0	4	0	0	26	5	6	2
2987-2-D-I	4	4	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0
2987-1-E-III	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-1-E-IV	5	6	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
2987-2-A-III	5	7	0	0	0	1	1	1	0	0	4	0	0	0
2987-2-A-IV	5	17	0	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0
2987-2-B-III	5	38	0	0	0	0	0	0	0	0	37	1	0	0
2987-2-B-IV	5	16	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
2987-2-C-III	5	27	0	0	0	0	0	2	0	0	23	2	0	0
2987-2-C-IV	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
2987-2-D-III	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
2987-1-J-I	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-1-J-II	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-F-I	6	13	0	0	0	0	0	3	0	0	10	0	0	0
2987-2-F-II	6	11	0	0	0	0	0	3	0	0	8	0	0	0
2987-2-G-I	6	16	0	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0	2
2987-2-G-II	6	30	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0
2987-2-H-I	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1	0
2987-2-H-II	6	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2	0
2987-2-I-I	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
2987-1-J-IV	7	24	0	0	0	0	0	23	0	0	0	1	0	0
2987-2-F-III	7	46	0	0	0	0	0	20	0	2	22	2	0	0
2987-2-F-IV	7	7	0	0	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0
2987-2-G-III	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2987-2-G-IV	7	5	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0
2987-2-H-III	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
2987-2-H-IV	7	19	0	0	0	0	0	3	0	0	10	1	5	0

2987-2-I-III	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2987-1-O-II	8	22	0	0	0	0	2	13	0	0	6	1	0	0
2987-2-K-I	8	24	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	2
2987-2-K-II	8	13	0	0	0	0	0	0	0	0	9	2	2	0
2987-2-L-I	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
2987-2-L-II	8	18	0	0	0	0	0	1	0	0	12	3	2	0
2987-2-M-I	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0
2987-2-M-II	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0
2987-2-N-I	8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-II	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-1-O-IV	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-III	9	13	0	0	0	0	0	4	0	0	9	0	0	0
2987-2-K-IV	9	36	0	3	0	0	0	0	0	0	32	0	1	0
2987-2-L-III	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	2	0
2987-2-L-IV	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	4	0
2987-2-M-III	9	4	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0
2987-2-M-IV	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2987-2-N-III	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-IV	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2987-2-P-I	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-II	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
2987-2-Q-I	10	11	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	5	0
2987-2-Q-II	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1
2987-2-R-I	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
2987-2-R-II	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2987-2-S-I	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
2987-2-S-II	10	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
2987-1-T-IV	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-III	11	16	0	0	0	0	0	14	0	0	1	1	0	0
2987-2-P-IV	11	24	0	0	0	0	0	10	0	0	13	0	0	1
2987-2-Q-III	11	33	0	0	0	2	0	0	0	0	29	2	0	0
2987-2-Q-IV	11	62	0	0	0	12	0	1	0	0	44	1	4	0

2987-2-R-III	11	33	0	0	0	0	0	1	0	0	31	0	1	0
2987-2-R-IV	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
2987-2-S-III	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
2987-2-S-IV	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-T-III	11	6	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	2	0
2987-2-T-IV	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
2987-2-U-II	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-I	12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	1
2987-2-V-II	12	36	0	0	0	6	0	0	0	0	30	0	0	0
2987-2-X-I	12	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
2987-2-X-II	12	71	0	0	0	0	0	0	0	0	63	2	6	0
2987-2-Y-I	12	24	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
2987-2-Y-II	12	9	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	1	0
2987-2-Z-I	12	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
2987-2-Z-II	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
2987-2-V-III	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-IV	13	19	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	1	0
2987-2-X-III	13	32	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	3	0
2987-2-X-IV	13	105	0	0	0	0	0	0	0	0	98	1	6	0
2987-2-Y-III	13	74	0	0	0	0	0	1	0	0	58	0	14	1
2987-2-Y-IV	13	47	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	12	0
2987-2-Z-III	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-4-B-II	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
2987-4-C-I	14	16	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	1	0
2987-4-C-II	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-4-D-I	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2987-4-D-II	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
TOTAIS		1845	9	16	4	76	3	228	2	5	1267	56	159	20

Fonte: Elaboração própria, 2023.

As classes Quadras Viárias; Aeroportos e Cone de Aproximação; Lotes Físicos e Parques Internos não possuem nenhum erro de Completude por Omissão nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.

APÊNDICE – B

Tabela da Completude com erros de Comissão distribuídos nas ortofotos do
Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.

COMPLETUDE – ERROS DE COMISSÃO							
Ortofoto	Faixa	Feições	Meio Fio	P. de Ônibus e Terminais Rodoviários	Cercas e Muros	Edificações	Praças e Parques
2970-3-S-IV	1	2	0	0	0	0	0
2970-3-T-III	1	0	0	0	0	0	0
2970-3-T-IV	1	0	0	0	0	2	0
2970-4-P-III	1	0	0	0	0	0	0
2970-3-Y-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-I	2	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-U-I	2	3	0	0	0	3	0
2970-4-U-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-V-I	2	5	1	0	4	0	0
2970-4-V-II	2	7	0	0	0	7	0
2970-4-X-I	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-X-II	2	2	0	0	1	1	0
2970-4-Y-I	2	1	0	0	1	0	0
2970-3-Z-III	3	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-IV	3	2	0	0	0	2	0
2970-4-U-III	3	0	0	0	0	0	0
2970-4-U-IV	3	6	0	0	1	5	0
2970-4-V-III	3	5	0	0	0	5	0
2970-4-V-IV	3	1	0	0	0	1	0
2970-4-X-III	3	2	1	0	0	1	0
2970-4-X-IV	3	0	0	0	0	0	0
2970-4-Y-III	3	1	0	0	0	1	0
2987-1-E-II	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-A-I	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-A-II	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-B-I	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-B-II	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-C-I	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-C-II	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-D-I	4	1	0	0	0	0	1
2987-1-E-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-1-E-IV	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-A-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-A-IV	5	1	0	0	0	0	1
2987-2-B-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-B-IV	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-C-III	5	2	0	0	0	2	0
2987-2-C-IV	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-D-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-1-J-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-1-J-II	6	0	0	0	0	0	0
2987-2-F-I	6	0	0	0	0	0	0

2987-2-F-II	6	2	0	0	0	1	1
2987-2-G-I	6	1	0	0	0	0	1
2987-2-G-II	6	4	0	0	0	1	3
2987-2-H-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-2-H-II	6	1	0	0	0	1	0
2987-2-I-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-1-J-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-F-III	7	2	0	0	0	0	2
2987-2-F-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-G-III	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-G-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-H-III	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-H-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-I-III	7	0	0	0	0	0	0
2987-1-O-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-I	8	4	0	1	0	1	2
2987-2-K-II	8	2	0	0	0	1	1
2987-2-L-I	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-L-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-M-I	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-M-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-I	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-1-O-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-III	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-L-III	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-L-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-M-III	9	1	0	0	0	0	1
2987-2-M-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-III	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-I	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-II	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-I	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-II	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-R-I	10	5	0	0	0	1	4
2987-2-R-II	10	1	0	0	0	1	0
2987-2-S-I	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-S-II	10	2	0	0	0	2	0
2987-1-T-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-III	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-III	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-IV	11	2	0	0	0	2	0
2987-2-R-III	11	1	0	0	0	1	0

2987-2-R-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-S-III	11	1	0	0	0	1	0
2987-2-S-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-T-III	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-T-IV	11	1	0	0	0	1	0
2987-2-U-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-I	12	5	0	0	0	5	0
2987-2-V-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-X-I	12	3	0	0	0	3	0
2987-2-X-II	12	3	0	0	0	3	0
2987-2-Y-I	12	1	0	0	0	1	0
2987-2-Y-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-Z-I	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-Z-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-III	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-IV	13	1	0	0	0	1	0
2987-2-X-III	13	1	0	0	0	1	0
2987-2-X-IV	13	1	0	0	0	1	0
2987-2-Y-III	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-Y-IV	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-Z-III	13	0	0	0	0	0	0
2987-4-B-II	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-C-I	14	5	0	0	0	5	0
2987-4-C-II	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-D-I	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-D-II	14	0	0	0	0	0	0
TOTAIS		91	2	1	7	64	17

Fonte: Elaboração própria,2023.

As classes Sistema Viário; Separadores Físicos, Rótulas e Acostamento; Quadras Viárias; Ferrovias; Pontes e Viadutos; Passarelas; Escadarias e Rampas; Aeroportos e Cone de Aproximação; Lotes Físicos; Quadras de Esportes e Campo de Futebol e Parques Internos não possuem nenhum erro de Completude da classe Comissão nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.

APÊNDICE – C

Tabela da Acurácia Temática com erros de Correção de Classificação distribuídos nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.

ACURÁCIA TEMÁTICA - ERROS DE CORREÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO							
Ortofoto	Faixa	Feições	Pontes e Viadutos	P. de Ônibus e Terminais Rodoviários	Quadras de Esporte e Campo de Futebol	Edificações	Praças e Parques
2970-3-S-IV	1	0	0	0	0	0	0
2970-3-T-III	1	1	1	0	0	0	0
2970-3-T-IV	1	3	2	0	0	1	0
2970-4-P-III	1	1	1	0	0	0	0
2970-3-Y-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-I	2	3	3	0	0	0	0
2970-3-Z-II	2	2	2	0	0	0	0
2970-4-U-I	2	4	4	0	0	0	0
2970-4-U-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-V-I	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-V-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-X-I	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-X-II	2	0	0	0	0	0	0
2970-4-Y-I	2	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-III	3	0	0	0	0	0	0
2970-3-Z-IV	3	22	22	0	0	0	0
2970-4-U-III	3	4	4	0	0	0	0
2970-4-U-IV	3	10	10	0	0	0	0
2970-4-V-III	3	2	0	0	0	2	0
2970-4-V-IV	3	0	0	0	0	0	0
2970-4-X-III	3	0	0	0	0	0	0
2970-4-X-IV	3	1	0	0	0	0	1
2970-4-Y-III	3	0	0	0	0	0	0
2987-1-E-II	4	19	19	0	0	0	0
2987-2-A-I	4	4	4	0	0	0	0
2987-2-A-II	4	19	19	0	0	0	0
2987-2-B-I	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-B-II	4	1	0	0	0	1	0
2987-2-C-I	4	0	0	0	0	0	0
2987-2-C-II	4	2	0	0	2	0	0
2987-2-D-I	4	1	0	0	0	0	1
2987-1-E-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-1-E-IV	5	1	1	0	0	0	0
2987-2-A-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-A-IV	5	1	0	0	0	0	1
2987-2-B-III	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-B-IV	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-C-III	5	2	0	0	0	2	0
2987-2-C-IV	5	0	0	0	0	0	0
2987-2-D-III	5	0	0	0	0	0	0

2987-1-J-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-1-J-II	6	0	0	0	0	0	0
2987-2-F-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-2-F-II	6	2	0	0	0	1	1
2987-2-G-I	6	1	0	0	0	0	1
2987-2-G-II	6	4	0	0	0	1	3
2987-2-H-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-2-H-II	6	1	0	0	0	1	0
2987-2-I-I	6	0	0	0	0	0	0
2987-1-J-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-F-III	7	3	0	0	0	1	2
2987-2-F-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-G-III	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-G-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-H-III	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-H-IV	7	0	0	0	0	0	0
2987-2-I-III	7	0	0	0	0	0	0
2987-1-O-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-I	8	4	0	1	0	1	2
2987-2-K-II	8	1	0	0	0	0	1
2987-2-L-I	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-L-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-M-I	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-M-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-I	8	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-II	8	0	0	0	0	0	0
2987-1-O-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-III	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-K-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-L-III	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-L-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-M-III	9	1	0	0	0	0	1
2987-2-M-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-III	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-N-IV	9	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-I	10	1	1	0	0	0	0
2987-2-P-II	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-I	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-II	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-R-I	10	5	0	0	0	1	4
2987-2-R-II	10	1	0	0	0	1	0
2987-2-S-I	10	0	0	0	0	0	0
2987-2-S-II	10	2	0	0	0	2	0
2987-1-T-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-III	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-P-IV	11	0	0	0	0	0	0

2987-2-Q-III	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-Q-IV	11	2	0	0	0	2	0
2987-2-R-III	11	1	0	0	0	1	0
2987-2-R-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-S-III	11	1	0	0	0	1	0
2987-2-S-IV	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-T-III	11	0	0	0	0	0	0
2987-2-T-IV	11	1	0	0	0	1	0
2987-2-U-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-I	12	2	1	0	0	1	0
2987-2-V-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-X-I	12	2	0	0	0	2	0
2987-2-X-II	12	3	0	0	0	3	0
2987-2-Y-I	12	1	0	0	0	1	0
2987-2-Y-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-Z-I	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-Z-II	12	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-III	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-V-IV	13	1	1	0	0	0	0
2987-2-X-III	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-X-IV	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-Y-III	13	1	1	0	0	0	0
2987-2-Y-IV	13	0	0	0	0	0	0
2987-2-Z-III	13	0	0	0	0	0	0
2987-4-B-II	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-C-I	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-C-II	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-D-I	14	0	0	0	0	0	0
2987-4-D-II	14	0	0	0	0	0	0
TOTAIS		144	96	1	2	27	18

As classes Sistema Viário; Meio Fio; Separadores Físicos, Rótulas e Acostamento; Quadras Viárias; Ferrovias; Passarelas; Escadarias e Rampas; Aeroportos e Cone de Aproximação; Cercas e Muros; Lotes Físicos e Parques Internos não possuem nenhum erro de Acurácia Temática da classe Correção de Classificação nas ortofotos do Mapeamento Topográfico de Porto Alegre.