



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E
TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

JOEL BORGES DOS PASSOS

**ANÁLISE DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O CONTROLE DE QUALIDADE
DE DADOS GEOESPACIAS APLICADA EM BASES CARTOGRÁFICAS
VETORIAIS**

Recife

2022

JOEL BORGES DOS PASSOS

**ANÁLISE DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O CONTROLE DE QUALIDADE
DE DADOS GEOESPACIAS APLICADA EM BASES CARTOGRÁFICAS
VETORIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos parciais para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Área de concentração: Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Portugal.

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4/1267

- P289a Passos, Joel Borges dos.
Análise da especificação técnica para o controle de qualidade de dados geoespaciais aplicada em bases cartográficas vetoriais / Joel Borges dos Passos. – 2022.
199 f.: il., fig., quad., tab., abrev. e siglas.
- Orientador: Prof. Dr. José Luiz Portugal.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2022.
Inclui referências, apêndices e anexos.
1. Geociências. 2. Controle de qualidade. 3. Consistência topológica. 4. Banco de dados. 5. ET-CQDG. I. Portugal, José Luiz (Orientador). II. Título
- UFPE
- 526.1 CDD (22. ed.) BCTG/2022-19

JOEL BORGES DOS PASSOS

**ANÁLISE DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O CONTROLE DE QUALIDADE
DE DADOS GEOESPACIAS APLICADA EM BASES CARTOGRÁFICAS
VETORIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Área de concentração: Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: 31/08/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Luiz Portugal (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Andrea Flávia Tenório Carneiro (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Antonio Carlos Freire Sampaio (Examinador Externo)
Universidade Federal de Uberlândia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao Senhor Deus, pela sua imensa bondade e misericórdia.

Aos meus pais e familiares, pelo carinho e por compreender os momentos de ausência durante esse período de mestrado.

A minha companheira Emys Rafele pelo permanente incentivo e preocupação com que sempre acompanhou este meu trabalho. Agradeço ainda a paciência e amor demonstrados nos meus momentos desafiadores, além de todo o apoio emocional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Luiz Portugal, pela confiança depositada na ideia que originou este trabalho, pela paciência, compreensão e incentivo nos momentos difíceis nessa jornada acadêmica. Sou grato por todo o conhecimento e experiência compartilhada no suporte e elaboração desta dissertação.

Aos professores que fizeram parte das bancas de avaliação: Prof.^a Dra. Andrea Flávia Tenório Carneiro e Prof.^a Dra. Simone Sayuri Sato, Prof. Dr. Antônio Carlos Sampaio, pelos comentários pertinentes e sugestões de melhorias, somando sabedoria e qualidade a este trabalho.

Ao 3º Centro de Geoinformação, personificado pelo seu corpo técnico, por ter me repassado os conhecimentos necessários para fundamentar o desenvolvimento do trabalho de dissertação.

Ao amigo Leandro França por ter compartilhado ideias, informações e camaradagem, durante a elaboração das soluções e experimentos realizados durante o mestrado.

Ao amigo Tiago Prudêncio por ter colaborado com a elaboração dos algoritmos utilizados no desenvolvimento deste trabalho.

Á amiga Ana Borborema por me convencer e incentivar a realizar o mestrado e pela colaboração nas elaborações dos exercícios em diversas disciplinas.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para que eu chegasse até aqui e aquelas que torceram pelo meu sucesso.

Meu muito obrigado!

RESUMO

Neste trabalho é analisada a eficiência e aplicabilidade dos procedimentos de qualidade de dados apresentados na Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais - ET-CQDG. Nessa norma as métricas são apresentadas em forma de tabelas e sem uma metodologia de aplicação definida para cada produto. Nesse contexto foram propostos fluxos de trabalho e implementados modelos de processamentos automatizados que avaliam, dentre os elementos de qualidade, a consistência topológica, para um Conjunto de Dados Geoespacial Vetorial - CDGV que compõem a base de dados da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE. Os modelos de processamentos automatizados ocorreram a partir da implementação do processamento de códigos *Python* integrado no *software* QGIS, que tem se mostrado uma alternativa gratuita e eficaz para a execução de tarefas específicas de geoprocessamento. Sendo assim, foi desenvolvido o *script* CQ_CQDG com a finalidade de executar a avaliação da consistência topológica prevista na ET-CQDG. A base de construção desse *script* foram as ferramentas de identificação de erros, disponível no *plugin* DSGTools, que são responsáveis por identificar e gerar registros para os problemas topológicos. O registro é feito por meio de *flags* que são armazenadas em tabelas e convertidas para a Classe de ocorrência, proposta nesse trabalho. Para essa classe foi elaborado o modelo lógico e físico com a finalidade de gerenciar o controle de qualidade e auxiliar o preenchimento do relatório de qualidade. Após essas implementações foram efetuados testes controlados no intuito de verificar se todas as ferramentas de identificação de erros podem garantir a consistência topológica das informações extraídas dos CDGV. Os resultados desse estudo mostraram que o método proposto é reproduzível e que o *script* avalia automaticamente a qualidade dos dados de forma eficiente, amparando de forma apropriada a execução do método. Com os resultados apresentados também foi possível verificar que a ET-CQDG não provê as medidas de qualidade necessárias para as aferições dos produtos oriundos do Sistema Cartográfico Nacional – SCN.

Palavras-chave: controle de qualidade; consistência topológica; banco de dados; ET-CQDG.

ABSTRACT

In this work, the efficiency and applicability of the data quality procedures presented in the Technical Specification for Geospatial Dataset Products - ET-CQDG is analyzed. In this standard, the metrics are presented in the form of tables and without a defined application methodology for each product. In this context, workflows were proposed and automated processing models were implemented that evaluate, among the quality elements, topological consistency, for a Vector Geospatial Data Set - CDGV that compose the database of the National Spatial Data Infrastructure - INDE. The automated processing models occurred from the implementation of Python code processing integrated in the QGIS software, which has been shown to be a free and effective alternative for the execution of specific geoprocessing tasks. Therefore, the CQ_CQDG script was developed in order to perform the evaluation of the topological consistency foreseen in the ET-CQDG. The basis for building this script were the error identification tools, available in the DSGTools plugin, which are responsible for identifying and generating records for topological problems. The record is done through flags that are stored in tables and converted to the Occurrence Class, proposed in this work. For this class, the logical and physical model was elaborated in order to manage the quality control and assist in the completion of the quality report. After these implementations, controlled tests were carried out in order to verify if all the error identification tools can guarantee the topological consistency of the information extracted from the CDGV. The results of this study showed that the proposed method is reproducible and that the script automatically evaluates the quality of the data efficiently, properly supporting the execution of the method. With the results presented, it was also possible to verify that the ET-CQDG does not provide the necessary quality measures for the measurements of products from the National Cartographic System - SCN.

Keywords: quality control; topological consistency; geographic database; ET-CQDG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Visão geral dos componentes da qualidade dos dados	25
Figura 2 - Unidade de Qualidade de Dados.....	25
Figura 3 - Categorias e Elementos de qualidades.....	26
Figura 4 - Método de avaliação de qualidade de dados.....	28
Figura 5 - Resultado da qualidade dos dados	32
Figura 6 - Exemplo de geometrias vazias com valor de área zero	35
Figura 7 - Exemplos de polígonos válidos	36
Figura 8 - Objetos não representáveis como instâncias únicas de polígono	37
Figura 9 - Exemplos de linhas classificadas como simples e não simples	38
Figura 10 - Exemplos de multilinhas classificadas como simples e não simples.....	39
Figura 11 - Multilinhas “não limpa” considerando-se uma tolerância posicional	40
Figura 12 - Polígono com segmentos que formam ângulo abaixo do limite.....	41
Figura 13 - Linha simples e fechada (um anel linear) (a) e linha fechada não simples (b).....	43
Figura 14 - Objetos tipo ponto e polígono duplicados	44
Figura 15 - Sobreposições entre polígonos vizinhos	45
Figura 16 - Lacunas entre polígonos vizinhos.....	46
Figura 17 - Pontas soltas por excesso e por falta.....	47
Figura 18 - Estrutura de dados para rede	48
Figura 19 - Fluxograma geral de controle de qualidade.....	50
Figura 20 - Fluxograma para avaliação da consistência topológica.....	52
Figura 21 - Carta Topográfica MI 1959-1-SE (SD-24-X-A-VI-1-SE) da área de estudo.....	53
Figura 22 - Lista de atributos implementados no banco de dados Classe_Ocorrencia	60
Figura 23 - Processo de identificação do DSGTools.....	62
Figura 24 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:211	63
Figura 25 - Consulta SQL para identificar geometria inválidas	64
Figura 26 - Consulta SQL para identificar geometrias duplicadas.....	65
Figura 27 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:212.....	66
Figura 28 - Algoritmo que identifica linhas pequenas.	67
Figura 29 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:213.....	68
Figura 30 - Pseudocódigo do identificador de área pequenas	69
Figura 31 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:214.....	69
Figura 32 - Pseudoalgoritmo do Identificador de Pontas Soltas	70

Figura 33 - Pseudoalgoritmo do preenchimento de dados do endVerticesDict.	71
Figura 34 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:215	71
Figura 35 - Consulta SQL para identificar sobreposição	72
Figura 36 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:216.....	72
Figura 37 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Rodoviário	73
Figura 38 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Ferroviário.....	74
Figura 39 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Duto	74
Figura 40 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Hidroviário.....	75
Figura 41 - Extrato do diagrama de conectividade da Categoria Energia e Comunicação	75
Figura 42 - Extrato do diagrama de conectividade da Categoria Hidrografia.....	76
Figura 43 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:217	76
Figura 44 - Consulta SQL para Identificar vão com a referência.....	77
Figura 45 - Consulta SQL para identificar vãos	77
Figura 46 - Diagrama de classes do pacote de scripts e suas conexões com outros pacotes....	79
Figura 47 - Interface do script CQ_CQDG	79
Figura 48 - Extrato do pseudoalgoritmo para automatização do processo.....	80
Figura 49 - Interface com parâmetros de entrada (a) e com parâmetros do identificador de qualidade do script CQ_CQDG (b).....	81
Figura 50 - Exemplo de armazenamento de flags em um único diretório.....	82
Figura 51 - Exemplo de relatório de qualidade proposto	83
Figura 52 - Classes do escopo para a avaliar a medida de qualidade CQDG:211	85
Figura 53 - Classes do escopo para a avaliar a medida de qualidade CQDG:212	88
Figura 54 - Exemplo de inconsistências detectadas referente a medida CQDG:212	89
Figura 55 - Inconsistências detectadas na camada teste para validação do script.....	90
Figura 56 - Classes do escopo para a avaliar a medida de qualidade CQDG:213	92
Figura 57 - Inconsistências nos polígonos de teste para validação da função CQDG213	93
Figura 58 -Resultado dos testes para o algoritmo Identificar Geometrias Inválidas.....	94
Figura 59 - Interface com os dados para avaliar a medida CQDG:214.....	96
Figura 60 - Extrato com os flags gerados na inspeção da medida CQDG:214	96
Figura 61 - Localização de cada registro detectado na inspeção da medida CQDG:214.....	97
Figura 62 - Exemplo de registro detectado na camada teste para validação do script.	98
Figura 63 - Flag detectado na aplicação da função CQDG215	99
Figura 64 - Flag detectado na aplicação da função CQDG215 na camada teste.....	99
Figura 65 - 17 Regras topológicas elaboradas para medida de qualidade CQDG:216	101

Figura 66 - Resultado da Regra "CQDG216_HID_REGRA1"	105
Figura 67 - Resultado da Regra "CQDG216_HID_REGRA4"	106
Figura 68 - Resultado da Regra "CQDG216_TRA_REGRA1"	109
Figura 69 - Resultado da Regra "CQDG216_TRA_REGRA3"	110
Figura 70 - Resultado da Regra "CQDG216_TRA_REGRA6"	113
Figura 71 - Extrato do CDGV 1959-1-SE com resultado da inspeção do Subsistema Duto.	115
Figura 72 - Resultado da inspeção da categoria Energia e Comunicações	118
Figura 73 - Escopo (polígonos) para a avaliar a medida de qualidade CQDG:217.	121
Figura 74 - Extrato do resultado com os valores de área para as inconsistências.	122
Figura 75 - Aplicação do algoritmo Colar ao Grid e Atualizar Camada.....	125
Figura 76 - Lacunas identificadas por não compartilhamento de vértices	127
Figura 77 - Novo fluxo do passo nº 3 da metodologia de avaliação	131
Figura 78 - Exemplo de alteração de valores de parâmetros no uso para diversas escalas. ...	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Medidas básicas de qualidade	30
Quadro 2 - Componentes que descrevem uma medida de qualidade	31
Quadro 3 – Exemplo de medida de qualidade	32
Quadro 4 – Aquisição de objetos segundo a escala para a categoria Estrutura Econômica.....	43
Quadro 5 – Extrato dos Relacionamentos espaciais entre classes da categoria hidrografia para validação topológica da base cartográfica contínua do IBGE.....	49
Quadro 6 – Procedimentos de avaliação para produtos do tipo CDGV previsto na CQDG	55
Quadro 7 – Procedimentos de avaliação para produtos do tipo CDGV previsto no IBGE.....	56
Quadro 8 – Modelagem lógica da classe de ocorrência	59
Quadro 9 – Medidas de qualidade com seus respectivos processos de avaliação	62
Quadro 10 – Parâmetros do script CQ_CQDG	80
Quadro 11 – Regras de conectividade da categoria Hidrografia, conforme ET-ADGV.....	102
Quadro 12 – Regras de inspeção de conectividade para execução no script CQ_CQDG.....	104
Quadro 13 – Regras de conectividade do Subsistema Rodoviário, conforme ADGV	107
Quadro 14 – Regras de inspeção de conectividade para execução no script CQ_CQDG do Subsistema Rodoviário.....	108
Quadro 15 – Regras de conectividade do Subsistema Ferroviário, conforme ET-ADGV.....	111
Quadro 16 – Regras de inspeção de conectividade para execução no script CQ_CQDG do Subsistema Ferroviário.....	112
Quadro 17 – Regras de conectividade do Subsistema Duto, conforme ET-ADGV.....	114
Quadro 18 – Regras de inspeção de conectividade para categoria Subsistema Duto.....	114
Quadro 19 – Regras de conectividade do Subsistema Hidroviário, conforme ET-ADGV.	116
Quadro 20 – Regras de inspeção de conectividade para execução no script CQ_CQDG da categoria Subsistema Hidroviário.	117
Quadro 21 – Regras de conectividade da categoria Energia e Comunicações.....	117
Quadro 22 – Regras de inspeção para execução no script - Energia e Comunicações.....	118
Quadro 23 – Classes da Cobertura Terrestre da ET-EDGV 2.1.3.....	120
Quadro 24 – Exemplo de regras de classe da EDGV, para a análise de sobreposição.....	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Total de feições em cada classe do CDGV analisado	54
Tabela 2 - Total de feições em cada classe do CDGV analisado	55
Tabela 3 - Resultado da aplicação da função CQDG211	85
Tabela 4 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:211.....	87
Tabela 5 - Resultado da aplicação da função CQDG212 do script CQ_QCDG	88
Tabela 6 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:212.....	91
Tabela 7 - Resultado da aplicação da função CQDG213 do script CQ_QCDG	92
Tabela 8 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:213.....	95
Tabela 9 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:214.....	97
Tabela 10 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:215.....	100
Tabela 11 - Resultado da aplicação da função CQDG216 do script CQ_QCDG	119
Tabela 12 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:216.....	119
Tabela 13 - Resultado da aplicação da função CQDG217_A do script CQ_QCDG	121
Tabela 14 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:217.....	123
Tabela 15 - Total de inconsistência para inspeção das medidas da ET-CQDG	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDGEx	Banco de Dados Geográficos do Exército
CEN	<i>European Committee for Standardization</i>
CDGV	Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico
DE-9IM	<i>Dimensionally Extended Nine-Intersection Method</i>
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 Vetoriais
ET-PCDG	Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais
FME	<i>Software Feature Manager Engine</i>
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in Europe</i>
IG	Informação Geográfica
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
OMT-G	<i>Object Modeling Technique for Geographic Applications</i>
SCN	Sistema Cartográfico Nacional
SQL	<i>Structured Query Language</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SFS	<i>OpenGIS Simple Feature Specifications</i>
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do estado da Bahia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	JUSTIFICATIVA, IMPORTÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA.....	18
1.2	OBJETIVOS.....	19
1.2.1	Objetivo Geral.....	19
1.2.2	Objetivos Específicos.....	20
2	QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS.....	21
2.1	CONCEITO DE QUALIDADE.....	21
2.2	NORMALIZAÇÃO EM INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	22
2.3	VISÃO GERAL DOS COMPONENTES DE QUALIDADE.....	24
2.3.1	Unidade de Qualidade de Dados.....	25
2.3.2	Elementos de qualidade de dados.....	26
2.3.3	Métodos de Avaliação de qualidade de dados.....	27
2.3.3.1	Classificação dos métodos de avaliação da qualidade dos dados.....	27
2.3.3.2	Tipo de métodos de avaliação direto interno, direto externo ou indireto.....	29
2.3.4	Medidas de qualidade dos dados.....	29
2.3.5	Resultados de qualidade.....	32
2.3.6	Relatório de qualidade.....	33
3	CONSISTÊNCIA TOPOLÓGICA.....	34
3.1	VALIDAÇÃO DA GEOMETRIA.....	35
3.1.1	Geometria vazia.....	35
3.1.2	Geometrias inválidas.....	36
3.1.3	Geometrias não simples.....	37
3.1.4	Geometrias limpa.....	39
3.1.5	Geometrias multiparte.....	40
3.1.6	Geometrias com segmentos que formam ângulos muito pequenos.....	41
3.1.7	Geometrias com áreas pequenas ou comprimentos pequenos.....	42
3.1.8	Geometrias de anel linear.....	43
3.2	VALIDAÇÃO INTRACLASSE (INTERNA).....	44
3.2.1	Geometrias duplicadas.....	44
3.2.2	Geometrias com sobreposições.....	45

3.2.3	Cruzamento entre Linhas.....	45
3.2.4	Polígono com lacunas.....	46
3.2.5	Pontas de linhas soltas por excesso ou falta.....	46
3.2.6	Ausência de ponto de conectividade.....	47
3.2.7	Estrutura de rede.....	47
3.3	VALIDAÇÃO INTERCLASSE (EXTERNA).....	48
4	PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE DADOS.....	49
5	METODOLOGIA.....	52
5.1	APLICAÇÃO DO PROCESSO DE ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA TOPOLÓGICA DE UM CDGV.....	52
5.1.1	Definição da unidade de medida (1º Passo)	52
5.1.2	Preparo da avaliação qualidade (2º Passo)	55
5.1.2.1	Identificação das medidas de qualidade.....	55
5.1.2.2	Especificar os procedimentos de avaliação.....	57
5.1.3	Procedimento para inspeção completa do CDGV (3º Passo)	60
5.1.3.1	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:211.....	63
5.1.3.2	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:212.....	65
5.1.3.3	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:213.....	68
5.1.3.4	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:214.....	69
5.1.3.5	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:215.....	71
5.1.3.6	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:216.....	72
5.1.3.7	Procedimento para avaliar a Medida CQDG:217.....	76
5.1.4	Desenvolvimento de Script para execução do processo de inspeção da consistência topológica.....	78
5.1.5	Relatório da Inspeção de qualidade (4º Passo)	82
6	RESULTADOS.....	84
6.1	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:211.....	84
6.2	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:212.....	87
6.3	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:213.....	91
6.4	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA	95

	CQDG:214.....	
6.5	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:215.....	98
6.6	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:216.....	100
6.7	ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:217.....	120
7	DISCUSSÃO.....	124
7.1	MEDIDAS DE QUALIDADES.....	124
7.2	CLASSE DE OCORRÊNCIA.....	131
7.3	SCRIPT CQ_CQDG.....	131
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	134
	REFERÊNCIAS.....	137
	ANEXO A – MEDIDAS DE QUALIDADE DA ET-CQDG.....	143
	ANEXO B – MEDIDAS DE QUALIDADE DO IBGE.....	150
	APÊNDICE A – CLASSE DE OCORRÊNCIA.....	161
	APÊNDICE B – PSEUDOALGORITMO DO SCRIPT CQ_CQDG....	163
	APÊNDICE C - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 001/2022.....	174
	APÊNDICE D - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 002/2022.....	178
	APÊNDICE E - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 003/2022.....	183
	APÊNDICE F - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 004/2022.....	187
	APÊNDICE G - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 005/2022.....	189
	APÊNDICE H - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 006/2022.....	191
	APÊNDICE I - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE N° 007/2022.....	196

1 INTRODUÇÃO

A demanda por qualidade dos dados tem avançado significativamente nos últimos anos. Devido à necessidade de desenvolvimento sustentável, a sociedade atual está sujeita a contínuas revoluções tecnológicas (nanotecnologias, miniaturização, processamento em rede, sensorização, etc.) e impulsionando mudanças (*smart cities*, internet das coisas, dados vinculados, veículos autônomos, indústria 4.0, etc.) e mudanças sociais, que nos levam a um paradigma onde os dados são o combustível do futuro (ARIZA-LÓPEZ & RODRÍGUEZ-PASCUAL, 2018).

Neste paradigma, Ariza-López & Rodríguez-Pascual (2018) afirmam que os dados espaciais são um elemento-chave, essencial e de valor crescente. Essas mudanças afetam a forma como a Informação Geográfica - IG é gerada, seu uso e as demandas sobre elas, estabelecendo novos desafios para a qualidade desses dados geoespaciais, dos geoserviços e das organizações que os produzem.

Ter uma qualidade de dados bem descrita e controlada parece ser um dos requisitos para os dados fundamentais de um país, gerados com o propósito de servir como base para gerar todos os tipos de dados temáticos. Dada a importância de disponibilização desses dados e de todas as informações relacionadas aos mesmos, é importante que estes sigam normas e padrões para produção e para o controle da qualidade.

No âmbito nacional, o plano de ação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE prevê a elaboração e a adoção de normas e padrões com objetivo de fornecer condições para controlar o processo de produção de dados espaciais e estabelecer níveis de conformidade de qualidade dos produtos cartográficos. Portanto, para uma IG estar em conformidade com a INDE, é necessário aplicar os requisitos propostos nas especificações técnicas do Sistema Cartográfico Nacional - SCN.

Nas agências cartográficas oficiais há pouca implantação de uma cultura de qualidade que aplica os requisitos propostos nessas especificações técnicas. Poucos dados produzidos pelos governos são acompanhados por informações sobre a adoção de métodos de controle de qualidade. Em pesquisa realizada por esse Autor constatou-se que entre agências oficiais, somente o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE apresenta meios para certificar a qualidade dos dados em conformidade com a INDE.

Nesse contexto, o IBGE publicou manuais técnicos com objetivo de apresentar uma metodologia de avaliação da qualidade de conjunto de dados geoespaciais, para aplicação no processo de produção cartográfico daquela instituição, com o objetivo de garantir a

qualidade de seus produtos cartográficos vinculados a normas internacionais e especificações técnicas nacionais

Por outro lado, a Diretoria de Serviço Geográfico - DSG, vem reformulando e elaborando especificações técnicas para produção de IG, entre elas estão a Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais - ET-PCDG (DSG, 2014) que definem elementos de qualidade seguindo os conceitos da Organização Internacional de Normalização - ISO 19157:2013 (ISO, 2013) e a Especificação Técnica para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais - ET-CQDG, que define os limiares, ou intervalos de valores, para cada um dos elementos. No entanto, a DSG ainda não apresentou e nem publicou um documento que especifica o fluxo de trabalho aplicando a ET-CQDG - CQDG para avaliar a qualidade dos produtos gerados durante o processo de produção cartográfico.

A CQDG elenca um conjunto de medidas de qualidade dos dados, baseadas em indicadores, classificados de acordo com sua categoria e elementos correspondentes e que são utilizados para caracterizar a qualidade dos dados e dos produtos geoespaciais integrantes do SCN. Além disso, apresenta os procedimentos para avaliar a qualidade para cada tipo de produtos geoespaciais definidos na ET-PCDG – PCDG e descreve como informar os resultados da qualidade de forma padronizada.

Os procedimentos apresentados na CQDG são descritos por seis variáveis: escopo, elemento, medida, parâmetro, procedimento e resultado, para cada tipo de produto definidos na PCDG. Porém, esse procedimento é apresentado na forma de tabelas e sem uma metodologia de aplicação definida para cada produto.

Nesse caso, surge a necessidade de adequar os procedimentos de controle de qualidade dos dados geoespaciais produzidos pela DSG a fim consolidar metodologias para a melhoria da qualidade dos produtos através da eficiência de aplicação das técnicas de controle.

A utilização das especificações no processo cartográfico em conformidade com a INDE, requer a compreensão de vários conceitos implícitos. Uma das dificuldades é identificar o momento em que cada requisito de qualidade deve ser aplicado no processo. Há ainda a necessidade de uma revisão das etapas do processo de mapeamento associadas aos requisitos propostos para a produção de dados geoespaciais nas especificações nacionais.

Assim, nesse trabalho, pretende-se aplicar os procedimentos descritivos e tabulares previstos na CQDG para analisar a qualidade dos produtos elaborados pela DSG e para elaborar uma proposta metodológica de fluxo de trabalho de controle de qualidade. Serão aplicados padrões científicos e práticos exigidos no processo de produção cartográfica, com a finalidade de minimizar os custos de produção e o tempo de execução das tarefas,

promovendo e assegurando ações de melhoria contínua dos produtos. Essas ações, verificarão a necessidade da elaboração de outras medidas de qualidade que poderão ser propostas para o aperfeiçoamento da CQDG.

Em face do exposto, o desenvolvimento da pesquisa, seguirá com a fundamentação bibliográfica técnico-científica e será baseada nas experiências profissionais vivenciadas nas etapas de Correção e Revisão dos produtos elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia, realizado pelo 3º Centro de Geoinformação, órgão subordinado à DSG.

1.1 JUSTIFICATIVA, IMPORTÂNCIA E CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA

O processo de produção dos dados e dos produtos geoespaciais é complexo e envolve operações e métodos específicos utilizando instrumentos sofisticados e precisos, com pessoal altamente qualificado para operá-los, (NOGUEIRA JÚNIOR et al., 2004).

Em face dessa complexidade e da natureza do produto obtido, torna-se necessária a adoção de procedimentos de controle que garantam sua qualidade. Santos (2013), afirma que para garantir a qualidade de um produto cartográfico vinculada à sua especificação é necessário o desenvolvimento de uma documentação técnica detalhada, mesmo em termos de execução da produção cartográfica, a fim de evitar desperdício de esforços, tanto na produção quanto na avaliação do produto final. Isto induz ao desenvolvimento de ferramentas e metodologias e aplicação de conceitos de controle de qualidade no decorrer da produção cartográfica.

Anteriormente à CQDG, a avaliação da qualidade da informação geográfica, no âmbito da DSG, se baseava nos processos executados na fase de validação, que consiste basicamente na comparação dos dados produzidos com o previsto no modelo conceitual, e na experiência dos revisores nas demais fases. Dessa forma, os elementos da qualidade eram avaliados através de alguns testes, em sua maioria, sem medidas de qualidade específica.

As normas norteadoras utilizadas eram a Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV, a Especificação Técnica para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-ADGV e o Manual Técnico de Convenções Cartográficas - T 34-700, inexistindo uma norma específica sobre controle de qualidade para todos os elementos previstos na ISO. Na verdade, apenas a componente posicional possuía uma medida de qualidade, o Padrão de Exatidão Cartográfica. Os demais elementos de qualidade (acurácia temporal, acurácia temática, completude e consistência lógica) não possuíam procedimentos de avaliação bem delineados, sendo a qualidade dos mesmos avaliada através de rotinas na

fase de validação (para a consistência lógica, por exemplo) e na revisão de diversas fases da produção cartográfica. (CERQUEIRA et al., 2016).

Atualmente os produtos elaborados pela DSG passam por um processo de produção que se adaptou ao desenvolvimento de novas ferramentas de Sistema de Informação Geográfica - SIG e ao emprego de bancos de dados geográficos. Logo, para que haja uma adequada integração entre os dados produzidos em cada fase nesse processo de produção, em sua etapa final, os dados coletados passam por um processo de inspeção denominado de Revisão. Essa inspeção visa detectar inconsistências relativas a cada fase do processo, porém a avaliação não atende a todos os procedimentos previsto na CQDG, por inexistência de metodologias e normas com os critérios atualizados. Nesse contexto, as principais justificativas e importância deste trabalho baseiam-se na necessidade de utilização de conceitos e desenvolvimento de metodologias adequadas à revisão e ao controle de qualidade de IG, maximizando a eficiência a fim de se alcançar satisfação do cliente ao fornecer a documentação de qualidade junto com os produtos geoespaciais. Uma vez que o preenchimento dos relatórios dos elementos de qualidade ainda é negligenciado no Brasil (GOTTARDO & BARBOSA, 2021).

Este trabalho pretende aprimorar os processos de revisão das bases de dados na fase de produção de cartas e outros produtos resultados de um mapeamento sistemático e implementar ações de melhoria, para obtenção de uma maior confiabilidade, assimilação e conscientização de seu uso por parte do usuário final.

Espera-se que esse trabalho possa servir como um balizamento para capacitar novos revisores em controle de qualidade, seguindo um roteiro de revisão predefinido, com ações de execução padronizadas em cada fase da revisão para as etapas dos processos de produção cartográfica.

1.2 OBJETIVOS

Nessa seção são apresentados os objetivos que se pretende alcançar na realização desse trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar e aplicar a ET-CQDG na inspeção de qualidade dos dados geoespaciais produzidos para o Sistema Cartográfico Nacional.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar, descrever e sequenciar os procedimentos de inspeções de qualidade referente a consistência lógica e suas medidas de qualidade;
- b) Desenvolver em ambiente de código aberto e softwares livres funções sistematizadas para executar a avaliação dos elementos de qualidade;
- c) Desenvolver o modelo lógico e físico da classe de ocorrência para o gerenciamento do controle de qualidade;
- d) Realizar um estudo de caso para identificar e classificar os principais erros de consistência dos dados cartográficos gerados durante o processo de produção cartográfica;
- e) Analisar a necessidade e propor a adoção de novas medidas de qualidade para as aferições dos produtos do SCN.

2 QUALIDADE DE DADOS ESPACIAIS

Esta seção aborda a compreensão dos conceitos, normalização e componentes de qualidade relacionados aos dados geoespaciais necessários para elaboração desta pesquisa.

2.1 CONCEITO DE QUALIDADE

O contexto abordado em ISO (2013) para o conceito de qualidade vislumbra a proposição de indicadores numéricos e não numéricos com a finalidade de permitir a comparação entre conjuntos de dados e avaliar a adequação desses aos requisitos do usuário (GOTTARDO & BARBOSA, 2021).

De acordo com DSG (2016), o conceito de qualidade pode ser entendido como a conformidade com uma especificação. Pois, as características de um produto adequadas às especificações do mesmo, o qualificam (MELLO, 2003).

Para Juran (1997) a palavra qualidade tem vários significados e seu uso é denominado por dois significados: é a ausência de falhas, para uma determinada necessidade; e consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes, dessa forma proporcionam a satisfação em relação ao produto.

A ideia central do conceito de qualidade satisfazer as necessidades do cliente ou do usuário também foi compartilhada por outros Autores como Karnaukhova & Loch, (2001) que definem a qualidade de um mapa como um conjunto de propriedades que garantem a capacidade do mapa de satisfazer determinadas necessidades de seus usuários e Servigne et al. (2006), quando afirmam que o conceito de qualidade também está muito associado com a capacidade de um produto ou serviço de satisfazer as necessidades do cliente.

A qualidade também pode ser considerada como critério de distinção entre produtores (ARIZA-LOPEZ, 2002). Os usuários, diante da crescente oferta de produtos oferecidos, certamente buscarão atender suas demandas junto a produtores que ofereçam produtos e serviços de melhor qualidade.

Nesse contexto, observa-se que o conceito de qualidade pode ser enunciado de diversas formas, porém todas convergem para a satisfação das expectativas dos seus usuários (GOTTARDO & BARBOSA, 2021).

Portanto, independente da diversificação dos conceitos de qualidade, sua concepção ao longo do tempo e aplicação de seus princípios, são fundamentais na avaliação do conjunto de dados espaciais. Dessa forma, para abordar a qualidade de dados, deve-se considerar a descri-

ção dos elementos de qualidade inerentes ao conjunto de dados espaciais, passando pelas perspectivas de qualidade do produtor e do usuário de informações espaciais, até a situação atual de desenvolvimento de normas internacionais de qualidade e sua adoção em nível nacional. (SANTOS, 2013; IBGE, 2019).

2.2 NORMALIZAÇÃO EM INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Processos de informação geográfica baseados não em padrões, mas em soluções específicas, são definidos para necessidades muito específicas e particulares, e não podem resolver por conta própria com objetivo de compartilhar e reutilizar a informação para um terceiro usuário ou para o público em geral. A solução real é estabelecer regulamentações com o escopo mais amplo possível que permite a materialização de mecanismos de troca, interoperabilidade e distribuição de informação geográfica digital (ARIZA-LÓPEZ & RODRÍGUEZ-PASCUAL, 2008).

Sob este horizonte, Ariza-López & Rodríguez-Pascual (2008), esclarece os conceitos de norma, padrão, recomendação e especificação, no escopo do vocabulário técnico de normalização, já que em alguns casos são usados como sinônimos, porque a linguagem comum o admite; por outro lado, o fato de existir uma única palavra em inglês, *standard*, para traduzir os conceitos de norma e padrão, facilita a confusão.

Norma é qualquer documento que harmoniza aspectos técnicos de um produto, serviço ou componente, definido como tal por um organismo oficial de normalização, como ISO ou Comité Europeu de Normalização - CEN (ARIZA-LÓPEZ & RODRÍGUEZ-PASCUAL, 2008).

Padrão é qualquer documento ou prática que, sem ser uma norma é consagrado e aceito pelo uso e apresentam uma base comum de conceituação de qualidade e possibilitam a comunicação estruturada da qualidade da informação espacial (CHRISMAN et al., 2010)

Padrões provêm um método comum para adquirir, gerenciar e apresentar uma informação. Eles são necessários para manter o conceito de um sistema aberto e uma aplicação extensível (CAPRIOLI, et al., 2003). Para qualquer organização é possível maximizar o uso e aplicação de dados digitais pela utilização de padrões internacionalmente aceitos, ou formatos proprietários largamente utilizados (SALISSO FILHO, 2013).

Segundo Nichols et al. (2008), normas e padrões permitem a descoberta, o intercâmbio, a integração e a usabilidade da informação espacial. Padrões de dados no setor espacial

abrangem sistemas de referência, modelo de dados, dicionários de dados, qualidade de dados, transferência de dados e metadados.

Em face do exposto, os padrões publicados pelas normas da ISO desempenham um papel importante nesse setor. Dentre elas, a Norma ISO 19157:2013 que estabelece os princípios para descrever a qualidade dos dados geográficos. A partir disso, muitos países criaram normas e diretrizes específicas para manipular o dado espacial (FILHO et al., 2020).

Além disso, esses padrões são parte de uma infraestrutura espacial, por exemplo, a Infraestrutura para Informações Espaciais na Europa - INSPIRE e Infraestrutura de Dados Espaciais do Chile - IDE-CHILE do Chile (GONZALEZ et al., 2014).

Uma IDE, por meio dos metadados geoespaciais, facilitam o acesso aos conjuntos de dados espaciais produzidos e em produção. Nesse sentido, uma IDE pressupõe qualidade, pois a elaboração e a adoção de normas e padrões fornecem condições para controlar o processo de produção de dados espaciais e estabelecem níveis de conformidade de qualidade dos produtos cartográficos gerados (ARIZA-LÓPEZ, 2002).

No âmbito nacional a produção e a normatização de dados geoespaciais de referência estão definidas, em parte, no Decreto-Lei nº 243/1967 (Brasil, 1967) e Decreto Presidencial nº 6.666, de 27 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008). Este último define a INDE como sendo o conjunto integrado de tecnologias, políticas, coordenação e padrões necessários para promover o acesso e disseminação de dados geoespaciais produzidos por órgãos públicos do Poder Executivo.

A INDE foi concebida para permitir o compartilhamento de dados entre os órgãos do governo brasileiro, a indústria brasileira de SIG e a sociedade (FILHO et al., 2020).

Em relação aos procedimentos de produção e avaliação dos dados cartográficos, a INDE estabelece Especificações Técnicas, que, de acordo com Ariza-López & Rodríguez-Pascual, (2008), é uma descrição técnica, detalhada e exaustiva de um produto ou serviço, que contém todas as informações necessárias para sua produção. Algumas especificações podem ser adotadas como normas ou padrões.

Dessa maneira as seguintes especificações técnicas nacionais, estabelecidas pelo plano de ação da INDE, e elaboradas pela DSG e pela Comissão Nacional de Cartografia - CONCAR em conformidade com a série de normas internacionais ISO 19100 (FILHO et al., 2020), podem ser consideradas para o desenvolvimento deste trabalho:

- a) ET-EDGV, que define um modelo conceitual para os dados geoespaciais vetoriais;
- b) ET-ADGV, que define as regras de aquisição dos dados geoespaciais vetoriais;

- c) ET-PCDG, que define os padrões dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais vetoriais e matriciais; e
- d) ET-CQDG, que define os parâmetros para o controle de qualidade dos dados geoespaciais.

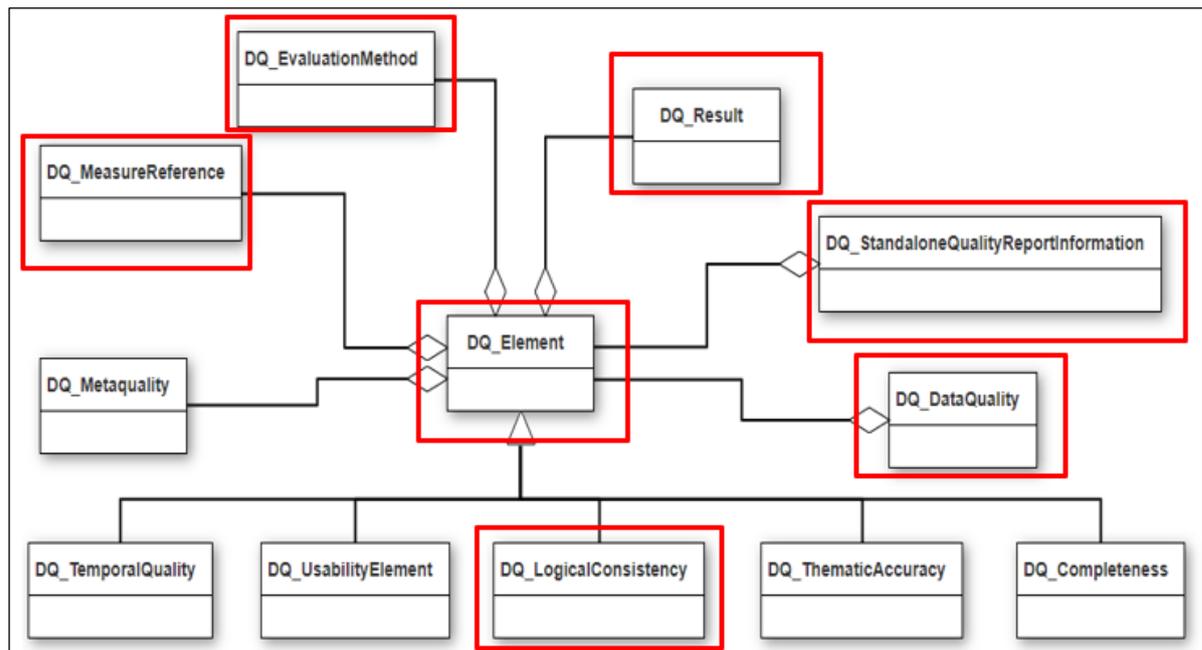
A ET-CQDG - CQDG foi elaborada para atribuir qualidade a um ambiente de produção geoespacial e para controlar a qualidade dos produtos geoespaciais que são adquiridos por terceiros. Isso requer o advento de princípios, componentes e conceitos de qualidade, incluindo procedimentos de amostragem. Essas características são fundamentais para a qualidade dos Produtos Geoespaciais Oficiais do Governo Brasileiro (FILHO et al., 2020).

Por fim, a CQDG, quando aplicada, resolve uma questão pertinente ao padrão de qualidade de dados, que é a escolha de qual padrão deve-se utilizar para avaliar a qualidade do dado. Sua escolha deve ter como objetivo a comunicação clara e a troca de informações entre empresas e agências de produção de dados e usuários. Se as empresas utilizam vários padrões diferentes a comunicação e troca de informações entre elas serão complexa e provavelmente inviáveis.

2.3 VISÃO GERAL DOS COMPONENTES DE QUALIDADE

Uma visão geral dos componentes e as conexões entre eles descrita na ISO 19157 é apresentada na Figura 1, em destaque os componentes de qualidade abordados e utilizados nesse trabalho.

Figura 1- Visão geral dos componentes da qualidade dos dados

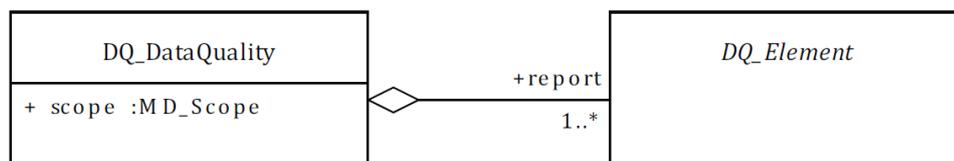


Fonte: ISO (2013), adaptado

2.3.1 Unidade de Qualidade de Dados

Ao descrever a qualidade dos dados geográficos, diferentes elementos de qualidade e diferentes subconjuntos dos dados podem ser considerados. Nesse sentido, a ISO 19157 prevê que cada procedimento de avaliação da qualidade está associado a uma *unidade de qualidade*, que engloba o escopo e seus correspondentes elementos de qualidade (Figura 2).

Figura 2 - Unidade de Qualidade de Dados



Fonte: ISO (2013), adaptado

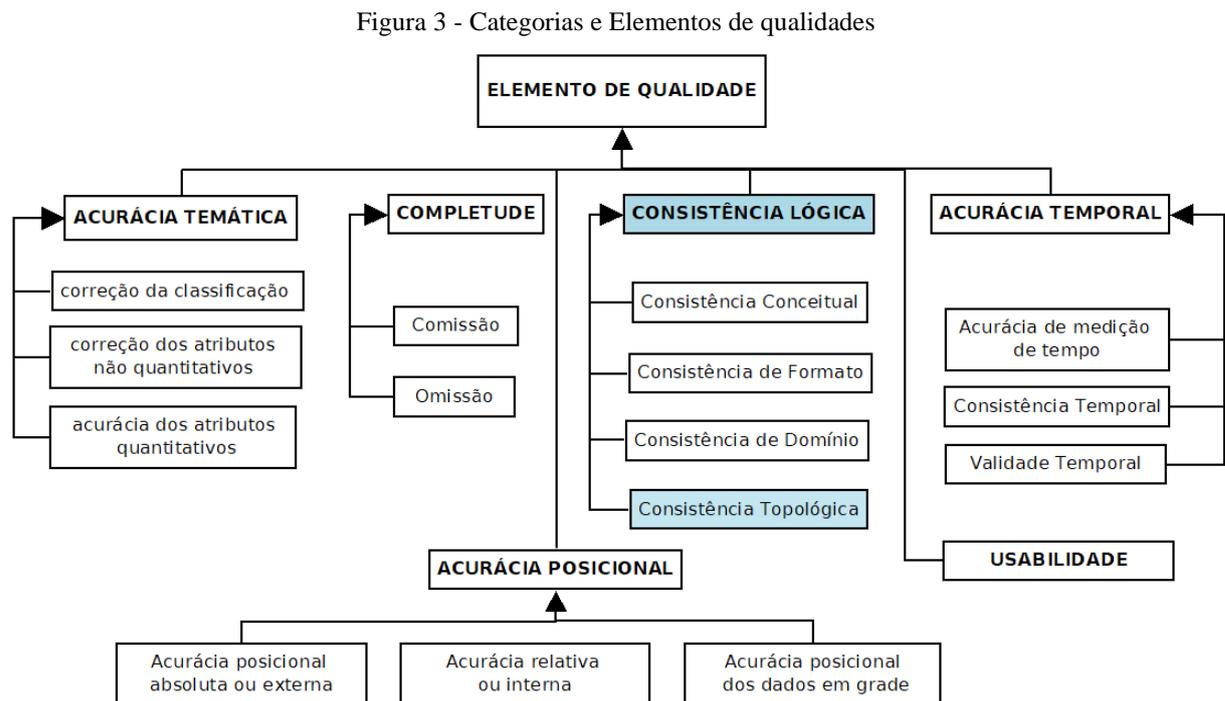
O escopo de uma unidade de qualidade identifica a extensão e/ou uma característica daquilo que será avaliado (ISO, 2013). O escopo pode ser uma lista de feições, atributos das feições e seus relacionamentos, uma parte de um conjunto de dados, ou o conjunto como um todo. Um valor comum para escopo na CQDG é o próprio conjunto de dados geoespaciais que deve ser considerado como um todo (DSG, 2016).

Considerando a ISO 19157, cada *unidade de qualidade* (para escopo/elemento) está associado a uma medida de qualidade, a um método de avaliação, e possui um ou mais resultados.

2.3.2 Elementos de qualidade de dados

A ISO 19157 define que a qualidade dos dados cartográficos é descrita com base em elementos do controle de qualidade. Estes elementos descrevem a qualidade dos dados a partir de um conjunto de critérios estabelecidos. A norma internacional indica que esses critérios são padronizados e devem ser aplicados a um conjunto de dados avaliados, de forma a permitir comparar diferentes conjuntos.

A Figura 3 mostra um extrato das classes e subclasses da qualidade de dados estipuladas pelo ISO 19157, para uma melhor compreensão, sendo que no destaque pode-se ver o foco deste trabalho.



Fonte: Andrade (2018), adaptado

De uma forma simplificada, essas categorias agrupam elementos de qualidade similares que descrevem se os dados estão completos (Completo), se estão na posição correta (Acurácia posicional), se os atributos estão corretos (Acurácia temática) e se cumprem com todas as regras lógicas (Consistência lógica) (GARCÍA-BALBOA, 2011).

Além disso, a exatidão de uma medida de tempo refere-se à acurácia de um determinado atributo temporal (evento ou período) em relação ao valor real (ISO, 2013) e a usabilidade é o aspecto de qualidade baseado nos requisitos específicos de usuários e/ou no(s) universo(s) de discussão (IBGE, 2019).

A consistência lógica, elemento estudado nesse trabalho, é uma categoria de qualidade de dados espaciais cujo objetivo é avaliar cumprimento das regras lógicas da estrutura dos dados, por meio do grau de aderência desse conjunto de dados às regras lógicas do modelo de dados espaciais utilizados (KAINZ, 1995; SERVIGN et al., 2006).

Segundo DSG (2016) e ISO (2013), a categoria de qualidade de consistência lógica pode ser classificada de acordo com os seguintes elementos de qualidade:

- a) Consistência conceitual – está relacionada a aderência ao modelo conceitual estabelecido para o dado geoespacial;
- b) Consistência de domínio - avalia a conformidade em relação a valores de domínios preestabelecidos, isto é, refere-se ao fato de que os campos a serem preenchidos nas tabelas de atributo devem ser feitos de acordo com os valores estabelecidos para aquele tipo de informação;
- c) Consistência de formato - considera o grau em que os dados são armazenados de acordo com a estrutura física do conjunto de dados; e
- d) Consistência topológica - refere-se à correção dos aspectos geométricos e topológicos explicitamente estabelecidas para um conjunto de dados.

2.3.3 Métodos de Avaliação de qualidade de dados

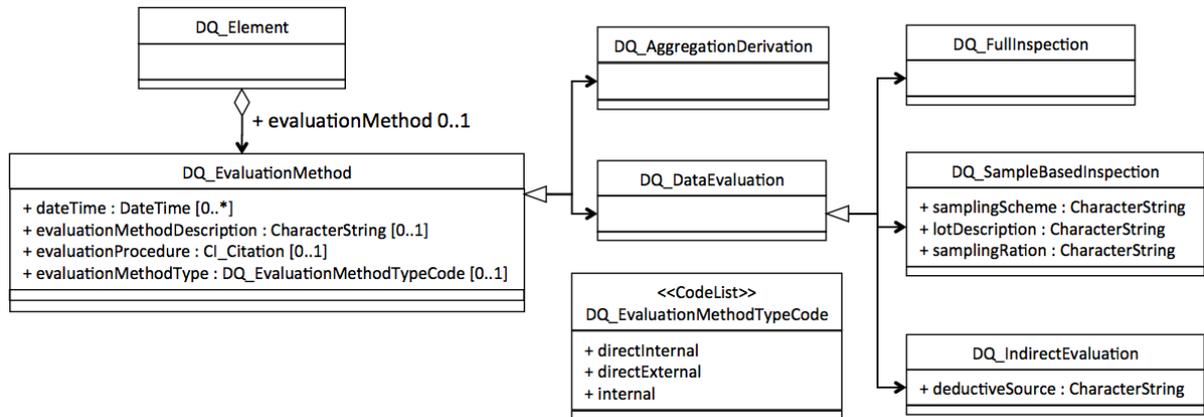
O método de avaliação deve ser incluído para cada medida de qualidade dos dados aplicada e é usado para descrever, ou para fazer referência à documentação que descreve a metodologia usada para aplicar uma medida de qualidade aos dados especificados por um escopo de qualidade de dados (ISO, 2013).

2.3.3.1 Classificação dos métodos de avaliação da qualidade dos dados

O método de avaliação da qualidade descreve os procedimentos que são aplicados aos dados geográficos para chegar a um resultado de qualidade de dados. Este método é escolhido de acordo com o elemento de qualidade e o tipo de conjunto de dados espaciais a avaliar. Classificado em amostral, completo, agregação/derivação e avaliação indireta.

A Figura 4 apresenta uma visão geral do Método de avaliação de qualidade de dados descrita na ISO 19157.

Figura 4 - Método de avaliação de qualidade de dados



Fonte: ISO (2013)

O método de avaliação por amostragem é realizado sobre uma fração do lote do produto. Geralmente usada em lotes grandes ou em situações em que sejam necessários ensaios destrutivos. O objetivo da inspeção por amostragem é o de estabelecer uma regra de decisão justa, para aceitar ou rejeitar um lote do produtor, seja este um produto cartográfico final ou uma etapa de produção finalizada. (IBGE, 2019).

Já no método de avaliação completa, todo o lote é inspecionado, ou seja, requer testar todos os itens da população especificada no escopo. Aplica-se quando qualquer não conformidade impeça o funcionamento ou utilização do produto final, ou ponha em risco o usuário.

O método de avaliação completa é usual em inspeções de consistência lógica, em que é possível automatizar algumas aferições de qualidade. Entretanto, nos casos em que não é possível automatizar a aferição de qualidade, recomenda-se a realização de inspeções amostrais, segundo um plano de amostragem (IBGE, 2019).

Aparentemente, segundo Martins (2002) a inspeção 100% de um produto ou item pode assegurar a conformidade dele. Entretanto, é sabido que uma pessoa que inspecione visualmente um produto ou item, pode por fadiga, por exemplo, falhar e deixar passar um produto não-conforme. Então, a inspeção 100% de um produto ou item que dependa do fator humano pode não resultar em garantia da qualidade.

No contexto da avaliação indireta a qualidade é estimada com base na experiência do avaliador e em informações subjetivas como, por exemplo, na análise de metadados como: propósito, uso e linhagem.

Por fim, a inspeção 100%, a inspeção por amostragem e avaliação indireta utilizando ou não critérios estatísticos, podem ser realizadas tanto no recebimento de materiais, durante o processo de produção ou no final antes de embalar os produtos (MARTINS, 2002).

2.3.3.2 Tipo de métodos de avaliação direto interno, direto externo ou indireto

A escolha do tipo de métodos da avaliação, segundo ISO (2013) pode ser direto interno, direto externo, ou indireto. O tipo de avaliação direta determina a qualidade através da comparação do dado com uma informação de referência interna ou externa.

No tipo direto externo necessita de informação de referência externa ao conjunto de dados sendo testado. Nesta avaliação, a posição espacial do dado é comparada com uma referência externa, ou seja, com o resultado dos dados e documentos cartográficos coletados para a base de referência, desde que esses dados tenham qualidade reconhecida como superior.

Para o tipo do método de avaliação direto interno, toda informação necessária para realizar a avaliação está interna a este conjunto de dados. Como exemplo pode-se citar que toda informação necessária para realizar um teste topológico de fechamento de polígonos reside na estrutura topológica do próprio conjunto de dados (SALISSO FILHO, 2013).

O tipo do método de avaliação indireto de acordo com Gottardo & Barbosa (2021) baseia-se em conhecimento externo ou experiência pessoal do avaliador, abrindo margem à subjetividade. Exemplos de conhecimento externo citados em ISO (2013) são os elementos de metadados especificados em ISO (2003); Objetivo (do pacote *MD_Identification*); Emprego (do pacote *MD_Usage*, agregado ao pacote *MD_Identification*); e Linhagem (agregado ao pacote *DQ_DataQuality*).

2.3.4 Medidas de qualidade dos dados

A medida de qualidade quantifica um valor representativo da aderência de um produto a um conjunto de regras estabelecidas. A medida deve estar enquadrada em um contexto, ou seja, o método de avaliação que guia a medida até os resultados (DSG, 2016).

As medidas de qualidade dos dados são definidas a partir das medidas básicas e dependem de métodos diferentes para contar erros ou o número de valores corretos. Para evitar a

repetição, todos os métodos possíveis para criar medidas de qualidade de dados relacionadas às contagens devem ser definidos em termos de medidas básicas de qualidade de dados (ISO, 2003). O Quadro 1 apresenta algumas dessas medidas básicas definidas na CQDG.

Quadro 1 - Medidas básicas de qualidade

Medida básica	Definição	Tipo de valor	Exemplo
Indicador de erro	Indica que um elemento não está correto ou é falso.	Booleano	<i>False</i>
Indicador de acerto	Indica que um elemento está correto ou é verdadeiro.	Booleano	<i>True</i>
Contagem de erro	Número total de elementos errados em um conjunto de dados, definido no escopo do controle de qualidade dos dados.	Inteiro	11
Contagem de acerto	Número total de elementos corretos em um conjunto de dados, definido no escopo do controle de qualidade dos dados.	Inteiro	571
Taxa de erro	Quantidade de erros dividido pelo número de elementos que estão presentes no conjunto de dados, definidos no escopo.	Real	0,019
Taxa de acerto	Quantidade de acertos dividido pelo número de elementos que estão presentes no conjunto de dados, definidos no escopo.	Real	98,1%

Fonte: (DSG, 2016)

A ISO (2013) padroniza que uma medida de qualidade dos dados deve ser fornecida para cada tipo de dados geográficos de referência e deve ser apresentada por meio de descritores (componentes que descrevem uma medida de qualidade). Seguindo o previsto na ISO, o Quadro 2 apresenta a descrição dos atributos da classe *DQM_Measure* utilizados na CQDG (DSG, 2016).

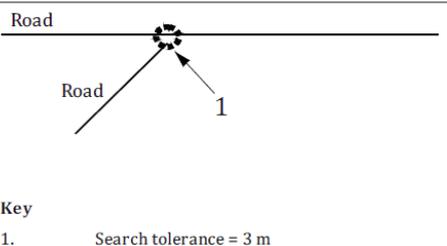
Quadro 2 - Componentes que descrevem uma medida de qualidade

Linha	Componente	Descrição	Obrigação / Condição
1	Nome	Nome da medida de qualidade aplicada aos dados especificados pelo escopo	Obrigatório
2	Nome alternativo	Outro nome, abreviatura ou nome curto para a mesma medida de qualidade	Opcional (0..n)
3	Elemento de qualidade	Nome do elemento de qualidade ao qual se refere a medida. Mais de um elemento pode ser usado	Obrigatório (1..n)
4	Medida básica	Nome da medida básica da qual se deriva a medida descrita	Condicional (caso derive de medida básica)
5	Definição	Definição do método para calcular o valor da medida de qualidade	Obrigatório
6	Descrição	Todas as fórmulas e/ou esquemas necessários para obter o resultado ao aplicar a medida	Opcional
7	Parâmetro	Variável auxiliar utilizada pela medida de qualidade incluindo nome, definição e descrição. Mais de um parâmetro pode ser usado	Condicional (caso exista)
8	Tipo de valor	Tipo de valor para informar o resultado da medida. Exemplos: texto, número real	Obrigatório
9	Estrutura do valor	Possível estrutura para o valor da medida. Isso ocorre em resultados complexos, como uma lista ou tabela	Condicional (caso o valor requiera uma estrutura)
10	Referência da medida	Referência externa caso a medida tenha sido documentada em outra fonte	Condicional (caso exista uma fonte externa)
11	Exemplo	Exemplo de uso da referida medida de qualidade	Opcional (0..n)
12	Identificador	Valor que identifica unicamente a medida	Obrigatório

Fonte: DSG (2016)

Uma medida de qualidade pode, de acordo com a ISO (2013), na prática, ser representada por uma tabela de forma descritiva. O Quadro 3 apresenta um exemplo aplicado para a medida “Número de conexões ausentes”, explicitando as verificações necessárias para garantir a consistência topológica de um Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais - CDGV.

Quadro 3 – Exemplo de medida de qualidade

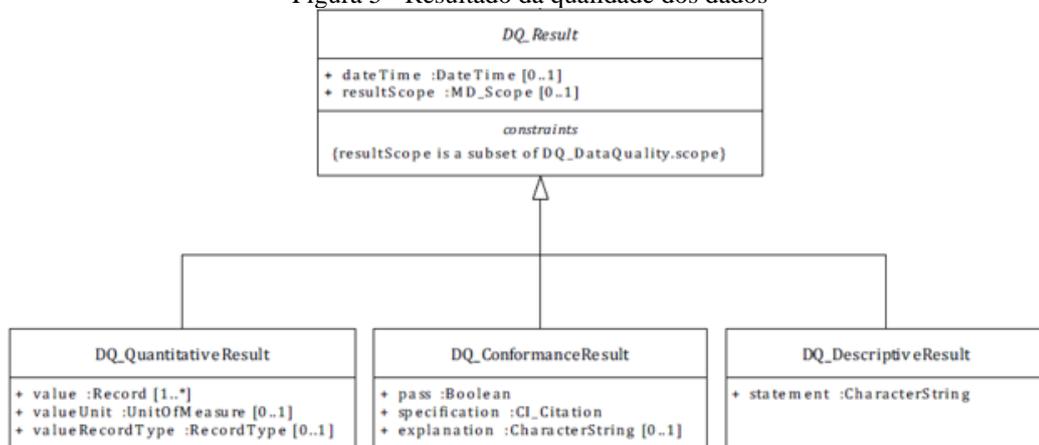
Line	Component	Description
1	Name	number of missing connections due to undershoots
2	Alias	undershoots
3	Element name	topological consistency
4	Basic measure	error count
5	Definition	count of items in the data set, within the parameter tolerance, that are mismatched due to undershoots
6	Description	-
7	Parameter	search distance from the end of a dangling line
8	Value type	Integer
9	Value structure	-
10	Source reference	-
11	Example	 <p>Key 1. Search tolerance = 3 m</p>
12	Identifier	23

Fonte: ISO (2013)

2.3.5 Resultados de qualidade

Um resultado de qualidade de dados deve ser fornecido por cada medida de qualidade de dados. A ISO 19157 conceitua o resultado como valor ou conjunto de valores obtidos por intermédio de medidas (quantitativos) ou a declaração de conformidade desses valores com valores de referência (não quantitativos). O escopo e a data da realização da avaliação são atributos comuns a todos os tipos de resultados, como pode ser visto na Figura 5, que mostra esquema do modelo de Resultado de qualidade de dados.

Figura 5 - Resultado da qualidade dos dados



Fonte: ISO (2013)

2.3.6 Relatório de qualidade

A última fase do processo de avaliação da qualidade dos produtos geoespaciais é informar os resultados em relatório, conforme prevê a norma ISO 19157, para documentar informações de qualidade existentes fora do modelo conceitual e que possam ser úteis na descrição da qualidade.

A Norma orienta sobre a elaboração de relatórios de qualidade independentes e o preenchimento dos metadados a respeito das inspeções de qualidade.

Em relação ao preenchimento de relatório de qualidade com metadados a CQDG apresenta padrões de como informar da qualidade usando os metadados da ISO 19115 (ISO, 2003), para manter a compatibilidade com o perfil brasileiro de metadados, Perfil MGB (CONCAR, 2010). Esse relatório é recomendado para ser usado por sistemas automatizados.

Quanto ao relatório de qualidade independente, a norma ISO 19157 sugere que cada instituição adote uma estrutura de acordo com suas necessidades, práticas e procedimentos de avaliação. A norma não define nenhuma estrutura básica para esse relatório. O relatório independente de qualidade está planejado para informar ao usuário do produto sobre os procedimentos de qualidade que foram executados no produto de uma forma amigável (ISO, 2013).

Conforme DSG (2016) o relatório independente de qualidade deve ser fornecido em um formato interoperável. Portanto, deve usar um dos formatos previstos para arquivos do tipo documento adotados ou recomendados na arquitetura e-PING do Governo Brasileiro (BRASIL, 2016). Também é aceitável um formato de intercâmbio de hipertexto adotado. Recomenda-se utilizar os formatos PDF ou ODT.

Segundo o IBGE (2019), o relatório de qualidade não só sintetiza as inspeções de qualidade, como facilita o seu entendimento e possibilita a tomada de ações de melhoria, tanto do produto, quanto do processo de produção cartográfica. Ele retrata aspectos bons e/ou ruins do conjunto de dados inspecionado, indicando sua aprovação ou reprovação, segundo níveis de conformidade desejados. Por meio da análise do relatório de qualidade, é possível indicar melhorias de qualidade – do produto, do processo de produção, da equipe, dos insumos, do *hardware*, do *software* – assim como identificar novas medidas de qualidade a serem executadas.

3 CONSISTÊNCIA TOPOLÓGICA

Esse capítulo tem o objetivo de definir conceitos e apresentar os principais tipos de erros que podem ser encontrados ao realizar uma inspeção da consistência topológica.

A consistência topológica descreve a confiabilidade das relações topológicas e lógicas entre os segmentos do conjunto de dados (JOKSIC & BAJAT, 2004). Essas relações geralmente envolvem inconsistências de dados espaciais, como interseções de linha incorretas, polígonos não fechados corretamente, linhas ou limites duplicados ou lacunas nas linhas. Ela lida com a integridade estrutural de um determinado conjunto de dados com base em uma estrutura formal para modelagem de dados espaciais e relacionamentos entre objetos. Esses tipos de erros devem ser corrigidos para evitar recursos incompletos e para garantir a integridade dos dados (SEHRA, 2014).

De acordo com França (2021) as inconsistências topológicas estão relacionadas ao posicionamento relativo entre as feições dentro da mesma classe (intraclasse) ou em classes diferentes (interclasse), de forma a atenderem o significado de relacionamento espacial dos objetos. Essa verificação pode ser feita através da criação de estruturas topológicas predefinidas, mas o mais comum é os especialistas utilizarem métodos analíticos baseados no *Dimensionally Extended Nine-Intersection Method –DE-9IM*.

O método DE-9IM, é adotado pelo *Open Geospatial Consortium* - OGC como padrão para modelos de relacionamentos topológicos entre objetos geográficos.

O OGC desenvolve especificações de implementação para promover a interoperabilidade de aplicações de informação geográfica. Este desenvolvimento é baseado no conceito de um conjunto abrangente de interfaces de *softwares* comuns suportadas por servidores geográficos, em todas as plataformas de computação (HERRING, 2011).

Dessa maneira, para validação da consistência topológica, como proposto por França (2021) e IBGE (2019), considerando-se os tipos de inconsistências e o fluxo de verificação, define os seguintes níveis de validação:

- a) Validação da geometria: objetiva checar validade da geometria de acordo com as *OpenGIS Simple Feature Specifications* - SFS da OGC e outras regras de construção da geometria exigidas pelo modelo;
- b) Validação intraclasse (interna): objetiva identificar inconsistências topológicas entre feições de uma mesma classe;
- c) Validação interclasse (externa): objetiva identificar inconsistências topológicas entre feições de classes diferentes.

3.1 VALIDAÇÃO DA GEOMETRIA

A validação da geometria consiste em verificar se a geometria das feições está de acordo com os padrões da OGC para feições simples, bem como outros critérios estabelecidos pela modelagem de dados vigente (FRANÇA, 2021).

Na validação da geometria busca-se garantir que os dados geoespaciais vetoriais não estejam eivados de erros gerais como:

- a) Geometria vazia;
- b) Geometria inválida;
- c) Geometria não-simples;
- d) Geometria limpa;
- e) Geometria multiparte;
- f) Geometria com ângulos pequenos;
- g) Geometrias com áreas pequenas ou comprimentos pequenos; e
- h) Fechamento de anel linear.

3.1.1 Geometria vazia

Uma geometria vazia é o nome dado quando um objeto é criado no banco de dados sem armazenar a respectiva geometria (FRANÇA, 2021). Uma figura geométrica é vazia se não possuir coordenadas. O limite, o interior e o exterior de uma geometria vazia não estão definidos se serão representados como nulos. Os polígonos e multipolígonos vazios têm sempre uma área de valor zero (Figura 6).

Figura 6 - Exemplo de geometrias vazias com valor de área zero

	id	classe	descricao	area_otf
1	5074	NULL	NULL	0
2	5080	NULL	NULL	0
3	4169	NULL	NULL	81,11316382746...
4	4094	NULL	NULL	97,64317043817...
5	4148	NULL	NULL	181,5990024983...

Fonte: O Autor (2022)

Geometrias vazias podem ser introduzidas quando os dados são criados, editados programaticamente, quando dados ruins são importados para seu sistema de informações

geográficas ou quando fazemos operações geométricas, por exemplo ao combinar (unir) um ponto vazio com outras geometrias não vazias. O padrão OGC permite que um valor de cada um dos tipos instanciáveis possa ser uma geometria vazia. Assim, existem pontos vazios, cadeias de linhas vazias, polígonos vazios e coleções de geometrias vazias etc. Se um método tem como resultado o retorno de uma geometria vazia e o tipo mais específico não é inerente ao método, então é gerado um ponto vazio (STOLZE, 2003).

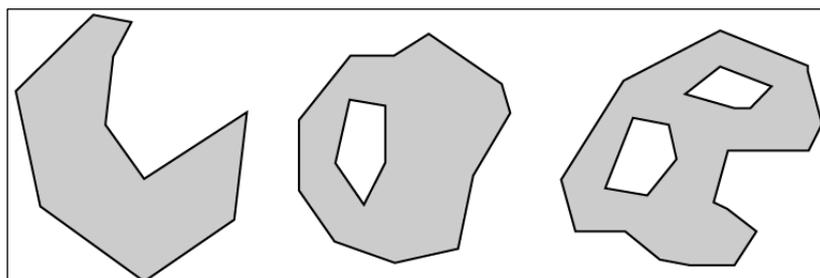
3.1.2 Geometrias inválidas

Andrade (2018) considera que a definição de geometria válida está ligada a geometrias do tipo linha e polígono. Para geometrias do tipo linha ser válida significa ser simples. Para o caso de geometrias do tipo polígono ser válida significa atender aos seguintes itens conforme padrão OGC e elencado por (LEDOUX et al., 2012; OOSTEROM et al., 2005; HERRING, 2011):

- a) Os polígonos são topologicamente fechados;
- b) os *LinearRings* (anel linear) que formam os limites exteriores e interiores devem ser simples;
- c) os anéis não devem se cruzar, mas podem se intersectar em um ponto tangente;
- d) um polígono não deve ter linhas de corte, pontas ou perfurações (externas ou internas);
- e) o interior de cada polígono deve ser um conjunto de pontos conectados; e
- f) os anéis internos não podem estar fora do anel exterior e nem dentro de outros anéis interiores.

Nas afirmações acima, de acordo com Herring (2011), interior, fechamento e exterior têm as definições topológicas padrão. A combinação da letra (a) e (c) torna um polígono um conjunto regular de pontos fechados. Polígonos são objetos geométrico simples, conforme mostra a Figura 7.

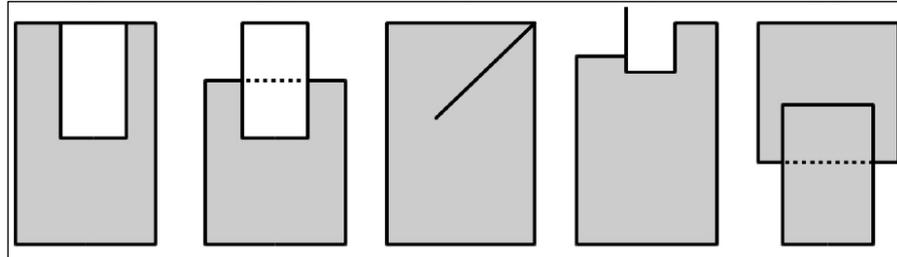
Figura 7 - Exemplos de polígonos válidos



Fonte: Herring (2011)

Enquanto a Figura 8 mostra alguns exemplos de objetos geométricos que violam as afirmações acima e não são representáveis como instâncias únicas de polígono

Figura 8 - Objetos não representáveis como instâncias únicas de polígono



Fonte: DSG (2016)

Ainda de acordo com Herring (2011) e POSTGIS (2022) um *MultiPolygons* (multipolígono) é uma *MultiSurface* cujos elementos são polígonos e para ser válido as afirmações para multipolígonos são as seguintes.

- a) Os interiores de 2 polígonos que são elementos de um multipolígono não podem se cruzar;
- b) Os limites de quaisquer 2 polígonos que são elementos de um multipolígono não podem "cruzar" e podem tocar apenas em um número finito de pontos;
- c) Um multipolígono não pode ter linhas de corte, pontas ou perfurações, um multipolígono não é um conjunto regular de pontos fechados; e
- d) O interior de um multipolígono com mais de 1 polígono não é conectado; o número de componentes conectados do interior de um multipolígono é igual ao número de polígonos no multipolígono.

Portanto, nesses aspectos França (2021) afirma que dados com geometrias inválidas impossibilitam diversas operações de geoprocessamento, além de falsear medições de área e perímetro.

3.1.3 Geometrias não simples

Esse tipo de erro está associado ao erro de geometria inválida, pois para a geometria ser válida ela precisa ser simples.

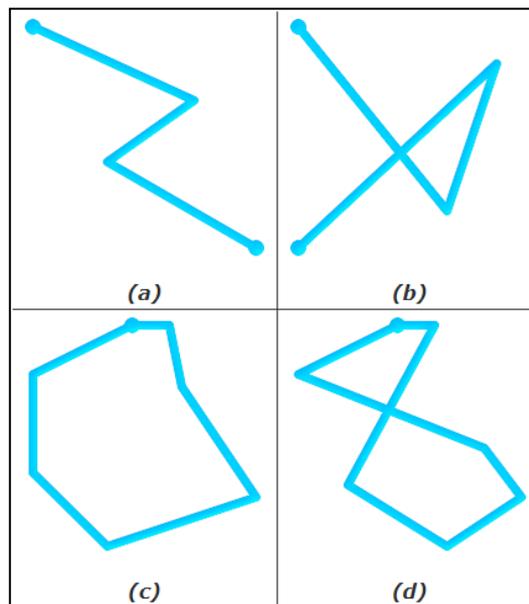
Nesse sentido, os valores de alguns subtipos de geometrias – *Linestring* (linha), *multipoints* (multipontos) e *multilinestring* (multilinhas) - são simples ou não simples. Uma

geometria é simples se ela estiver de acordo com todas as regras de topologia impostas ao seu subtipo e não simples se não estiver. De acordo com os padrões do OGC, uma geometria é dita “simples” quando em seu interior não possui pontos anômalos, como auto intersecção ou auto tangência (Herring, 2011). Conforme um breve resumo das regras definidas para o padrão do OGC:

- a) Um ponto é inerentemente simples como um objeto de geometria zero-dimensional;
- b) Multipontos são simples se nenhuma de duas coordenadas (pontos) forem iguais (tenham o valor de coordenadas idêntico);
- c) Uma linha é simples se não passa pelo mesmo ponto duas vezes - auto intersecção - (exceto para ponto finais, em cada caso são referidos como um anel linear e considerados fechados).

A Figura 9 - (a) e (c) apresenta alguns exemplos de linhas classificadas como simples e (b) e (d) não-simples.

Figura 9 - Exemplos de linhas classificadas como simples e não simples

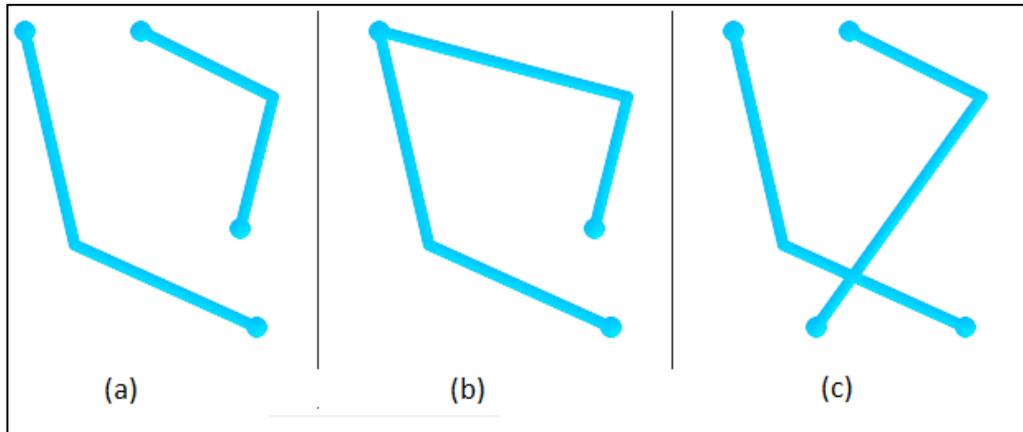


Fonte: POSTGIS (2022)

Uma multilinha é simples quando: segmentos individuais são orientados de forma consistente (o ponto final do segmento i deve ser coincidente com o ponto inicial do segmento $i + 1$) (ARCGIS, 2021); somente se todos seus elementos forem simples e a única intersecção entre qualquer um dos dois elementos ocorrer em pontos que estão nos limites dos dois

elementos, conforme Figura 10 (a) e (b), enquanto a (c) representa uma multilinha não simples (POSTGIS, 2021).

Figura 10 - Exemplos de multilinhas classificadas como simples e não simples



Fonte: POSTGIS (2022)

A primitiva geométrica polígono, conforme ArcGIS (2021), é considerado não simples quando:

- a) contém anéis de auto interseção - um polígono não deve se auto interceptar;
- b) contém anéis não fechados - o último vértice em um anel deve ser coincidente com o primeiro vértice no anel; e
- c) a orientação do anel está incorreta - um polígono que não se auto intercepta, mas seus anéis não estão orientados corretamente - anéis externos, no sentido horário ou anéis internos, no sentido anti-horário.

3.1.4 Geometrias limpa

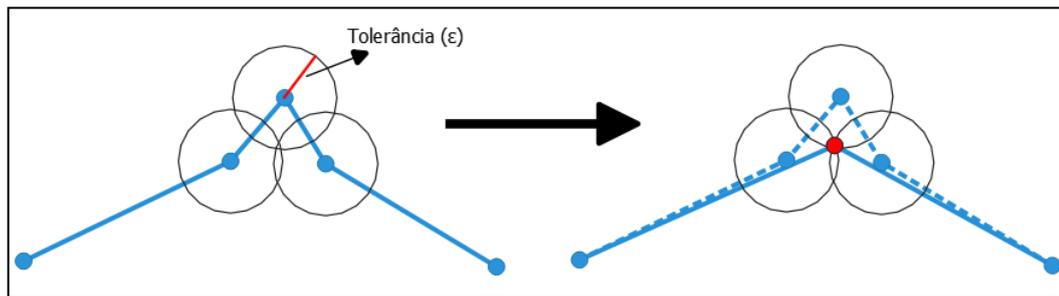
De acordo com Oosterom et al. (2005), uma geometria é dita “limpa” quando nenhum ponto de uma geometria, do tipo linha ou polígonos, está dentro de uma tolerância (ϵ) de qualquer outro ponto ou segmento (que não o contém). O conceito de geometria limpa pode ser aplicado tanto para linhas quanto polígonos. Alguns problemas causadores de geometria não limpa (ou poluída) são (FRANÇA, 2021):

- a) Vértices próximos a arestas;
- b) Efeito ponta (ou molhe);
- c) Efeito ponte (interna ou externa);
- d) Pontos excessivos; e

e) Pontos duplicados (repetidos).

A Figura 11 apresenta um exemplo de geometrias não limpa, considerando-se uma tolerância (ϵ). Uma solução proposta por Andrade (2018) para a remoção de vértices em excesso em geometrias não limpa, é a utilização de algoritmos de simplificação, como o de Douglas-Peucker.

Figura 11 - Multilinhas “não limpa” considerando-se uma tolerância posicional



Fonte: O Autor (2021)

O conceito da geometria limpa está relacionado aos princípios de generalização cartográfica, sendo a tolerância determinada conforme a escala de mapeamento (LI et al., 2020).

França (2021) afirma que o procedimento de limpeza das geometrias tem vários efeitos positivos podendo ser citados a redução de espaço para armazenamento dos dados e a otimização no processamento computacional

3.1.5 Geometria multiparte

Uma geometria multiparte é uma coleção de geometrias simples (partes-simples). Se ela contém apenas um tipo de geometria simples, ela pode ser classificada em multipontos, multilinhas e multipolígonos (HERRING, 2011). Um bom exemplo é um país constituído por várias ilhas que pode ser representado como um polígono múltiplo. (WADEMBERE & OGAO, 2014).

Andrade (2018) explica que a utilização desnecessária de geometrias multipartes pode levar a lentidão na execução de consultas espaciais. Assim, para geometrias multiparte, é computacionalmente mais vantajoso desagregar geometrias multipartes em partes-simples,

além de recriar a indexação espacial para que, ao invés de considerar um grande *bounding box*, sejam criados retângulos menores para as partes simples.

As regras relacionadas a detectar objetos geométricos multipartes são utilizadas para verificar quando existe dois elementos de uma mesma feição, não contíguos, mas que em função de algum problema de aquisição, o software os reconhece como um elemento único, contendo múltiplas partes; a incidência dessa situação pode estar relacionada quando é feito o uso de ferramentas de mesclar duas feições, pois mesmo que elas não estejam conectadas o processo será aceito.

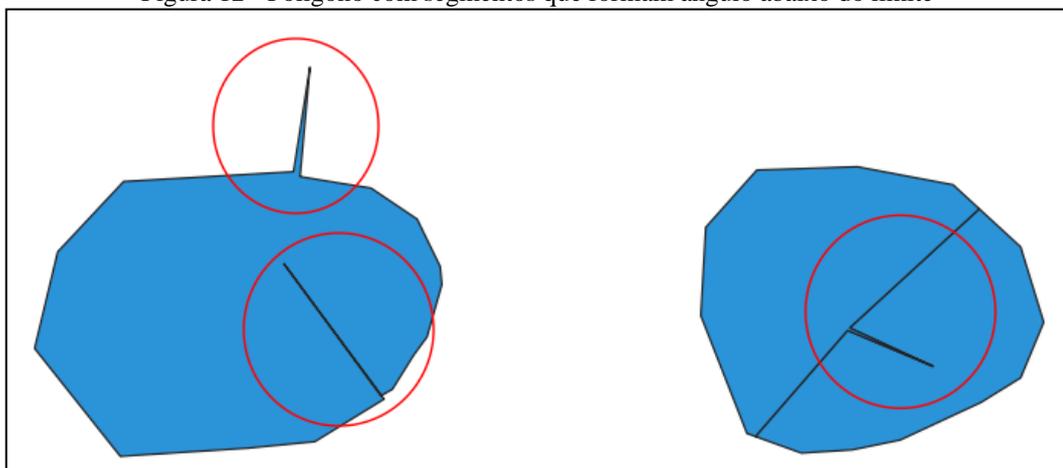
3.1.6 Geometrias com segmentos que formam ângulos muito pequenos

Oosterom et al. (2005) apontam que os ângulos pequenos estão relacionados ao conceito de geometria limpa.

Segmentos que formam ângulos pequenos são indicativos de vértices em excesso que podem ser removidos sem prejudicar o formato geral da geometria. Este tipo de vértice, cujos segmentos anterior e próximo formam um ângulo abaixo de um limite tolerado, ao ser removido pode inclusive auxiliar na resolução de problemas de relacionamento topológico entre feições vizinhas (ANDRADE, 2018).

A incidência de ângulos pequenos pode estar relacionada a problemas na aquisição das geometrias do tipo linha e polígono, sendo também causada por processos automáticos de geoprocessamento (FRANÇA, 2021). A Figura 12 apresenta exemplos de geometrias com ângulos menores que o tolerado ($\theta < \alpha$). Tal parâmetro pode ser especificado no modelo de dados, de acordo com cada classe.

Figura 12 - Polígono com segmentos que formam ângulo abaixo do limite



Fonte: DSG (2021), adaptado

3.1.7 Geometrias com áreas pequenas ou comprimentos pequenos

França (2021) afirma que as geometrias das feições são utilizadas para representar por planimetria a sua localização espacial. Logicamente, espera-se que essas geometrias tenham medidas mínimas e máximas toleráveis em relação ao que é observado na natureza. Nesse sentido este tipo de problema está ligado aos critérios de aquisição das geometrias.

Feições do tipo linha e polígono podem ter suas medições (comprimento, área, perímetro etc.) comparadas com parâmetros esperados (máximos e mínimos) para cada tipo classe de feições. Normalmente os valores mínimos de área e comprimento estão relacionados à escala do produto que se está produzindo. Sendo assim, de acordo com o valor mínimo estabelecido, deve ser possível identificar estas geometrias que possuam área ou comprimento abaixo do valor limite para correção, que pode ser um processo de remoção ou de dissolução de geometria menor na geometria maior. (ANDRADE, 2018).

Os parâmetros gráficos mínimo e máximo podem ser determinados por vários fatores: levando em consideração o limite visual do olho humano ou levando em consideração regras específicas para atender um determinado objetivo ou tema, como os especificados pela DSG (2011). Portanto, como esse estudo utiliza os produtos elaborados pela DSG será considerado os seus parâmetros para elaboração das regras de inspeção de qualidade.

Um exemplo de um dos parâmetros utilizado pela a DSG é as tabelas de ocorrência de classes de objetos geoespaciais do mapeamento sistemático terrestre, observada a escala de representação, que definem quais objetos previstos na EDGV devem ser adquiridos em função da escala de representação do produto final, sendo assim a dimensão destes objetos é o critério preponderante nesta definição (CONCAR, 2010).

O Quadro 4 detalha os parâmetros para as classes da categoria *Estrutura Econômica*, apresentando as dimensões mínimas usando as distâncias próprias para cada escala. O limite mínimo comum para aquisição é o raio de topologia descrito na CQDG, ou seja, 0,02 mm na escala (DSG, 2011).

Quadro 4 – Aquisição de objetos segundo a escala para a categoria Estrutura Econômica

<i>CLASSE</i>	<i>1:25.000</i>	<i>1:50.000</i>	<i>1:100.000</i>	<i>1:250.000</i>
Area Comerc Serv $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	-
Edif Comerc Serv $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	-
Deposito Geral $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	-
Area Industrial $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	-
Edif Industrial $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	X
Area Ext Mineral $\geq 400 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Ext Mineral $\geq 25 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Edif Ext Mineral $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	-
Plataforma $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	X
Area Agropec Ext Vegetal Pesca $\geq 400 \text{ mm}^2$	X	X	X	X
Edif Agropec Ext Vegetal Pesca $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	-
Equip Agropec $\geq 1 \times 1 \text{ mm}$	X	X	X	-

Fonte: DSG (2011)

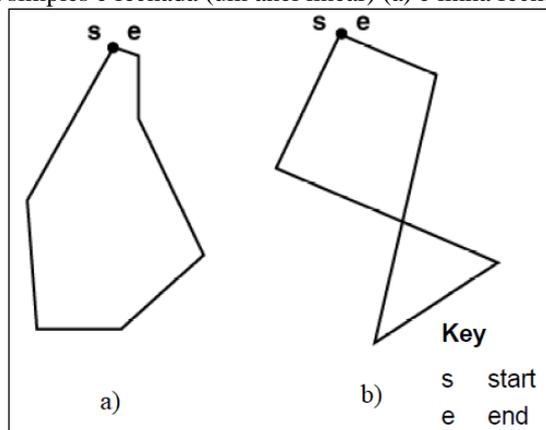
A avaliação dessa medida é fundamental para verificação do nível de generalização de um conjunto de dados. Segundo Shen & Ai (2017), a generalização é a questão-chave em aplicações que dependem da escala, como consultas espaciais em diferentes resoluções, integração de infraestruturas e rápida transmissão de dados.

3.1.8 Geometrias de anel linear

O fechamento de anel linear consiste basicamente em verificar se os pontos inicial e final são iguais. Um anel linear é um tipo linha onde o último ponto coincide com o primeiro e deve possuir mais de dois vértices (POSTGIS, 2021).

Conforme Herring (2011) um anel linear é uma linha fechada e simples. A curva na Figura 13, item (a), é uma linha fechada isso é um anel linear. A curva na Figura 13, item (b) é uma linha fechada que não é um anel linear. O anel linear é a estrutura utilizada para representar isolinhas (FRANÇA, 2021).

Figura 13 - Linha simples e fechada (um anel linear) (a) e linha fechada não simples (b)



Fonte: Herring (2011), adaptado

3.2 VALIDAÇÃO INTRACLASSE (INTERNA)

Seguindo a estrutura de níveis de validação proposta por França (2021) e IBGE (2019), a validação intraclasses corresponde à verificação de regras topológicas entre as feições de uma mesma classe. Dependendo da modelagem dos dados e do padrão utilizado pelo *software*, as seguintes checagens podem ser realizadas:

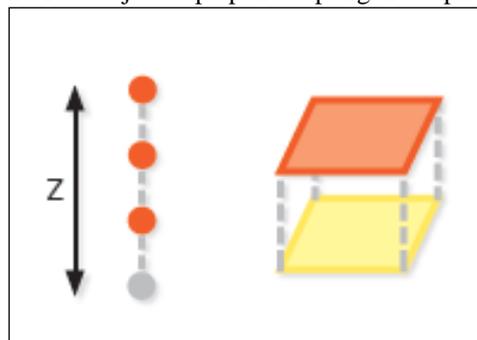
- a) Geometrias duplicadas;
- b) Sobreposição entre geometrias;
- c) Cruzamento entre linhas;
- d) Lacunas entre polígonos;
- e) Ponta de linha solta por excesso ou falta;
- f) Ausência de ponto de conectividade; e
- g) Estrutura de rede.

3.2.1 Geometrias duplicadas

Este erro é autoexplicativo, está relacionado a presença de geometrias duplicadas para representar a mesma feição e pode afetar a execução de análises espaciais (FIGURA 14).

Saldanha (2005) afirma que ocorrência de elementos duplicados são considerados erros, pois dentro de um banco de dados geográfico é necessário garantir a unicidade de dados, ou seja, cada dado armazenado deve ser único. Este tipo de erro pode ser cometido durante o processo de vetorização quando se tem de digitalizar com uma linha áreas contíguas. Servigne et al. (2000) propõem uma forma de lidar com este tipo de erro por meio da deleção de um dos elementos duplicados.

Figura 14 - Objetos tipo ponto e polígono duplicados



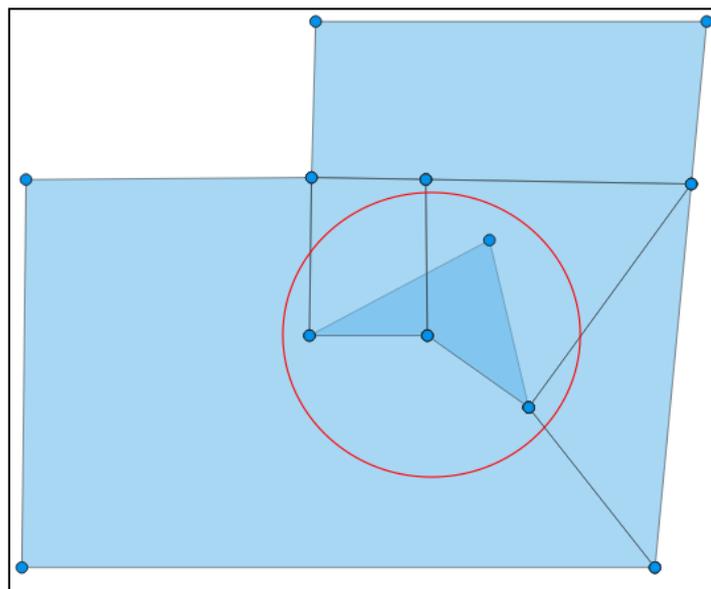
Fonte: ArcGis (2021)

3.2.2 Geometrias com sobreposições

A associação espacial de camadas de informações contendo elementos de área e linha é uma prática comum quando se trabalha com dados geoespaciais. A coincidência entre os vértices dos vetores formadores dos limites da geometria é uma condição desejável nestas operações (SALDANHA, 2005). Quando essa condição não é aceita, um dos problemas causado é o da sobreposição (FIGURA 15).

Nesse sentido, França (2021) afirma que a sobreposição ocorre quando os interiores de duas geometrias distintas se interceptam e essa interseção tem a mesma dimensão das geometrias originais. Segundo Maras et al. (2010), este tipo de erro é normalmente decorrente do processo de aquisição vetorial e erros desse tipo afetam resultados de análises espaciais.

Figura 15 - Sobreposições entre polígonos vizinhos



Fonte: QGIS (2021), adaptado

3.2.3 Cruzamento entre Linhas

As regras de cruzamento entre linhas são aquelas que envolvem dois objetos do mundo real em que um atravessa o outro, de forma que, ambos compartilham alguma parte de seu interior, limite e exterior (BOGORNY, 2001).

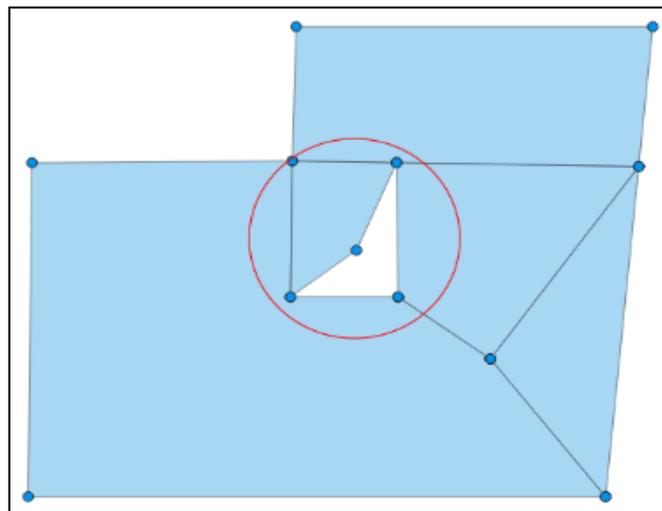
O cruzamento de linhas pode ser identificado pelo operador topológico *cruza*, retornando *True* se o interior das linhas se interceptarem. Esse tipo de relacionamento difere do operador topológico *toca*, porque, no último, apenas os pontos que formam o limite da geometria interceptam-se.

3.2.4 Polígono com lacunas

A lacuna (Figura 16) geralmente é ocasionada por processos manuais de aquisição vetorial. Bansal (2011) salienta que em diversas situações não se deseja que polígonos de uma camada tenham lacunas. Por exemplo, a EDGV estabelece diversos casos em que os polígonos de determinadas classes devem tocar polígonos de outra classe. Da mesma forma ao se compor o mapeamento de uma cobertura terrestre não se deseja que haja vãos entre os polígonos que a compõem (ANDRADE, 2018).

Esse tipo de erro, de acordo com França (2021), pode ser identificado automaticamente através da operação da diferença da camada de polígonos por uma feição de referência, que pode ser o polígono de enquadramento da área de mapeamento (moldura) ou o seu próprio envoltório côncavo.

Figura 16 - Lacunas entre polígonos vizinhos



Fonte: Qgis (2021), adaptado

3.2.5 Pontas de linhas soltas por excesso ou falta

Uma ponta de linha solta ocorre quando a extremidade de uma linha não se conecta à geometria de outra linha. As linhas soltas podem ser ocasionadas por “falta” ou “excesso” no comprimento da linha e é caracterizada após ter sido verificado se dentro de um raio de topologia, de acordo com a escala do conjunto de dados, for encontrado um outro objeto linear ou outra ponta solta (SALDANHA, 2005).

Essas condições podem ser vistas na Figura 17, na qual a linha da estrada foi vetorizada sem ligar-se à outra por falta (1) e quando a linha termina para além da outra à qual se deveria ligar, nesse caso, por excesso (2).

Figura 17 - Pontas soltas por excesso e por falta



Fonte: QGIS (2021)

Para se evitar linhas soltas, é necessário, antes do processo de aquisição vetorial, a correta configuração da aderência entre feições (para vértices e/ou segmentos). Segundo Andrade (2018) este tipo de problema não é relacionado a validade ou simplicidade de uma geometria. Em sentido estrito não é um erro, mas para algumas aplicações, como roteamento, é impeditivo de uso.

3.2.6 Ausência de ponto de conectividade

O ponto de conectividade entre duas geometrias corresponde ao vértice de interseção que deve constar em ambas. Nos casos em que esse ponto não é vértice de uma das geometrias, ou seja, pertencendo somente ao segmento, ocorre a inconsistência chamada de “ausência de ponto de conectividade” (FRANÇA, 2021).

Segundo Saldanha (2005) as informações de como os objetos são conectados são essenciais para certas operações como, por exemplo, análise de rotas. Entretanto a informação de conectividade pode também ser usadas em situações mais simples como, por exemplo, identificar uma cidade em uma rodovia em especial.

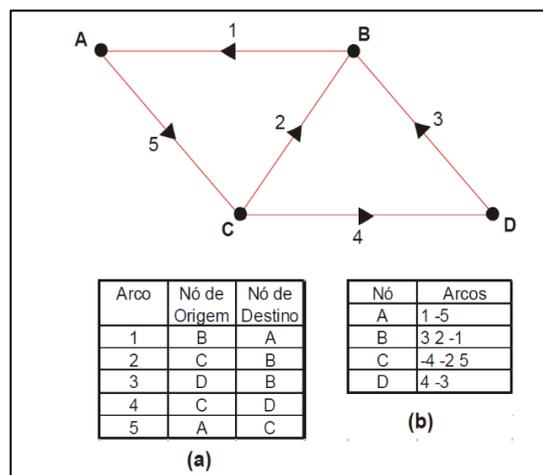
3.2.7 Estrutura de rede

Estrutura de rede é a denominação dada a uma classe de feições que tem como base o direcionamento de linhas para representar um fluxo unidirecional ou bidirecional.

As redes consistem em dois tipos de objetos espaciais: linhas (ligações, arestas ou arcos) e pontos (nós, interseções ou junções) (GOODCHILD, 1990). A Figura 18 mostra uma rede composta de 4 nós e 5 arcos (a) e uma estrutura de dados simples (b), capaz de possibilitar a navegação entre os diversos nós da rede (SALDANHA, 2005).

Alguns exemplos de aplicação de estrutura de rede são os trechos de drenagem fluvial, linhas de saneamento básico, linhas de transmissão de energia e telecomunicações cabeadas (fibra óptica).

Figura 18 - Estrutura de dados para rede



Fonte: Saldanha (2005)

3.3 VALIDAÇÃO INTERCLASSE (EXTERNA)

França (2021) relata que as inconsistências topológicas estão relacionadas ao posicionamento relativo entre as feições dentro da mesma classe (intraclasse) ou em classes diferentes (interclasse), de forma a atenderem o significado de relacionamento espacial dos objetos.

Os relacionamentos espaciais entre as feições de classes distintas podem ser indicados nos diagramas do modelo conceitual (EDGV, por exemplo) ou, em casos mais específicos, por restrições baseadas diretamente nos resultados da matriz DE-9IM (LIZARDO & DAVIS JR., 2017).

Na validação interclasses são verificadas regras topológicas entre as feições de classes distintas (IBGE, 2019). Muitas dessas regras topológicas podem ser estabelecidas de forma a garantir a integridade dos dados, podendo o número de regras não ser exaustivo (França et al., 2020).

O Quadro 5 mostra um extrato das regras topológicas interclasses da categoria Hidrografia da EDGV.

Quadro 5 – Extrato dos Relacionamentos espaciais entre classes da categoria hidrografia para validação topológica da base cartográfica contínua do IBGE

Classe A	Relacionamento	Classe B
Ilha (HID_Ilha_A)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Ilha (HID_Ilha_A)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Recife (HID_Recife_A)
Banco de Areia (HID_Banco_Areia_A)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Recife (HID_Recife_A)
Banco de Areia (HID_Banco_Areia_A)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Ilha (HID_Ilha_A)
Banco de Areia (HID_Banco_Areia_A)	Deve estar coberto por (não tem hole) (<i>Must Be Covered By</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Barragem (HID_Barragem_A)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Recife (HID_Recife_L)	Deve estar dentro (<i>Must Be Inside</i>)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)

Fonte: IBGE (2019).

4 PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE DADOS

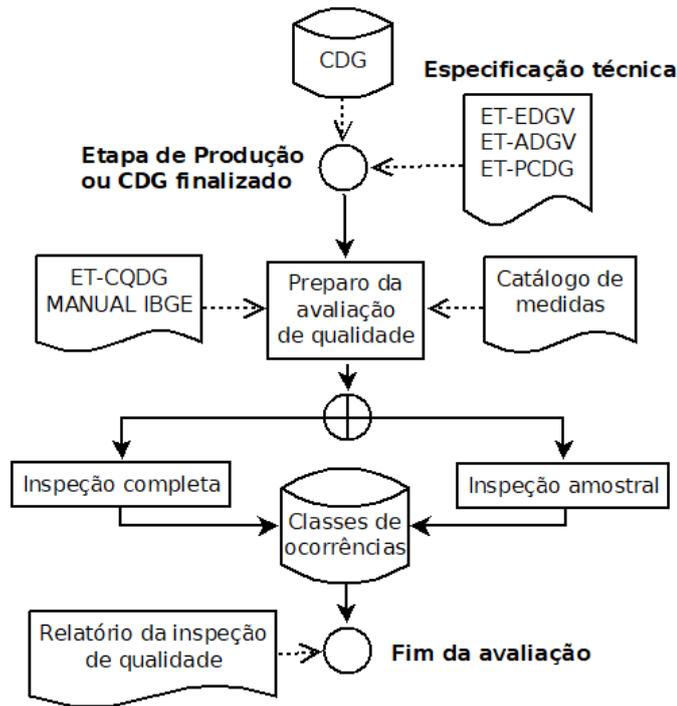
O processo de avaliação de qualidade de dados é uma sequência de etapas para produzir e relatar um resultado de qualidade de dados. Esse processo consiste na aplicação de procedimentos de avaliação de qualidade para operações específicas, relacionadas com o conjunto de dados, realizadas pelo produtor e o usuário do referido conjunto de dados.

Segundo ISO (2013), o processo de avaliação da qualidade de dados espaciais possui os seguintes passos:

- a) Definir a unidade de qualidade (escopo + elemento);
- b) Especificar a medida de qualidade e seus parâmetros;
- c) Escolher um tipo de avaliação: direto interno, direto externo, ou indireto; e escolher um método de avaliação: inspeção completa, inspeção por amostragem, agregação/derivação, ou avaliação indireta;
- d) Determinar a saída do procedimento de avaliação levando em consideração o nível de conformidade do produto.

A Figura 19 ilustra o fluxograma do processo para avaliar e relatar os resultados da qualidade dos dados fundamentado nas normas CQDG e Manual de Avaliação do IBGE

Figura 19 - Fluxograma geral de controle de qualidade



Fonte: IBGE (2019), adaptado

O início do processo de avaliação de qualidade pode ser aplicado a uma etapa do processo de produção ou ao produto cartográfico finalizado que serão submetidos ao teste. Isso é repetido para todos os diferentes testes que são exigidos pela especificação de requisitos do produto ou do usuário.

Para comparar o CDGV com o mundo real é essencial a existência das especificações técnicas do produto cartográfico. A aferição da qualidade do conjunto de dados será fundamentada nas especificações técnicas do produto cartográfico e/ou nos requisitos de uma determinada aplicação, segundo níveis de aceitação de qualidade desejado.

Na etapa de preparo da avaliação da qualidade, o objetivo principal é identificar, para cada teste realizado, as medidas de qualidade a serem utilizadas e o escopo da inspeção de qualidade, que pode ser uma lista de feições, atributos das feições e seus relacionamentos, uma parte de um conjunto de dados, ou o conjunto como um todo (DSG, 2016; IBGE, 2019).

Cada produto cartográfico demanda um conjunto de medidas de qualidade, formando assim o seu catálogo de medidas de qualidade. A CQDG apresenta exemplos de medidas de qualidade para elementos e subelementos fornecido pela ISO 19157. Por meio desses exemplos, é fornecido assistência ao usuário e ao produtor na seleção de uma medida.

É na etapa do preparo que também são abordados a ordem de avaliação dos elementos de qualidade, a definição do método de inspeção e a elaboração do plano de amostragem, conforme (MARTINS, 2002; IBGE, 2019).

Com a definição das etapas anteriores concluídas, inicia-se a aplicação, para isso se faz necessário registrar um resultado como valor ou conjunto de valores obtidos por intermédio de medidas (quantitativos) ou a declaração de conformidade desses valores com valores de referência (não quantitativos) e uma data de teste com a finalidade de determinar o nível de conformidade.

Nesse sentido faz-se uso das classes de ocorrências, que são vinculadas aos objetivos das medidas de qualidade, com a função de discriminar cada ocorrência identificada no conjunto de dados espaciais avaliado, facilitar sua localização e posterior contagem das mesmas, auxiliando nas conclusões dos resultados da inspeção e na sua análise espacial (IBGE, 2019; ISO, 2013).

A classe de ocorrências pode ser uma réplica, inicialmente sem registros, da classe de feições em aferição ou uma classe auxiliar onde é representada a ocorrência segundo uma determinada variável demandada pela medida de qualidade correspondente.

Para finalizar o processo de avaliação é elaborado um relatório de qualidade para retratar as características boas e ruins do conjunto de dados inspecionado. Por meio desse documento é possível realizar a tomada de decisão para aprovação e/ou melhoria do conjunto de dados avaliado.

Considerando o grau de interferência humana na etapa de Inspeção, três casos diferentes podem ocorrer: avaliação de qualidade não automatizada, semiautomática e automatizada (MOBASHERI, 2013).

No caso de inspeção de qualidade não automatizada, conforme descreve Mobasheri (2013) o procedimento de seleção e aplicação do método de avaliação de qualidade é feito manualmente por um ser humano.

A inspeção semiautomática é o caso em que o produtor ou usuário ainda tem interferência direta no procedimento de avaliação, podendo decidir por qual método de avaliação de qualidade deve ser considerado, mas com auxílio de um serviço de informática controlado por um algoritmo.

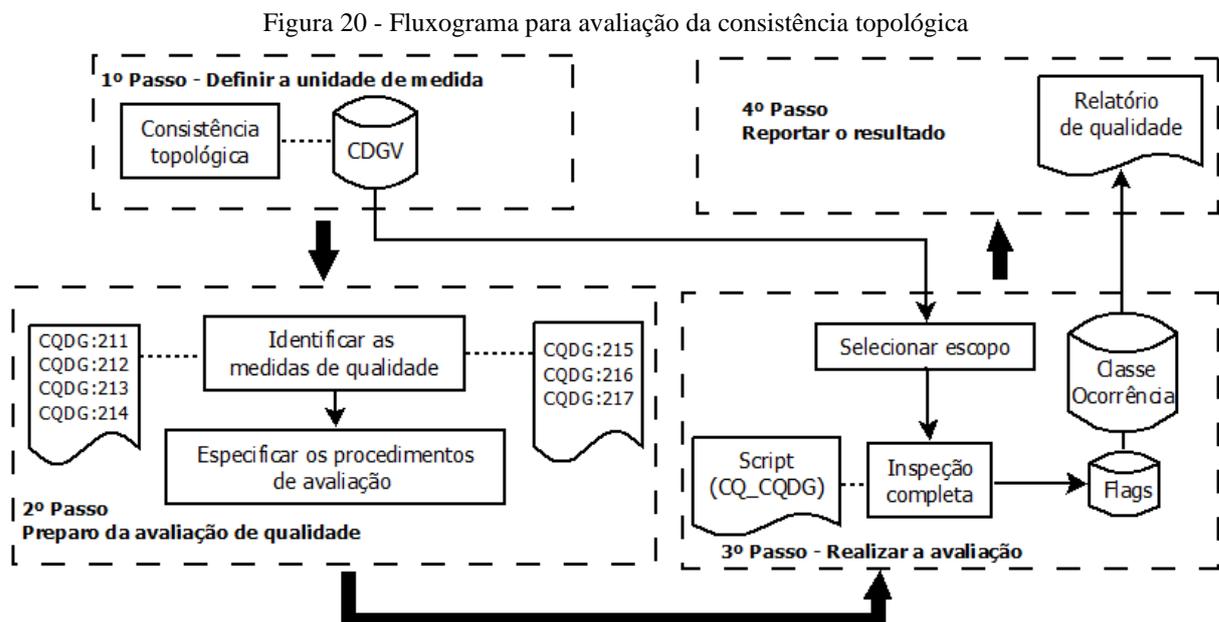
Por fim, a avaliação automatizada da qualidade significa que o objetivo é tratar o procedimento de avaliação da qualidade sem interferência humana direta, totalmente controlado por um algoritmo que obedece a um processo específico.

5 METODOLOGIA

Este capítulo descreve uma proposta metodológica de avaliação da consistência topológica de um CDGV, aplicando a ET-CQDG e automatiza os procedimentos de controle de qualidade.

5.1 APLICAÇÃO DO PROCESSO DE ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA TOPOLÓGICA DE UM CDGV

Com o objetivo de apresentar uma metodologia para o controle de qualidade da consistência topológica de banco de dados oriundo do SCN, foi realizada uma análise em um CDGV, que poderá ser aplicada por qualquer produtor ou usuário de geoinformação, tanto nos produtos finalizados quanto durante as etapas do processo de produção. A aplicação dessa metodologia foi organizada de acordo com o fluxo de trabalho da Figura 20.



Fonte: O Autor (2022)

5.1.1 Definição da unidade de medida (1º Passo)

A unidade de medida compreende o conjunto de dados e o elemento de qualidade que serão avaliados. Dentre os conjuntos de dados espaciais do SCN, a Base Cartográfica do Projeto de Mapeamento da Bahia foi escolhida para aferição do elemento de qualidade Consis-

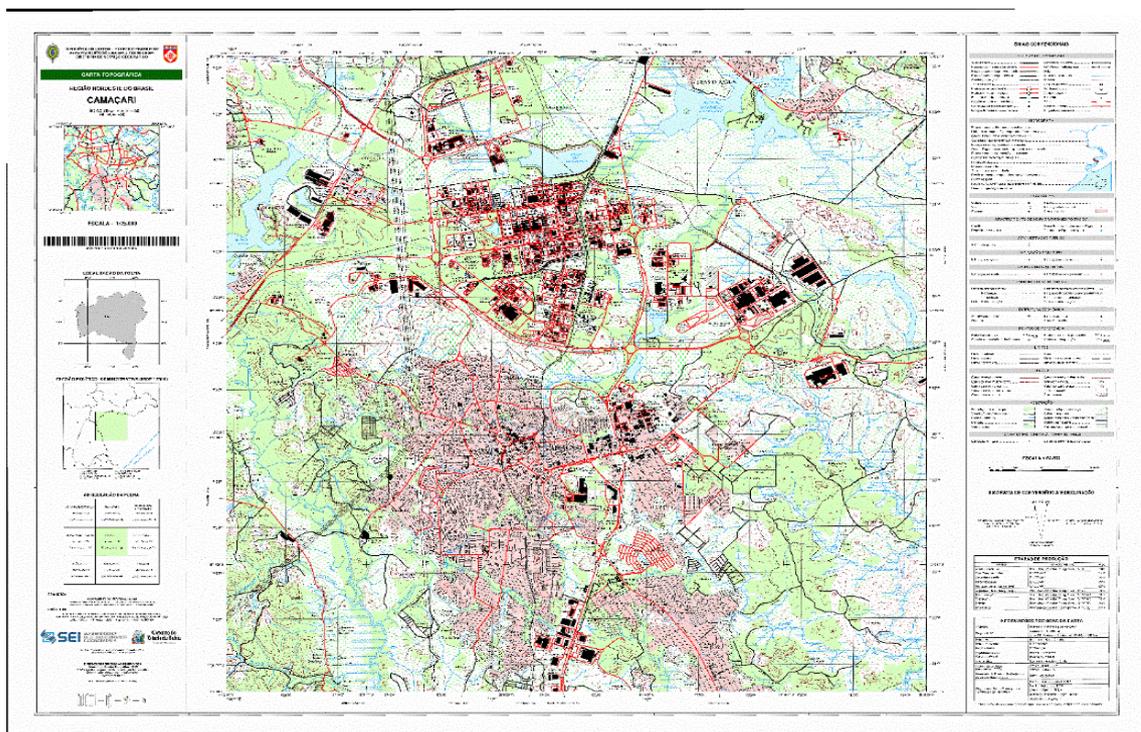
tência Lógica de um CDGV finalizado.

O Projeto de Mapeamento da Bahia trata-se de um projeto pioneiro no Brasil, que permitiu a elaboração de 1.284 cartas topográficas na escala 1:25.000 e 197 cartas topográficas na escala 1:50.000 integradas em uma base cartográfica digital contínua de acordo com as regras estabelecidas na ET-EDGV 2.1.3, que é o padrão de estruturação de dados da INDE.

Esses dados são públicos e disponibilizados tanto através do Banco de Dados Geográficos do Exército - BDGEx, no *link* “<https://bdgex.eb.mil.br/bdgexapp>”, assim como pelo geoportail da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais do estado da Bahia – SEI, no *link* <https://portal.geo.sei.ba.gov.br/portal/apps/sites/#/seigeo/pages/aplicativos> (FRANÇA, 2021).

Em função da complexidade, quantidade de informações representadas na Base Cartográfica e dos elementos de qualidade a serem analisados, o estudo proposto se limitará a uma análise da consistência topológica. O banco de dados é identificado pelo seu MI 1959-1-SE (SD-24-X-A-VI-1-SE), sendo a escala 1:25.000 e o sistema de coordenadas utilizado é o UTM-SIRGAS2000 24S. Esse banco corresponde a região que envolve o Polo Industrial de Camaçari e possui uma área de aproximadamente 183 km², conforme Carta Topográfica apresentada no Anexo C e Figura 21.

Figura 21 - Carta Topográfica MI 1959-1-SE (SD-24-X-A-VI-1-SE) da área de estudo



Fonte: BDGEx (2022)

Os dados foram trabalhados utilizando o *software* QGIS 3.22.7. Esses dados estão em formato *Shapefile* com as atribuições da modelagem da ET-EDGV 2.1.3, e contém as classes, de acordo com a Tabela 1. Por questão de otimização da tabela, as representações de diferentes formas geométricas para a mesma entidade geográfica foram quantificadas na mesma linha.

Tabela 1 - Total de feições em cada classe do CDGV analisado

Continua

Classe	Quant.	Classe	Quant.
adm_area_pub_civil	2	loc_aglomer_rural_isolado	14
adm_area_pub_militar	1	loc_Edif_Habitacional	3576
adm_edif_pub_civil	90	loc_Area_Edificada	28
adm_edif_pub_militar	21	loc_Cidade	2
asb_dep_abast_agua	40	loc_Edificacao	888
asb_dep_saneamento	119	loc_Nome_Local	72
asb_edif_abast_agua	89	rel_Alter_Fisiog_Antropica	9
asb_edif_saneamento	147	rel_Curva_Nivel	570
asb_area_saneamento	6	rel_Eleme_Fisiog_Natural	2
asb_cemiterio	2	rel_Ponto_Cotado_Altim	2130
eco_area_comerc_serv	11	rel_Terreno_Exposto	88
eco_area_industrial	70	tra_Area_Estrut_Transport	4
eco_deposito_geral	1552	tra_Arruamento	5286
eco_edif_agro_ext_veg	212	tra_Edif_Metro_Ferroviaria	6
eco_edif_comerc_serv	515	tra_Edif_Rodoviaria	31
eco_edif_industrial	1480	tra_Galeria_Bueiro	166
eco_ext_mineral	7	tra_Identific_Trecho_Rod	43
enc_Antena_Comunic	4	tra_Passag_Elevada_Viad	10
enc_Area_Energ_Eletrica	28	tra_Patio	146
enc_Edif_Comunic	13	tra_Pista_Ponto_Pouso	3
enc_Edif_Energia	103	tra_Ponte	38
enc_Grupo_Transf_Ener	125	tra_Posto_Combustivel	37
enc_Pto_Trecho_Energia	74	tra_Travessia	20
enc_Termeletrica	7	tra_Travessia_Pedestre	3
enc_Torre_Comunic	87	tra_Trecho_Duto	236
enc_Trecho_Energia	105	tra_Trecho_Ferroviano	26
pto_Pto_Est_Med_Fenom	6	tra_Trecho_Rodoviario	3777
pto_Pto_Ref_Geod_Topo	8	tra_Ponto_Duto	224
tra_Entroncamento	2252	sau_Edif_Servico_Social	100
edu_area_ensino	4	hid_Barragem	27
edu_area_lazer	3	hid_Comporta	2
edu_arquibancada	3	hid_Confluencia	300
edu_campo_quadra	100	hid_Fonte_Dagua	80
edu_Edif_Const_Lazer	75	hid_Ponto_Drenagem	207
edu_Edif_Const_Turistica	4	hid_Ilha	2

Tabela 2 - Total de feições em cada classe do CDGV analisado

Continuação

Classe	Quant.	Classe	Quant.
edu_Edif_Ensino	268	hid_Massa_Dagua	25
edu_Edif_Religiosa	327	hid_Sumidour_Vertedour	30
edu_Pista_Competicacao	11	hid_Pto_Inicio_Drenag	279
veg_Campo	35	hid_Terreno_Suj_Inundac	21
veg_Floresta	116	hid_Trecho_Drenagem	802
veg_Veg_Cultivada	34	hid_Trecho_Massa_Dagu	46
sau_Area_Servico_Social	1	hid_Limite_Massa_Dagua	219
sau_Edif_Saude	73		
TOTAL DE FEIÇÕES =		27.805	

Fonte: O Autor (2022) com dados do BDGEx (2022)

Segundo DSG (2011) a estrutura de dados geoespaciais vetoriais foram modeladas com a técnica orientada a objetos. Assim todo dado geoespacial recebe a denominação de classe de objetos que para esse trabalho é sinônimo de “tabela” e “camada”.

5.1.2 Preparo da avaliação da qualidade (2º Passo)

A finalidade do preparo da avaliação da qualidade é definir para cada teste realizado, de acordo com as especificações vigentes, as medidas de qualidade a serem utilizadas e especificar os procedimentos de avaliação.

5.1.2.1 Identificação das medidas de qualidade

As medidas utilizadas no processo de avaliação para produto do tipo CDGV estão definidas no capítulo II da PCDG (DSG, 2014) e, os procedimentos de avaliação da consistência topológica estão descritos, sucintamente no Quadro 6, extraída da CQDG.

Quadro 6 – Procedimentos de avaliação para produtos do tipo CDGV previsto na CQDG

Continua

Escopo	Elemento	Medida	Parâmetro	Procedimento	Resultado
Todos os pontos	Consistência topológica	CQDG: 211	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0
Todas as linhas	Consistência topológica	CQDG: 212	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0
Todas as linhas	Consistência topológica	CQDG: 214	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0

Quadro 7 – Procedimentos de avaliação para produtos do tipo CDGV previsto na CQDG

Conclusão

Escopo	Elemento	Medida	Parâmetro	Procedimento	Resultado
Todas as linhas	Consistência topológica	CQDG: 217	0,04 mm na escala	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 2%
Todas as redes	Consistência topológica	CQDG: 216	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 1%
Todas as áreas	Consistência topológica	CQDG: 213	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0
Todas as áreas	Consistência topológica	CQDG: 215	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 1%
Todas as áreas	Consistência topológica	CQDG: 217	-	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 2%

Fonte: CQDG (DSG, 2016)

Para colaborar na análise do resultado desse trabalho foram identificadas necessidades de outras medidas de qualidades, mais específicas, que se aplicadas produzem uma sequência mais adequada, atualizada e completa de validação da consistência topológica. O Quadro 7, apresenta as medidas de qualidade complementares previstas no IBGE (2019).

Quadro 8 – Procedimentos de avaliação para produtos do tipo CDGV previsto no IBGE

Escopo	Elemento de qualidade	Identificador da medida	Procedimento	Resultado
Todos as feições do banco	Consistência topológica	IBGE:241	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0
Todos as feições do banco	Consistência topológica	IBGE:242	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0
Todos as feições do banco	Consistência topológica	IBGE:243	Direto interno Inspeção completa	Conformidade M < 0
feições geográficas com características específicas de aquisição	Consistência topológica	IBGE:244	Direto interno inspeção amostral orientado por área	Conformidade (LQA) de 4%,

Fonte: IBGE (2017)

As medidas de qualidade aplicadas e discutidas neste trabalho para a consistência topológica se encontram no Anexo A e B.

5.1.2.2 Especificar os procedimentos de avaliação

Consiste na definição do método e tipo de avaliação. O tipo de avaliação para a consistência topológica do produto como CDGV, segundo a CQDG é definido como avaliação Direto Interno, conforme apresentado no Quadro 7.

Para avaliação o método utilizado é de inspeção completa, que é usual em inspeções de consistência lógica, em que é possível automatizar algumas aferições de qualidade (IBGE, 2019). No trabalho, é adotado o método definido pela CQDG para aplicação em produto tipo CDGV. Contudo, serão adotados e implementados algoritmos para automatizar esse processo de avaliação, conforme mostrado nos próximos itens.

5.1.2.3 Definir a Classe de ocorrência

Conforme Ariza-López & Rodríguez-Pascual (2008), o registro de informações quantitativas de qualidade, pode ser a identificação dos dados específicos usando um escopo consistindo em uma instância, um valor de atributo ou uma ocorrência particular de relação entre objetos. Dessa forma, o registro pode ser implementado incluindo tais informações no conjunto de dados como um atributo da ocorrência.

Em face do exposto, foi modelado um banco de dados denominado de Classe de ocorrências. Esse banco é uma classe auxiliar, que descreve um conjunto de convenções para armazenamento de dados espaciais, oriundos da inspeção de qualidade, no formato *Geopackage*, cuja extensão de arquivo é o (gpkg), padrão aberto e independente de plataforma (OGC, 2020). Essa extensão permite que o usuário de IG possa manipular diretamente as informações armazenadas na tabela do banco de dados desenvolvido por meio dos aplicativos de SIG.

Nessa classe é representada a ocorrência segundo uma determinada variável demandada pela medida de qualidade correspondente. Nesse caso, nas inspeções de consistência topológica, a classe de ocorrência pode ser representada por geometria do tipo ponto, linha ou área.

As etapas de modelagem dessa classe, foram iniciadas pela adaptação do modelo conceitual dos componentes da qualidade do dado geográfico da ISO 19157, passando pela fase de documentação da classe através do modelo lógico (APÊNDICE A), até a implementação do banco, na fase de construção do modelo físico.

O modelo conceitual da ISO 19157 prevê que a classe *DQ_Result* se especializa conforme três tipos do resultado: quantitativo (*DQ_QuantitativeResult*), que pode ser um valor único ou vários valores; de conformidade (*DQ_ConformanceResult*), indica a informação acerca do resultado de uma avaliação contra um determinado nível de conformidade; e os resultados descritivos (*DQ_DescriptiveResult*), que são uma descrição de texto do resultado.

Por conseguinte, o Modelo Lógico expressa como o banco de dados deve ser implementado computacionalmente, detalhando as classes, seus atributos, operações, relacionamentos e restrições de integridade (ELMASRI & NAVATHE, 2000).

A documentação do Modelo Lógico traduz-se através do dicionário de dados, também chamado de metadados do repositório. Neste documento, os significados de todos os elementos do banco são descritos, apresentando os domínios, valores padrões e requisitos de integridade (FRANÇA, 2021).

Nesse trabalho o modelo lógico apresenta os campos e domínios que descreve todas as informações referentes a Classe de Ocorrência com objetivo de preencher os seguintes atributos, adaptados para atender a classe *DQ_Result* e *DQ_StandaloneQualityReportInformation*, conforme apresentado no Quadro 8 (APÊNDICE A): Escopo, Elemento, Subelemento, Método Avaliação, Tipo Método Avaliação, Medida de qualidade, Número total de objetos, Contagem de Erro, Taxa de Erro, Porcentagem de Erro, Data de Avaliação, Nível de Conformidade, Algoritmo de Processamento e Descrição do Resultado.

Quadro 9 – Modelagem lógica da classe de ocorrência

Classe	Descrição			Código	Primitiva geométrica	
Classe_Ocorrencia	Discrimina cada ocorrência identificada no conjunto de dados espaciais avaliado, facilitar sua localização e posterior contagem das mesmas, auxiliando nas conclusões dos resultados da inspeção e na sua análise espacial			1.00	☆ — □	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
escopo	Alfanumérico	100	Indica onde é aplicado o procedimento de qualidade.	A ser preenchido	-	NULO
elementoQD	Alfanumérico	30	Indica o item de qualidade de dados no qual a qualidade é relatada.	Consistência lógica	Categoria de qualidade de dados espaciais cujo objetivo é avaliar cumprimento das regras lógicas da estrutura dos dados, por meio do grau de aderência desse conjunto de dados às regras lógicas do modelo de dados espaciais utilizados.	NÃO NULO
subelementoQD	Alfanumérico	30	Indica o subitem de qualidade de dados para o qual a qualidade é relatada.	Consistência conceitual	Está relacionada a aderência ao modelo conceitual estabelecido para o dado geoespacial.	NÃO NULO
				Consistência de domínio	Avalia a conformidade em relação a valores de domínios preestabelecidos.	
				Consistência de formato	Considere o grau em que os dados são armazenados de acordo com a estrutura física do conjunto de dados.	
				Consistência topológica	Refere-se a correção dos aspectos geométricos e topológicos explicitamente estabelecidas para um conjunto de dados.	
metodoAvaliacaoQD	Alfanumérico	20	Indica os procedimentos e métodos que são aplicados ao dados geográficos para chegar a um resultado de qualidade de dados.	Amostrai	E realizada sobre uma fração do escopo.	NÃO NULO
				Completo	Todos os itens do escopo são inspecionados.	
tipMetodoAvaliacaoQD	Alfanumérico	20	Indica a classe do método de avaliação de qualidade.	Direto externo	Necessita de informação de referência externa ao conjunto de dados sendo testado.	NÃO NULO
				Direto interno	Toda informação necessária para realizar a avaliação está interna a este conjunto de dados.	
				Indireto	Avalia um conjunto de dados com base em conhecimento externo	
medidaQualidade	Alfanumérico	15	Indica um número inteiro consecutivo que identifica exclusivamente uma medida de qualidade de dados dentro de um registro.	CQDG:211	Porcentagem de pontos inválidos.	NÃO NULO
				CQDG:212	Porcentagem de linhas inválidas.	
				CQDG:213	Porcentagem de polígonos inválidos.	
				CQDG:214	Porcentagem de objetos com erro de fechamento.	
				CQDG:215	Porcentagem de objetos com sobreposição inválida.	
				CQDG:216	Porcentagem de conexões de rede inválidas.	
				CQDG:217	Porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia.	
totalObjetoAvaliado	Inteiro	-	Indica o número total de itens avaliados.	A ser preenchido	Ex. 560	NULO
contagemErro	Inteiro	-	Indica o número total de itens errados no conjunto de dados, definidos pelo escopo	A ser preenchido	Ex. 15	NÃO NULO
taxaErro	Real	-	Indica a quantidade de erros dividido pelo número de elementos que estão presente no conjunto de dados, definidos pelo escopo.	A ser preenchido	Ex. 0,015	NULO
porcentagemErro	Alfanumérico	30	Indica a quantidade de erros dividido pelo número de elementos que estão presente no conjunto de dados, definidos pelo escopo, multiplicado por 100.	A ser preenchido	Ex. 1,5%	NULO
dataAvaliacao	Date	-	Data da avaliação da qualidade de dado	A ser preenchido	Ex. 2021-12-02	NÃO NULO
nivelConformidade	Alfanumérico	20	Indica o Valor limite, ou conjunto de valores limite para os resultados da qualidade dos dados, usados para determinar como um conjunto de dados se encaixa nos critérios indicado nas especificações do produto ou requisitos do usuário.	Conforme	-	NÃO NULO
				Não conforme	-	
procAlgoritmo	Alfanumérico	100	Indica como os dados são processados para determinar o resultado da qualidade dos dados.	A ser preenchido	Ex. se um algoritmo específico for usado ou comando do computador, deve incluir seu nome.	NULO
descResult	Alfanumérico	250	Descrição de texto do resultado	A ser preenchido	-	NÃO NULO

Fonte: O Autor (2022)

Nesse modelo lógico a coluna atributo descreve o nome dos atributos da classe, a coluna tipo descreve o tipo de dado que será assinalado ao atributo, a coluna referente ao tamanho descreve o tamanho do tipo de dado caso tenha, na coluna descrição é colocada uma pequena descrição do atributo, já a coluna domínio apresenta o domínio do atributo, sendo especificada somente se existir, caso contrário coloca-se a ser preenchido. A coluna seguinte é uma descrição para cada domínio do atributo se existir e a coluna requisito especifica se o atributo será nulo ou não. Esses atributos auxiliam na contagem e análise dos apontamentos.

O Modelo Físico, proposto, envolve a construção da Classe de ocorrência de acordo com os requisitos que foram estabelecidos no modelo lógico. Nesta fase, foi utilizado o *software Feature Manager Engine - FME* para elaboração do banco de dados com as classes de ocorrência. A Figura 22 apresenta um exemplo do banco de dados configurado para receber instâncias da classe de ocorrência para *flags* tipo ponto.

Figura 22 - Lista de atributos implementados no banco de dados Classe_Ocorrencia

fid	15	✕	✓
escopo	Todos os pontos	✕	
elementoQD	Consistência lógica	✕	
subelementoQD	Consistência topológica	▼	
metodoAvaliacaoQD	Completo	▼	
tipMetodoAvaliacaoQD	Direto interno	▼	
medidaQualidade	Porcentagem de pontos inválidos	▼	
totalObjetoAvaliado		100	✕ ▲ ▼
contagemErro		10	✕ ▲ ▼
taxaErro	0,1	✕	
porcentagemErro	10%	✕	
dataAvaliacao	04/01/2022	✕ ▼	
nivelConformidade	Não conforme	▼	
procAlgoritmo	identifyduplicatedpointsoncoverage	✕	
descResult	Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=105), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=48).	✕	

Fonte: O Autor (2022).

O principal objetivo da classe de ocorrência é ser um elo entre o resultado da análise de inspeção e o relatório de qualidade.

Toda a inspeção é realizada de forma automatizada através de algoritmos. O resultado dessa inspeção gera uma *flag*, que são tabelas responsáveis pelo registro dos problemas identificados, no local que apresenta não conformidade com o modelo previsto nas especificações técnicas.

O registro contempla o nome do processo que levantou a *flag*, o nome da camada que estava sendo verificada pelo processo, o *id* (identificador) da feição com o problema identificado e o motivo do problema topológico. Esses registros são usados para preencher alguns atributos da classe de ocorrência que serão usados como base para automatizar o preenchimento de alguns campos do relatório de qualidade.

5.1.3 Procedimento para inspeção completa do CDGV (3º Passo)

Conforme França (2021) todos os procedimentos de avaliação da qualidade da consistência lógica podem ser controlados por algoritmos que verificam computacionalmente regras lógicas, exigindo do analista a definição formal dos parâmetros para cada medida de qualidade que será verificada pela máquina de forma automatizada identificando e reportando todas as inconsistências presentes nos dados.

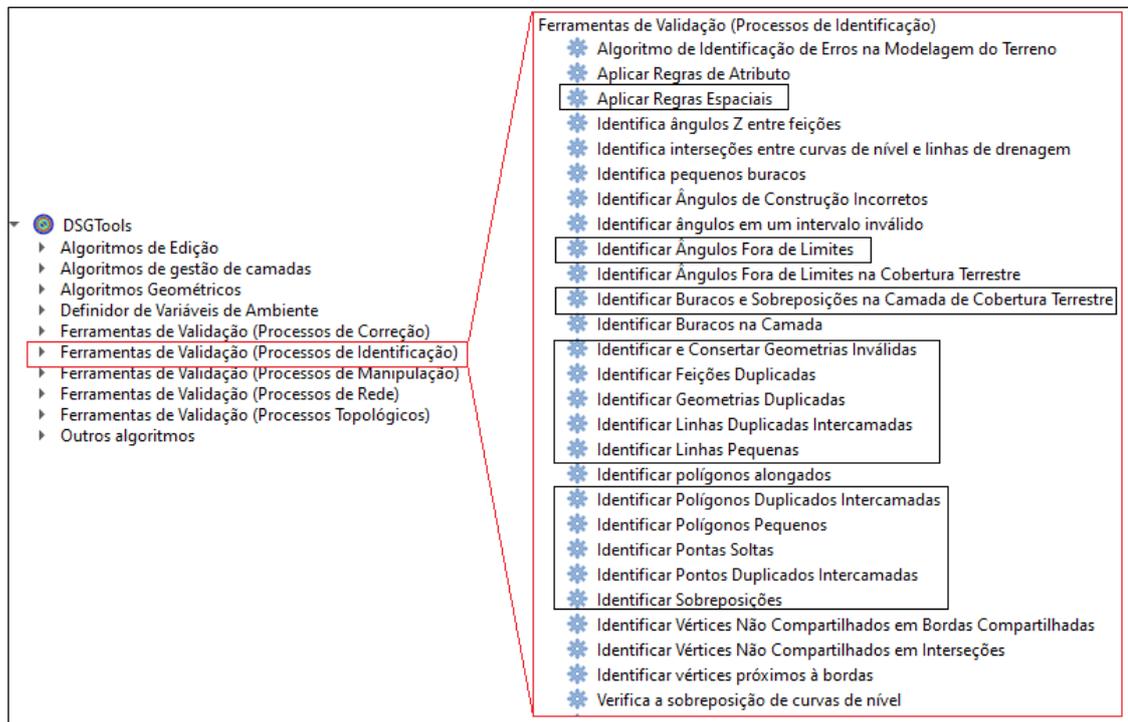
Nesse sentido, na avaliação da consistência topológica de um CDGV, todas as classes e todas as feições devem ser inspecionadas por completo, considerando-se que computacionalmente é possível aplicar rotinas automáticas para a validação de regras lógicas.

Sendo assim, os principais algoritmos propostos nesse trabalho para a detecção de erros topológicos estão disponíveis no *plugin DSGTools*. Este *plugin* é uma extensão para o aplicativo livre de SIG QGIS que foi desenvolvido pela DSG (ANDRADE et al., 2016). Esta extensão foi criada com o intuito de prover a todos os seus usuários, de maneira transparente, a criação de bancos de dados, em *PostgreSQL/POSTGIS* e *SQLite/Spatialite*, em conformidade com a ET-EDGV 2.1.3 e ET-EDGV 3.0. Junto a criação de bancos, foram desenvolvidas no *DSGTools* diversas outras ferramentas que possibilitam de forma simples lidar com tarefas costumeiramente complexas, otimizando, portanto, a produção de Geoinformação (BORBA et al., 2018).

De acordo com Andrade (2018), o *DSGTools* é a única extensão do QGIS capaz de trabalhar com as normas estabelecidas pela CONCAR. Ademais, o uso do QGIS com o *DSGTools* atende às diretrizes do Governo Eletrônico, estando alinhado com o posicionamento estratégico do Governo Federal.

Diante do exposto, foi utilizada a ferramenta de validação *Processo de Identificação* de erros do *DSGTools* (FIGURA 23), responsável por identificar os problemas topológicos e onde são criados os registros dos problemas encontrados (ANDRADE, 2018). O registro dos problemas é feito por meio de *flags* que são armazenadas em tabelas e posteriormente convertidos para a *classe de ocorrência*.

Figura 23 - Processo de identificação do DSGTools



Fonte: Plugin DSGTools, 2021

Para o procedimento de avaliação é proposto, nesse trabalho, o modelo apresentado no Quadro 9, que especifica os processos de identificação das inconsistências de acordo com cada medida de qualidade e estabelece também o respectivo nível de conformidade definido pela ET-CQDG.

Quadro 10 – Medidas de qualidade com seus respectivos processos de avaliação

Continua

Escopo	Medida	Ferramenta de avaliação do DSGTools	Resultado
Todos os pontos	CQDG: 211 (Pontos)	Identificar e consertar geometrias inválidas, Identificar geometrias duplicadas, Identificar pontos duplicados intercamadas.	Conformidade $M < 0$
Todas as linhas	CQDG: 212 (Linhas)	Identificar e consertar geometrias inválidas, Identificar linhas pequenas, Identificar linhas duplicadas intercamadas, Identificar geometrias duplicadas, Identificar ângulos fora de limites.	Conformidade $M < 0$
Todas as linhas	CQDG: 214 (Linhas)	Identificar pontas soltas.	Conformidade $M < 0$
Todas as linhas	CQDG: 217 (Linhas)	Identificar pontas soltas.	Conformidade $M < 2\%$
Todas as redes	CQDG: 216 (Redes)	Aplicar regras espaciais.	Conformidade $M < 1\%$

Quadro 11 – Medidas de qualidade com seus respectivos processos de avaliação

Conclusão

Escopo	Medida	Ferramenta de avaliação do DSGTools	Resultado
Todas as áreas	CQDG: 213 (Polígonos)	Identificar e consertar geometrias inválidas, Identificar ângulos fora de limites, Identificar polígonos pequenos, Identificar geometrias duplicadas, Identificar polígonos duplicados intercamadas.	Conformidade $M < 0$
Todas as áreas	CQDG: 215 (Polígonos)	Identificar sobreposição.	Conformidade $M < 1\%$
Todas as áreas	CQDG: 217 (Polígonos)	Identificar buracos e sobreposições na camada de cobertura terrestre.	Conformidade $M < 2\%$

Fonte: O Autor (2022)

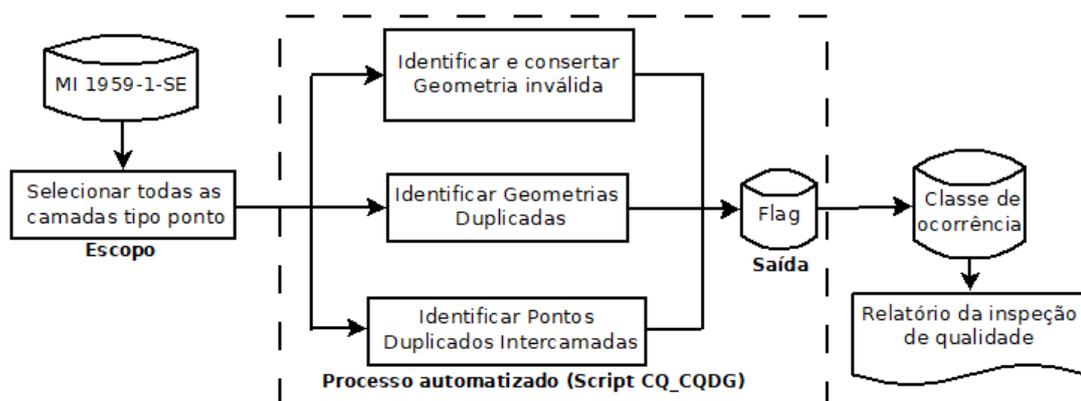
O Padrão Internacional reconhece que a qualidade de um conjunto de dados é medida usando uma variedade de métodos (ISO, 2013). Nesse sentido, nos próximos tópicos serão apresentados os métodos de avaliação propostos para cada medida de qualidade.

Salienta-se que o processo para esse método de avaliação não demanda uma ordem de execução, pois são independentes.

5.1.3.1 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:211

Para detectar os erros relacionado a medida de qualidade CQDG:211 foi utilizado do Processo de *Identificação* do *DSGTools* o algoritmo *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas*, *Identificar Geometrias Duplicadas* e *Identificar Pontos Duplicados entre Camadas*, conforme fluxograma apresentado na Figura 24.

Figura 24 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:211



Fonte: O Autor (2022)

O processo *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas* identifica feições que possuem geometrias inválidas com a possibilidade de corrigir geometrias da camada de entrada, caso esse parâmetro seja habilitado. Esse algoritmo é executado por meio das funções *ST_IsValid*, que verifica a validade de uma geometria de acordo com as regras OGC, e da função *ST_IsValidDetail*, que detalha a invalidade fornecendo o motivo e a localização do problema (ANDRADE, 2018), conforme apresentado na consulta SQL apresentado na Figura 25. Para primitiva geométrica do tipo ponto, essa verificação, além de incluir geometrias que não são simples, inclui feições que contêm geometrias nulas ou vazias.

Figura 25 - Consulta SQL para identificar geometria inválidas

```

select distinct
  f.'coluna_chave' as 'coluna_chave',
  (reason(ST_IsValidDetail(f.'coluna_geometrica',0))),
  (location(ST_IsValidDetail(f.'coluna_geometrica',0))) as 'coluna_geometrica'
from
  (select 'coluna_chave', 'coluna_geometrica' from only 'esquema'.'tabela'
where
  ST_IsValid('coluna_geometrica') = 'f') as f

```

Fonte: DSG (2021)

Para o caso de geometria com primitiva geométrica do tipo ponto no processo *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas* não são detectadas feições com geometria duplicadas. Nesse sentido é necessário incluir no processo de verificação os algoritmos *Identificar Geometrias Duplicadas* e *Identificar pontos duplicados entre camada*.

Este primeiro é o processo que identifica feições com geometrias iguais sem considerar o conjunto de atributos das feições. Esse processo é executado com qualquer tipo de geometria, porém para avaliar a medida de qualidade CQDG:211 é processado somente com as camadas de primitiva geométrica do tipo ponto.

O processo *Identificar Geometrias Duplicadas* é executado por meio de uma consulta SQL que é rodada diretamente nas tabelas que estão sendo testadas. A SQL executada é apresentada na consulta da Figura 26. Esta consulta cria grupos de geometrias iguais e para cada linha do grupo é atribuído um número de linha que se inicia em 1 (um). Sendo assim, ao final da consulta haverá grupos de geometrias duplicadas, linhas do número 2 (dois) em diante, que podem ser selecionadas ao se buscar linhas com número maior que um. Das linhas com número maior que um são obtidos os identificadores (*coluna_chave*) e as geometrias para que sejam criadas as *flags* (ANDRADE, 2018).

Figura 26 - Consulta SQL para identificar geometrias duplicadas

```

select * from
(SELECT coluna_chave ,
ROW_NUMBER()
OVER(PARTITION BY coluna_geometrica ORDER BY coluna_chave asc) AS Row,
coluna_geometrica FROM ONLY esquema.tabela
) dups
where dups.Row > 1

```

Fonte: Andrade (2018), adaptado

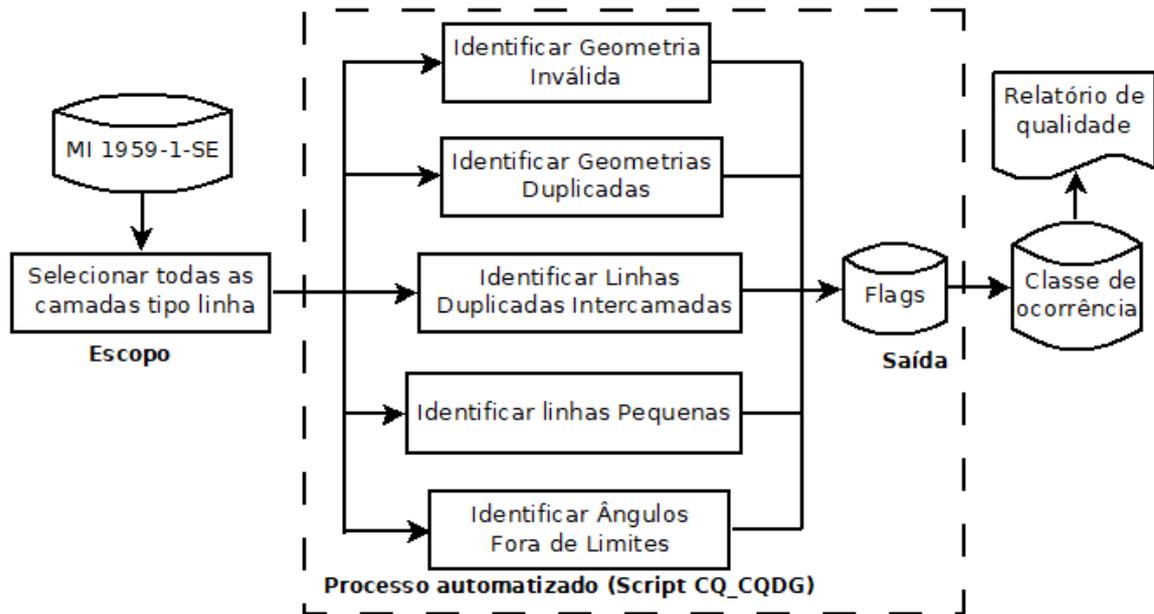
Enquanto o processo *Identificar Pontos Duplicados Intercamadas* busca por pontos de mesma geometria. Nesse processo não é considerada a tupla (lista imutável) de atributos das feições, de modo a considerar todas as camadas selecionadas como uma única, como por exemplo, geometrias iguais de camadas diferentes também são identificadas como *flag* (DSG, 2021).

Seguindo o fluxograma apresentado na Figura 24 a execução dos algoritmos gera uma camada de *flag* com as inconsistências que por sua vez são instanciadas na classe de ocorrência que serve de base para preenchimento do relatório de qualidade para a medida avaliada.

5.1.3.2 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:212

Para detectar os erros relacionado a medida de qualidade CQDG:212 foi utilizado fluxograma apresentado na Figura 27.

Figura 27 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:212



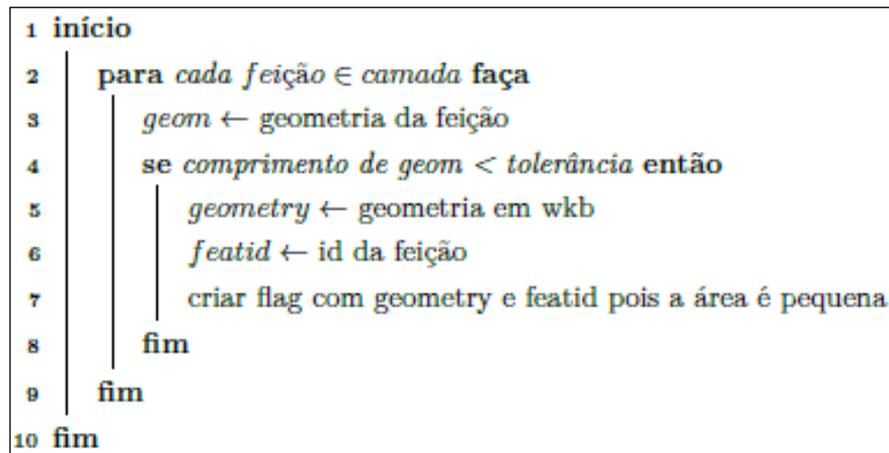
Fonte: O Autor (2022)

O processo *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas* para objetos do tipo linha, possui as mesmas características do que foi apresentado no tópico anterior. Acrescenta-se a essas características, para verificação de geometrias inválida, a identificação de vértices duplicados na mesma geometria e auto intersecção. Essa pesquisa por vértices duplicados é executada em objetos tipo polilinhas ou polígonos que estão dentro de uma tolerância (distância horizontal) especificada de um vértice adjacente.

Idem ao processo de avaliar a medida CQDG:211 foi necessário incluir no processo de verificação dos objetos do tipo linhas os algoritmos *Identificar Geometrias Duplicadas e Identificar Linhas Duplicadas entre Intercamadas*, cujas as características são as mesmas descritas no capítulo anterior, alterando somente a primitiva geométrica. Para complementar a verificação da medida CQDG:212 foram incluídos no processo mais dois algoritmos de identificação: *Identificar Linhas Pequenas e Identificar Ângulos Fora de Limites*.

O algoritmo *Identificar Linhas Pequenas* identifica feições de primitiva do tipo linha com comprimentos menores que a tolerância estipulada, gerando *flags* para cada uma delas. Esse algoritmo foi feito exclusivamente em *Python* e, para melhor compreensão, foi traduzido para pseudocódigo, gerando o algoritmo da Figura 28 (ANDRADE, 2018).

Figura 28 - Algoritmo que identifica linhas pequenas



Fonte: Andrade (2018), adaptado

O algoritmo *Identificar Ângulos Fora de Limites* identifica vértices de feições (polígonos ou linhas) que possuem ângulo com vértices consecutivos menores que um limite preestabelecido (tolerância), ou seja, onde há uma divergência repentina dos vértices que definem a geometria. O processo itera sobre todos os pares de segmentos consecutivos possíveis calculando o ângulo formado pelos pares (ANDRADE, 2018).

Andrade (2018) confirma que este processo é baseado em uma consulta SQL para camadas do tipo linha que segue os seguintes passos:

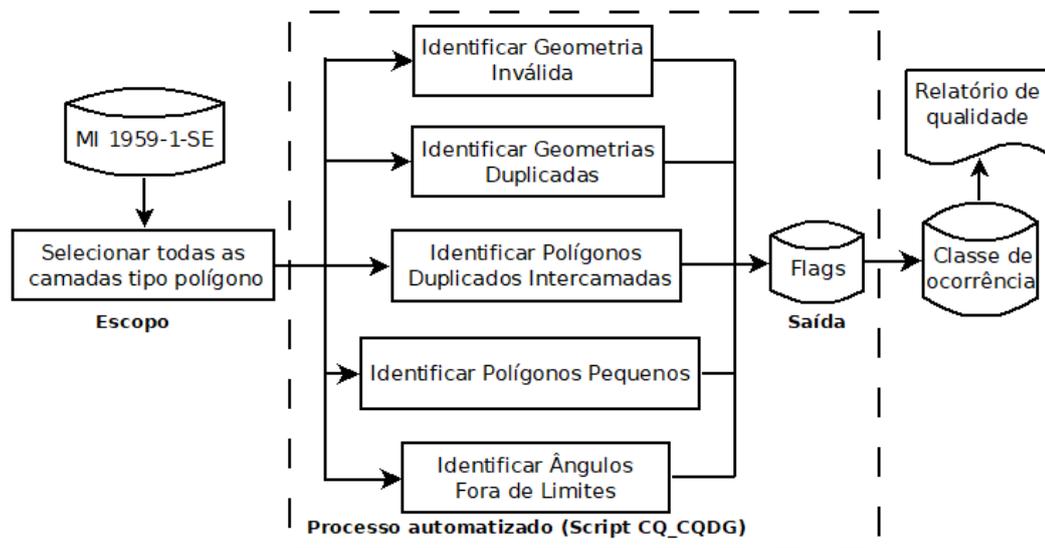
- a) Inicialmente, esta consulta seleciona apenas as linhas que possuem mais de 2 vértices, isto é executado por meio do uso do de consulta SQL.
- b) Posteriormente, são criados pontos referentes a pares de segmentos adjacentes, *pt1*, *anchor* e *pt2*, por todo o comprimento da linha selecionada que são selecionados junto ao *id* da linha.
- c) Em seguida, são calculados os ângulos que os segmentos adjacentes formam com o ponto *anchor*.
- d) Finalmente, é aplicada uma cláusula *where* final para que os ângulos que estejam fora do limite sejam selecionados juntamente com o ponto *anchor* e o com o *id* da linha correspondente.

Nessa fase esse processo foi executado somente nas feições com primitiva geométrica do tipo linha.

5.1.3.3 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:213

Para detectar os erros relacionados a medida de qualidade CQDG:213 foi utilizado do Processo de Identificação do *DSGTools* o algoritmo *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas*, *Identificar Geometrias Duplicadas*, *Identificar Polígonos Duplicados Intercamadas*, *Identificar Polígonos Pequenos* e *Identificar Ângulos Fora de Limites*, conforme Figura 29.

Figura 29 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:213



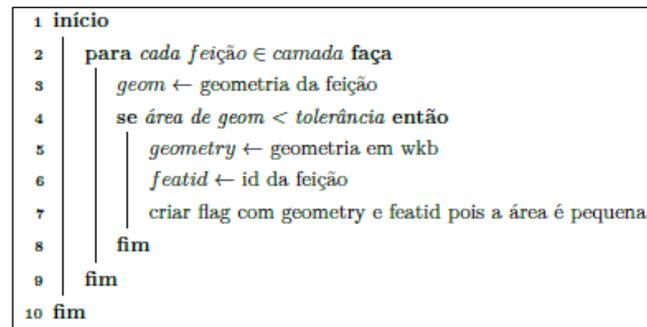
Fonte: O Autor (2022)

O processo *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas*, conforme explicado anteriormente, se baseia na verificação de geometrias vazias, geometrias nulas, identificação de vértices duplicados na mesma geometria e auto intersecção. Dessa forma foi necessário acrescentar outros algoritmos para identificar outros tipos de erro de topologia que deixa a geometria inválida.

Sendo assim, foram acrescentados os algoritmos *Identificar Geometrias Duplicadas*, *Identificar Polígonos Duplicados Intercamadas*, *Identificar Polígonos Pequenos* e *Identificar Ângulos Fora de Limites*. Os dois primeiros possuem as mesmas características descritas no capítulo anterior, alterando somente a primitiva geométrica.

Para identificar feições de primitiva do tipo polígono com áreas menores que a tolerância foi utilizado o algoritmo *Identificar Polígonos Pequenos*, cujo o código *Python* foi traduzido para pseudocódigo por Andrade (2018) e apresentado na Figura 30.

Figura 30 - Pseudocódigo do identificador de área pequenas



Fonte: Andrade (2018), adaptado

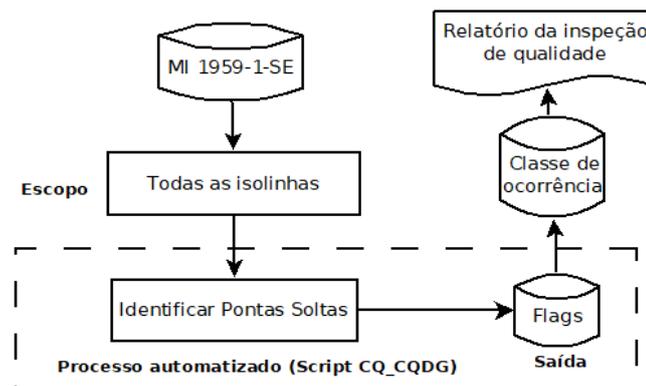
O algoritmo *Identificar Ângulos Fora de Limites*, quando utilizado em objetos com primitiva geométrica tipo polígono, é o mesmo processo baseado em uma consulta SQL para camadas do tipo linha, com as seguintes alterações (ANDRADE, 2018):

- a) a operação inicial do trecho de consulta deve ser modificada para que os anéis do polígono sejam analisados.
- b) Outra alteração que deve ser feita na consulta é na definição dos pontos *pt1*, *anchor* e *pt2*, trecho de consulta b, que devem levar em consideração que os anéis de um polígono são uma linha fechada e simples e, portanto, o ponto inicial é igual ao final.

5.1.3.4 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:214

Para detectar os erros relacionado a medida de qualidade CQDG:214 foi utilizado do Processo de *Identificação* do *DSGTools* o algoritmo *Identificar Pontas Soltas*, conforme fluxograma apresentado na Figura 31.

Figura 31 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:214



Fonte: O Autor (2022)

O processo *Identificar Pontas Soltas* identifica extremidades de feições de primitiva do tipo linha que estão a uma distância menor de outra feição à qual devesse ser atraída/estar conectada. De acordo com Andrade (2018) a base deste método é um algoritmo que percorre os pontos iniciais e finais de cada geometria e identifica em quantas geometrias estes pontos estão presentes. Se apenas uma geometria possuir um dado ponto inicial ou final, este ponto é classificado como ponta solta.

Para Andrade (2018) o processo *Identificar Pontas Soltas* é baseado unicamente em um algoritmo *Python* que é implementado em seu método de execução. O pseudoalgoritmo da Figura 32 mostra a base deste processo, enquanto a Figura 33 apresenta o pseudoalgoritmo do preenchimento de *endVerticesDict*, função utilizado no código.

Figura 32 - Pseudoalgoritmo do Identificador de Pontas Soltas

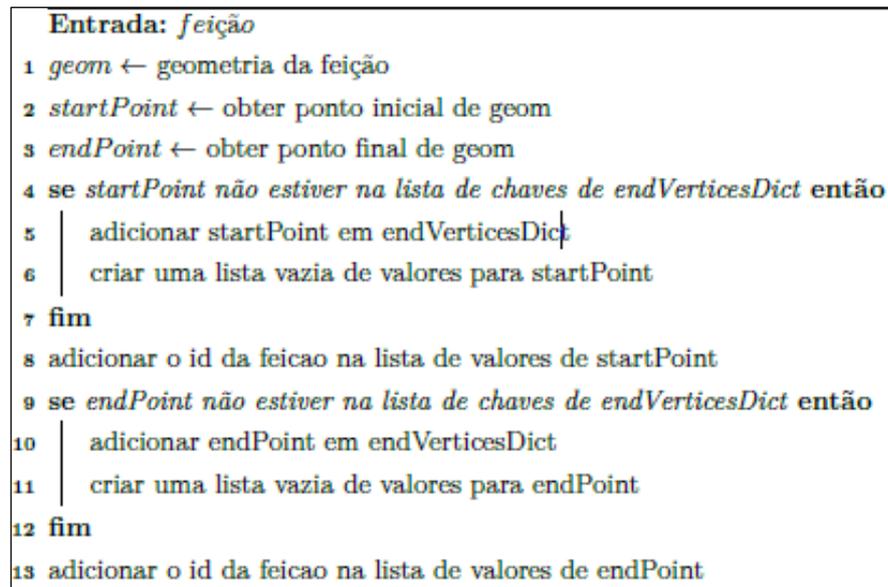
```

1 endVerticesDict: mapa chave/valor
2 início
3   para cada feição ∈ camada faça
4     geom ← geometria da feição
5     se geometria é multiparte então
6       para cada parte ∈ partes de geom faça
7         preencher endVerticesDict
8       fim
9     fim
10    senão
11      preencher endVerticesDict
12    fim
13  fim
14  para cada ponto ∈ lista de chaves de endVerticesDict faça
15    se tamanho da lista de ids de feicao de ponto > 1 então
16      continuar
17    fim
18    geometry geometria do ponto em wkb
19    featid único id presente na lista de ponto
20    criar flag com geometry e featid pois ponto é uma ponta solta
21  fim
22 fim

```

Fonte: Andrade (2018), adaptado

Figura 33 - Pseudoalgoritmo do preenchimento de dados do *endVerticesDict*.

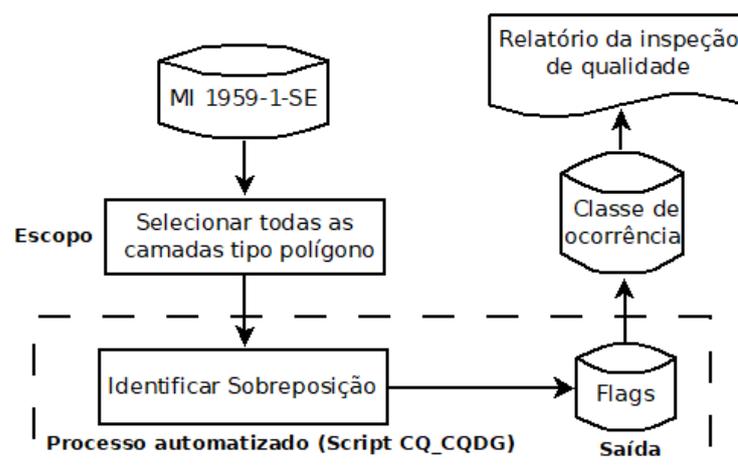


Fonte: Andrade (2018), adaptado

5.1.3.5 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:215

Para detectar os erros relacionado a medida de qualidade CQDG:215 foi utilizado do Processo de Identificação do DSGTools o algoritmo *Identificar Sobreposição*, conforme fluxograma apresentado na Figura 34.

Figura 34 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:215



Fonte: O Autor (2022)

O processo *Identificar Sobreposição* identifica feições de camadas do tipo polígono que se sobrepõem a outras. As sobreposições são determinadas por meio da SQL apresentada

na consulta Figura 35 que faz uso da função *ST_GeoTableSummary* presente no *PostGIS Addons* (ANDRADE, 2018).

Figura 35 - Consulta SQL para identificar sobreposição

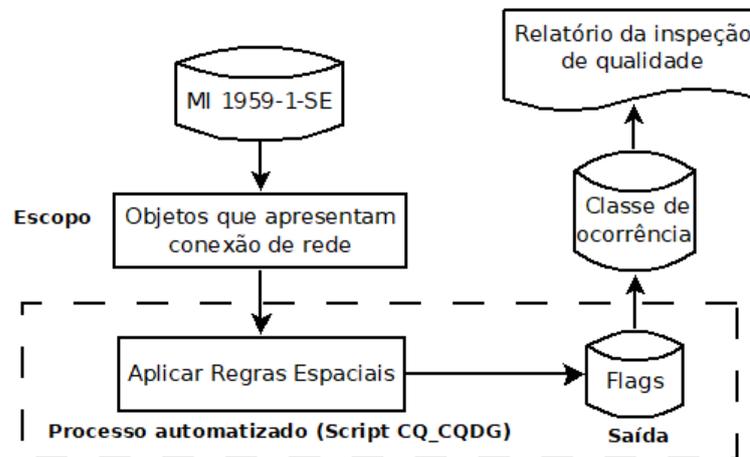
```
select (ST_Dump(foo.geom)).geom as geom from
(select
(ST_GeoTableSummary(
'esquema', 'tabela_unificada', 'coluna_geometrica', 'coluna_chave', 10, 'S3')
).geom) as foo
where ST_IsEmpty(foo.geom) = 'f'
```

Fonte: Andrade (2018)

5.1.3.6 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:216

Para detectar os erros relacionado a medida de qualidade CQDG:216 foi utilizado do *Processo de Identificação* do DSGTools o algoritmo *Aplicar Regras Espaciais*, conforme fluxograma apresentado na Figura 36.

Figura 36 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:216



Fonte: O Autor (2022)

O algoritmo *Aplicar Regras Espaciais* provê uma interface de modo que o usuário consiga verificar se uma coleção de camadas respeita um conjunto de regras espaciais (Ex. feições da Camada A intersecta 1 ou mais feições da Camada B). Neste algoritmo, pode-se verificar, por exemplo, se as camadas de um banco EDGV seguem as regras de relacionamento espacial proposta pela ADGV (DSG, 2021).

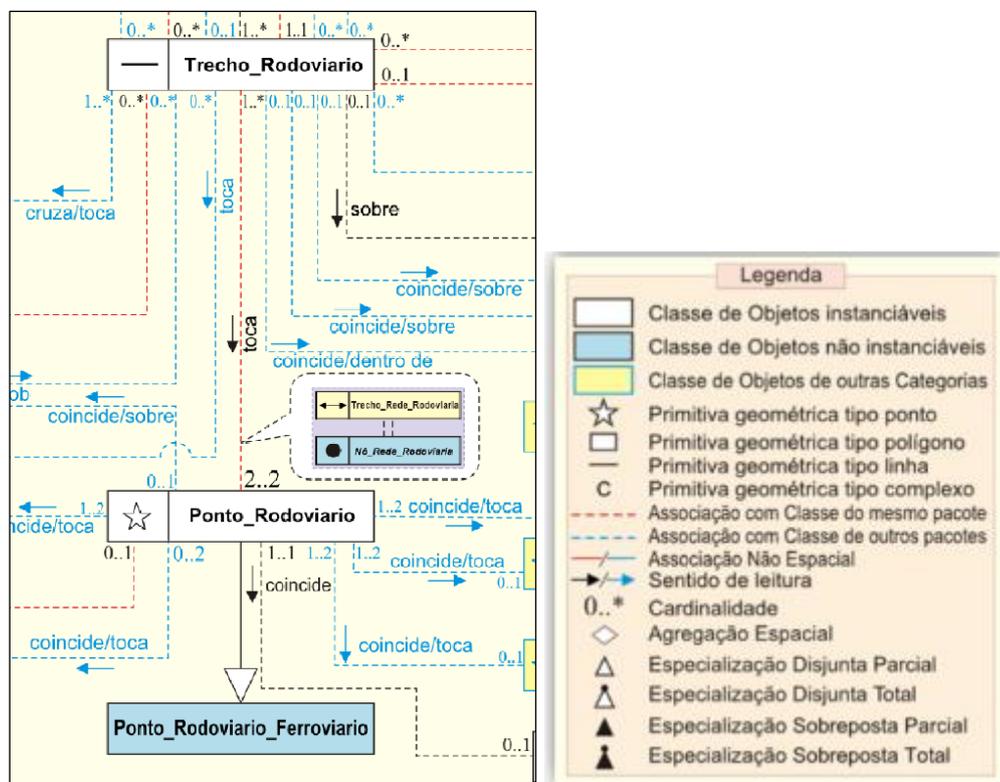
Os operadores topológicos, também denominados de predicados topológicos (Borrmann & Rank, 2009), utilizados nessas regras, retornam o valor booleano “True” se o

resultado da medida for classificado nos possíveis esquemas de relações espaciais, verificando-se situações como: intercepta, toca, cruza, contém, dentro de, disjunto, igual, sobrepõe, entre outros predicados espaciais.

As regras para verificar conectividade de rede de conexão utiliza o operador toca (*touches*). Esse operador testa se uma geometria A toca uma geometria B, ou seja, checa se as geometrias possuem pelo menos um ponto em comum.

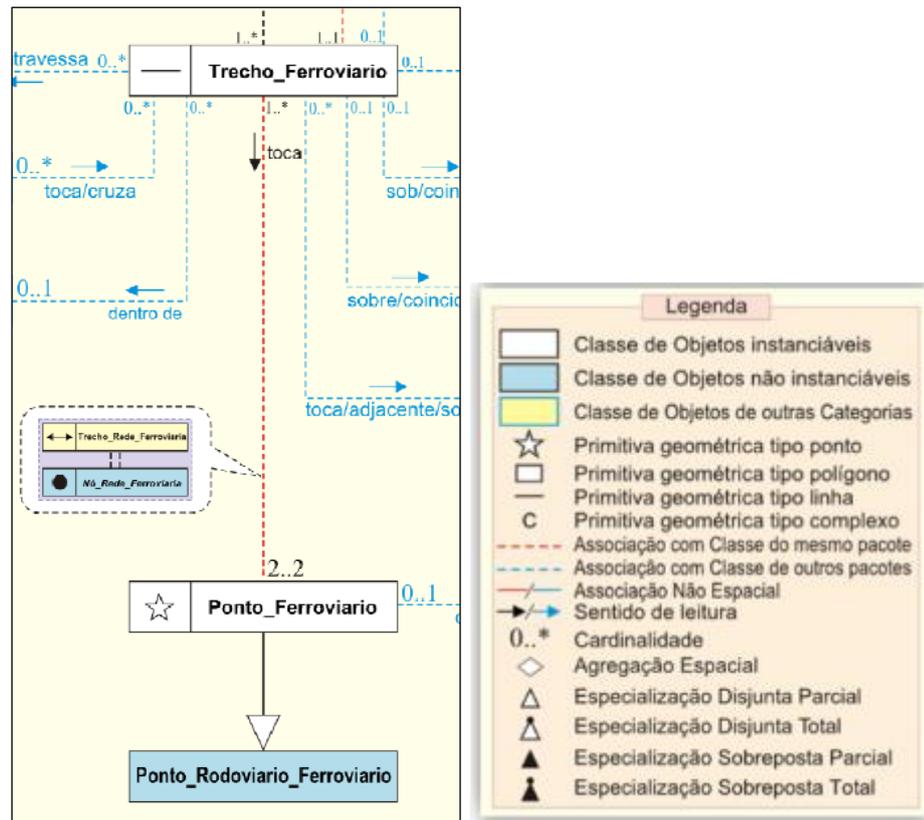
Para essa medida de qualidade foram elaboradas as regras para identificar problemas de relacionamento espacial (conectividade), previstos nos diagramas de classe simplificado modelado em *Object Modeling Technique for Geographic Applications – OMT-G* da ET-EDGV, conforme extratos apresentados nas Figuras: 37, 38, 39, 40, 41 e 42 apresentam um extrato dos diagramas, utilizados nessa pesquisa, para objetos com estrutura de rede da Categoria do Sistema de Transporte: Subsistema Rodoviário, Subsistema Ferroviário, Subsistema Duto e Subsistema Hidroviário; Categoria Energia e Comunicações e Categoria Hidrografia, consequentemente.

Figura 37 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Rodoviário



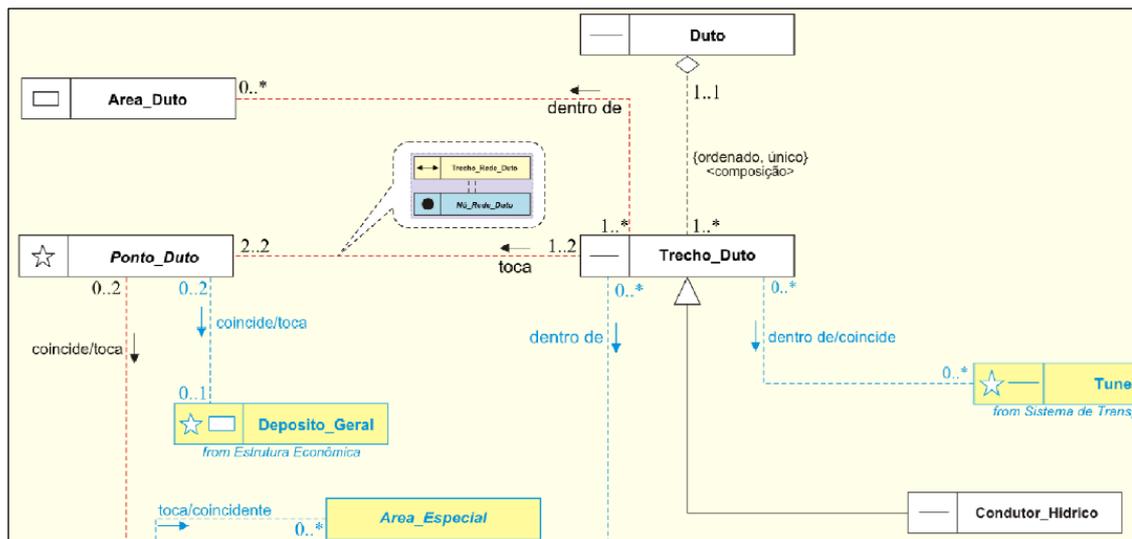
Fonte: CONCAR (2010)

Figura 38 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Ferroviário



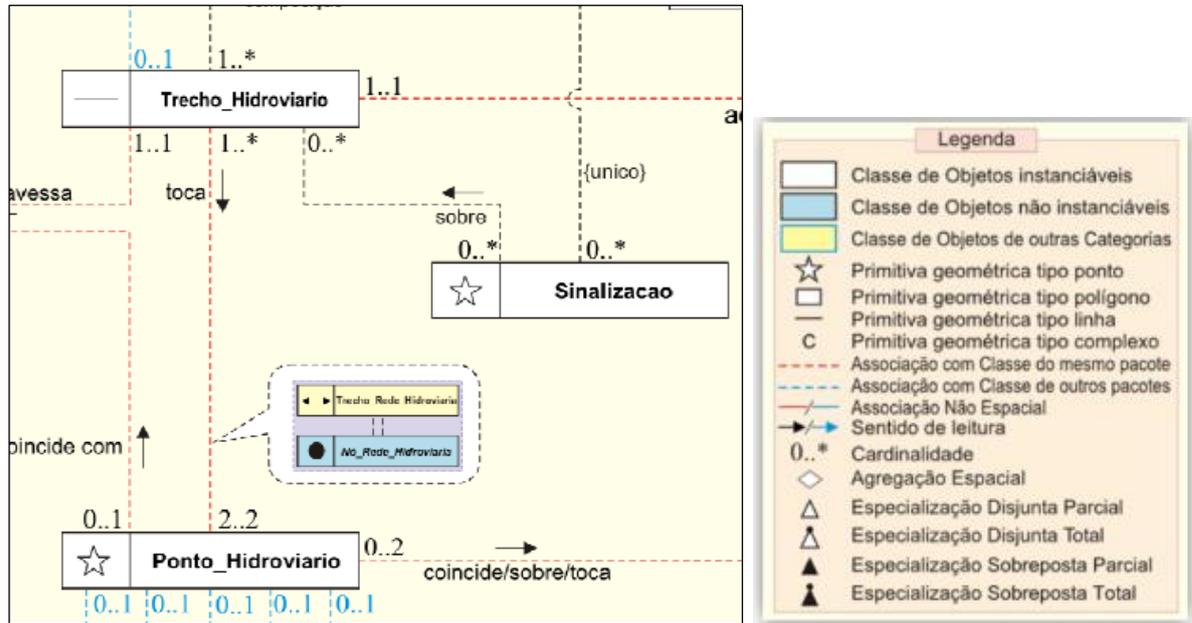
Fonte: CONCAR (2010)

Figura 39 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Duto



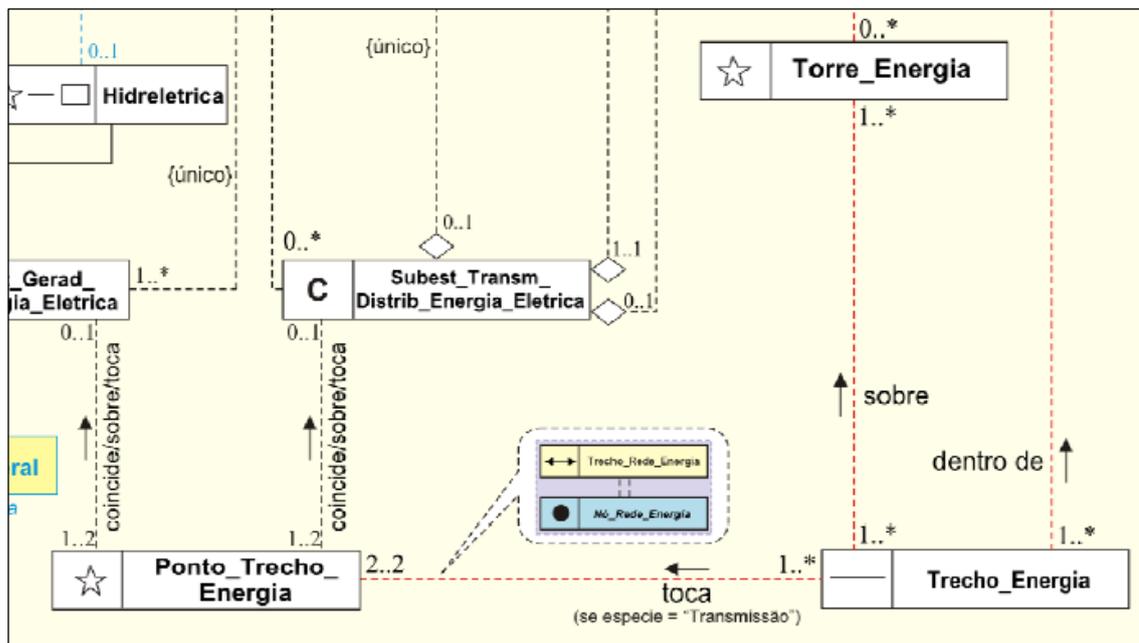
Fonte: CONCAR (2010)

Figura 40 - Extrato do diagrama de conectividade do Subsistema Hidroviário



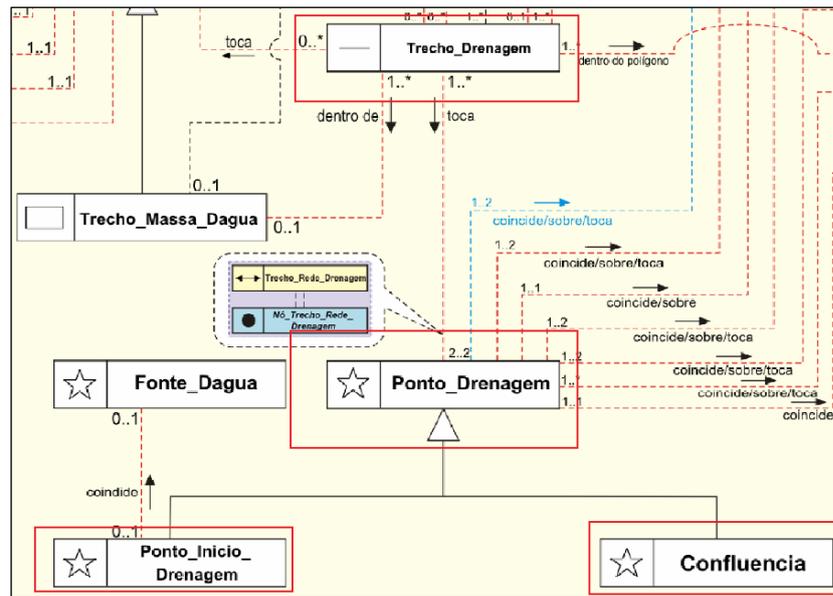
Fonte: CONCAR (2010)

Figura 41 - Extrato do diagrama de conectividade da Categoria Energia e Comunicação



Fonte: CONCAR (2010)

Figura 42 - Extrato do diagrama de conectividade da Categoria Hidrografia

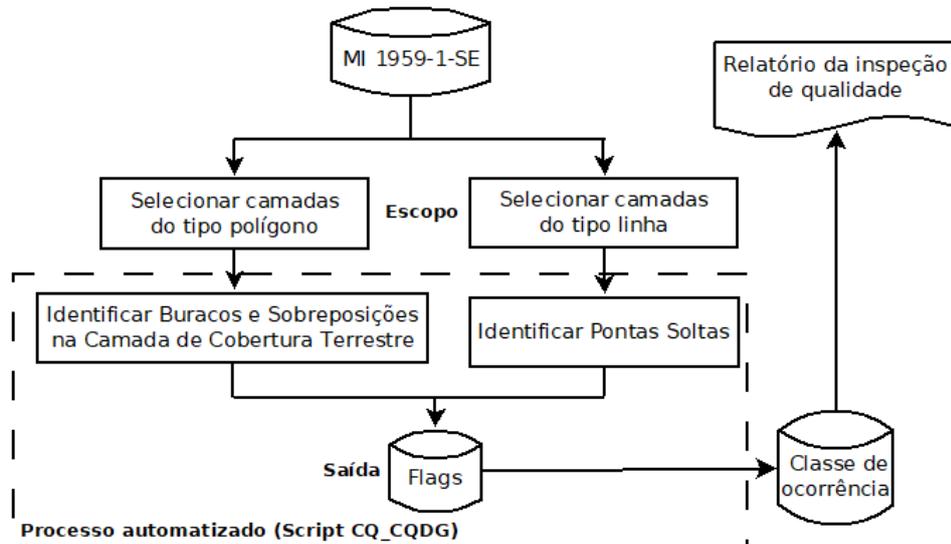


Fonte: CONCAR (2010)

5.1.3.7 Procedimento para avaliar a Medida CQDG:217

Para detectar os erros relacionado a medida de qualidade CQDG:217 foram utilizados do Processo de *Identificação* do DSGTools os algoritmos *Identificar Buracos e Sobreposições na Camada de Cobertura Terrestre* para objetos do tipo polígono e *Identificar Pontas Soltas* para tipo linha, conforme fluxograma apresentado na Figura 43.

Figura 43 - Fluxograma para avaliar a Medida CQDG:217



Fonte: O Autor (2022)

O processo *Identificar Buracos e Sobreposições na Camada de Cobertura Terrestre* identifica feições do tipo polígonos que possuem buracos ou sobreposições entre elas. Neste processo, uma lista de camadas que compõem a cobertura terrestre é unificada, de modo a se comportarem como uma única camada (a camada de cobertura terrestre).

A busca por vãos e sobreposições é feito por meio de duas consultas SQL, que foram desenvolvidas por Andrade (2018). Uma para buscar as regiões que representam vãos e outra para buscar as áreas de sobreposição.

Os vãos com a camada de referência são determinados por meio da SQL apresentada na consulta da Figura 44.

Figura 44 - Consulta SQL para Identificar vão com a referência

```
select (ST_Dump(ST_SymDifference(a.geom, b.geom))).geom from
(select ST_Union(coluna_geometrica) as geom from esquema.tabela_ref) as a,
(select ST_Union(geom) as geom from validation.coverage_temp) as b
```

Fonte: Andrade (2018), adaptado

Esta consulta calcula a diferença simétrica entre a união das geometrias que compõem a camada de referência e a união das geometrias da camada unificada. Como o resultado tende a ser uma geometria multiparte, é feito o uso do *ST_Dump* para separar cada vão tenha um registro individualizado.

As sobreposições são determinadas por meio da SQL apresentada na consulta da Figura 35, do processo *Identificar Sobreposições*, que faz uso da função *ST_GeoTableSummary*, também usada para determinar os vãos, conforme apresentada na consulta da Figura 45.

Figura 45 - Consulta SQL para identificar lacunas

```
select (ST_Dump(foo.geom)).geom as geom from
(select
(ST_GeoTableSummary(
'esquema', 'tabela_unificada', 'coluna_geometrica', 'coluna_chave', 10, 'S4')
).geom) as foo
where ST_IsEmpty(foo.geom) = 'f'
```

Fonte: Andrade (2018), adaptado

O processo *Identificar Pontas Soltas*, conforme apresentado anteriormente, identifica extremidades de feições de primitiva do tipo linha que estão a uma distância menor de outra feição à qual devesse ser atraída/estar conectada. Nessa medida são identificados objetos do tipo linha que representam feições que naturalmente se tocam, mas foram adquiridos sem se

tocarem, porém com a distância entre seus vértices menor do que o valor do parâmetro raio da topologia.

5.1.4 Desenvolvimento de *Script* para execução do processo de inspeção da consistência topológica

O desenvolvimento do script apresentado nessa seção se justifica para resolver a limitação do plugin DSGTools em criar os registros (*flags*) dos erros detectados em tabelas diferentes, de acordo com cada camada avaliada quando executado o processo em lotes. Dessa forma exige uma análise manual das flags em diferentes tabelas, no qual deixa o processo sem eficiência na questão de otimização e produtividade.

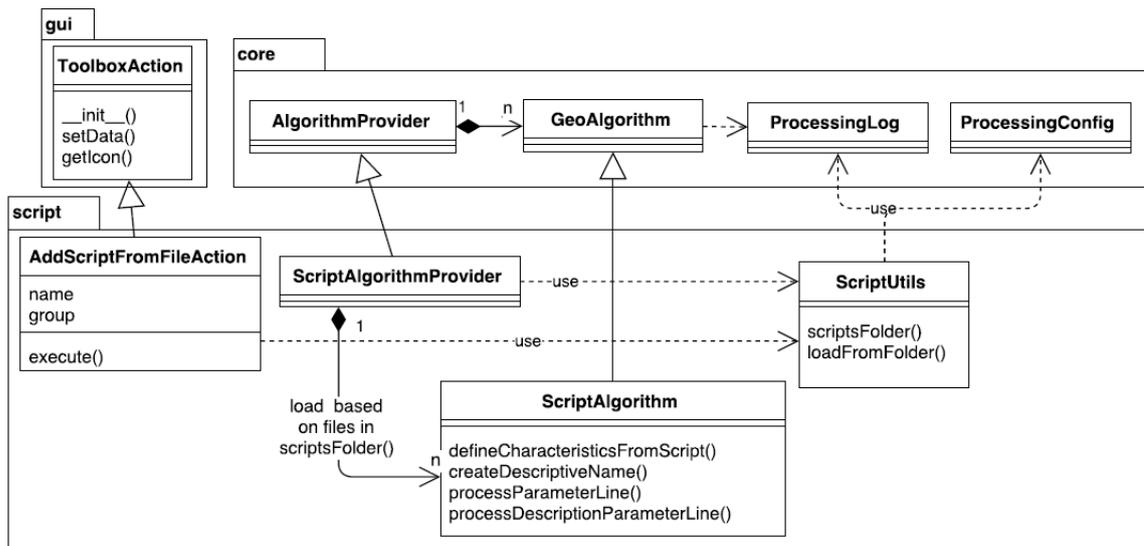
Outro fator relevante foi unir o conjunto de ferramentas do Processos de Identificação do DSGTools em um único pacote com objetivo de excluir a necessidade de execução individualizada de cada processo proposto.

Face o exposto, foi necessário o emprego de novos algoritmos computacionais que forneceram soluções otimizadas para suprimir a necessidade de operações manuais na inspeção da consistência topológica. O QGIS, um dos mais populares GIS de código aberto multifuncional, fornece a arquitetura *Processing*, que é um *framework Python* para o desenvolvimento de algoritmos de análise que facilita a implementação e o uso desses algoritmos.

Novos algoritmos podem ser integrados ao *Processing* usando três técnicas diferentes: escrever um *script Python*, criar um *plugin QGIS*, que implementa um provedor de processamento ou adicionando novas classes ao núcleo de processamento (Graser & Olaya, 2015).

Criar um *script Python* é a maneira mais direta de adicionar novos algoritmos ao *Processing*. Esses *scripts* são manipulados pelo pacote de *scripts* mostrado na Figura 46.

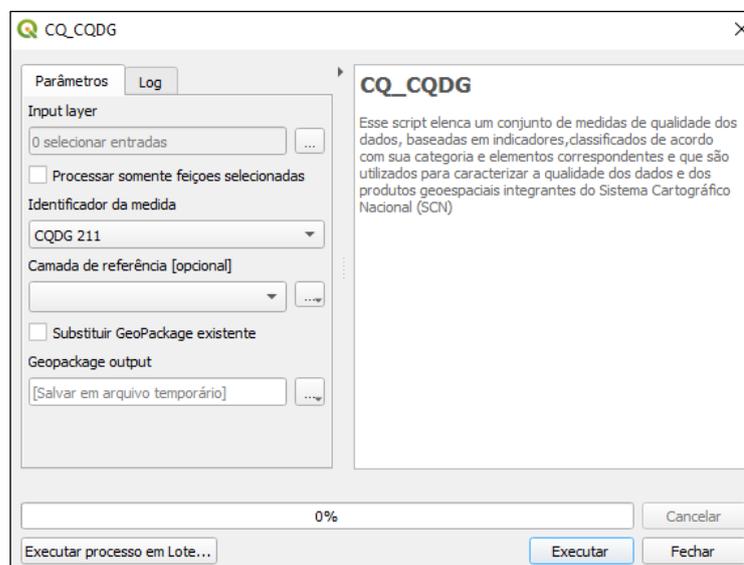
Figura 46 - Diagrama de classes do pacote de scripts e suas conexões com outros pacotes



Fonte: Graser & Olaya (2015)

Os *scripts* podem ser escritos diretamente no QGIS, usando o editor embutido. Esta foi a abordagem utilizada no desenvolvimento do *script* denominado de *CQ_CQDG* (Figura 47), que tem como objetivo automatizar os processos de avaliação das medidas de qualidade da consistência topológica da CQDG e teve como base de implementação as ferramentas de código aberto do *plugin* DSGTools e indicadores propostos nesse trabalho.

Script é um arquivo *.py* com uma sequência de instruções que serão executadas toda vez que o *script* for chamado. Um extrato do pseudoalgoritmo (APÊNDICE B) apresentado na Figura 48 mostra uma parte da implementação do *script* *CQ_CQDG*.

Figura 47 - Interface do *script* *CQ_CQDG*

Fonte: O Autor (2022)

Figura 48 - Extrato do pseudoalgoritmo para automatização do processo

```

18 from qgis.PyQt.QtCore import QApplication
19 from qgis.core import (QgsProcessing,
20                        QgsFeatureSink,
21                        QgsProcessingException,
22                        QgsProcessingAlgorithm,
23                        QgsFeature,
24                        QgsProcessingParameterVectorLayer,
25                        QgsProcessingParameterMultipleLayers,
26                        QgsProcessingParameterFileDestination,
27                        QgsProcessingParameterEnum,
28                        QgsProcessingParameterBoolean)
29 from qgis import processing
30
31
32 class ExampleProcessingAlgorithm(QgsProcessingAlgorithm):
33
34     INPUT = 'INPUT'
35     OUTPUT = 'OUTPUT'
36     OVERWRITE = 'OVERWRITE'
37     SELECTED = 'SELECTED'
38     CQDG = 'CQDG'
39     MOLDURA = 'MOLDURA'
40
41     def tr(self, string):
42         return QApplication.translate('Processing', string)
43
44     def createInstance(self):
45         return ExampleProcessingAlgorithm()
46
47     def name(self):
48         return 'CQ_CQDG'

```

Fonte: O Autor (2022)

Neste trabalho, o *script* CQ_CQDG foi desenvolvido para o usuário definir os fluxos de trabalho para avaliar as medidas de qualidade como uma etapa única. Basicamente, torna-se necessário definir os dados de entrada e os dados de saída para cada medida de qualidade a ser avaliada. Os parâmetros do processo são descritos no Quadro 10, seguindo a ordem em que são apresentados na interface.

Quadro 12 – Parâmetros do *script* CQ_CQDG

Continua

Parâmetro	Tipo	Opcional	Descrição
Camada de entrada	Camada vetorial	Não	Camada a ser processada em busca de feições com incoerência de acordo com a medida de qualidade
Processar apenas feições selecionadas	Booleano	Sim	Indica se o algoritmo deve ser executado apenas para as feições selecionadas da camada de entrada.
Medida de Qualidade	String	Não	Indica qual medida de qualidade da CQDG será executada.

Quadro 13 – Parâmetros do *script* CQ_CQDG

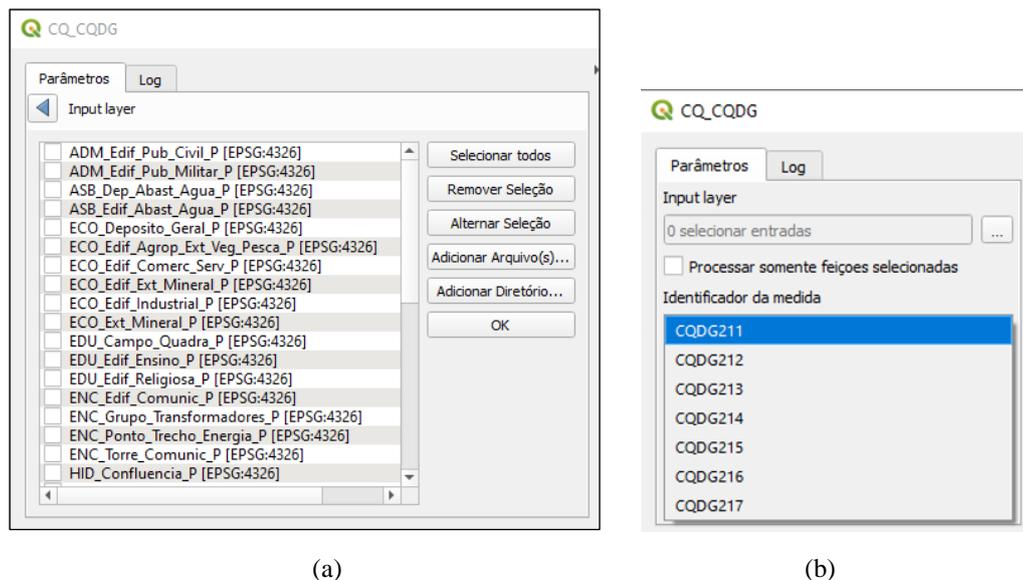
Conclusão

Parâmetro	Tipo	Opcional	Descrição
Camada de referência	Camada vetorial	Sim	Camada de limites da região a ser analisada.
Substituir GeoPackage existente	Booleano	Sim	Indica se o algoritmo deve substituir a camada de flags da saída
Saída	Camada vetorial	Sim	Camada na qual serão exibidos os flags do algoritmo e seu local.

Fonte: O Autor (2022)

Os dados de entrada são definidos com base nos arquivos que estão disponíveis no painel de camada do QGIS. Esses dados são de acordo com o escopo da medida de qualidade a ser avaliada. Nesse sentido, o algoritmo permite que múltiplas camadas possam ser selecionadas uma única vez para serem avaliadas por todos os processos referente à medida de qualidade em execução, conforme Figura 49-(a). Para a seleção da medida de qualidade os parâmetros de processamento foram dispostos na interface de modo que o usuário defina qual medida de qualidade, de acordo com a CQDG, será avaliada, conforme Figura 49-(b).

Figura 49 - Interface com parâmetros de entrada (a) e com parâmetros do identificador de qualidade do *script* CQ_CQDG (b).

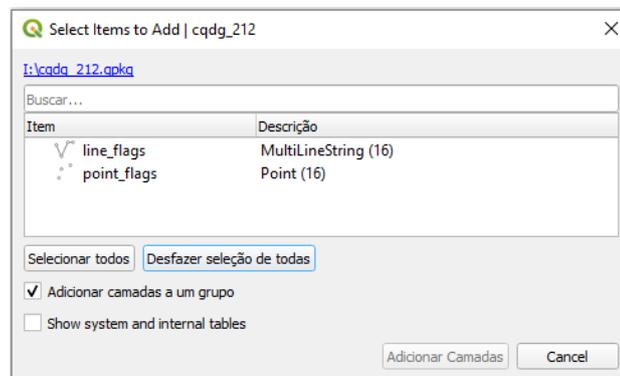


Fonte: O Autor (2022)

O *script* CQ_CQDG cria registros para cada problema identificado da mesma forma que os *Processos de Identificação*, listados no Quadro 9. A vantagem do acesso aos registros oriundo do *script* é devido ao mesmo ser feito por meio de *flags* inseridas em uma única tabela de acordo com a medida de qualidade.

Nesse sentido para definição dos dados de saída foi disponibilizado somente para arquivos de extensão *geopackage*. Essa restrição foi necessária tendo em vista que as ferramentas do *plugin DSGTOOLS*, base para o *script*, tem como dados de saída arquivos com todas as primitivas geométricas. Sendo assim, a extensão *geopackage* permite armazenar as *flags* com qualquer primitiva geométrica dentro de um único diretório, conforme a Figura 50.

Figura 50 - Exemplo de armazenamento de flags em um único diretório



Fonte: O Autor (2022)

Por fim, essas *flags* são transferidas para a Classe de ocorrência e junto com outras informações são utilizadas para o preenchimento do relatório de qualidade.

5.1.5 Relatório da Inspeção de qualidade (4º Passo)

Para finalizar o processo de avaliação foi elaborado um relatório de qualidade independente, que segundo ISO (2013) serve para informar ao usuário do produto sobre os procedimentos de qualidade que foram executados no produto de uma forma amigável.

A norma ISO (2013) não define nenhuma estrutura básica para esse relatório, porém a CQDG sugere que o relatório independente de qualidade seja estruturado em quatro seções primárias e suas subdivisões. As seções são: introdução, identificação dos produtos, avaliação da qualidade e sumário.

Nesse estudo foi proposto um relatório de qualidade adaptado de DSG (2016) e França (2021). A Figura 51 apresenta o exemplo do relatório proposto.

Figura 51 - Exemplo de relatório de qualidade proposto

RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 001/2022

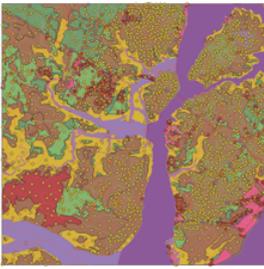
1. INTRODUÇÃO
Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geospaciais disponível no [BDGEx](#), elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (XX)
- MANUAL IBGE (2017)

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-2009-2-NE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2020
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 2009-2-NE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	Método Avaliação	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todos os pontos	Consistência Lógica	Consistência topológica	CQDG-211	Porcentagem de pontos inválido	M=0

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO
2022-04-17 16:32:34

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmo de processamento	Medida	Resultado
CQDG-211	76	10	0,13157895	13,16	Identificar e Consertar Geometrias Inválidas	Falsa (Não Conforme)	Reprovado
CQDG-211	76	0	0	0	Identificar Geometrias Duplicadas	True (Conforme)	Aprovado
CQDG-211	76	0	0	0	Identificar Pontos Duplicados entre Camadas	True (Conforme)	Aprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

1	Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (idi=0), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (idi=0).
2	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P (idi=2), HID_Ponto_Inicio_Drenagem_P (idi=38).
3	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P (idi=2), HID_Ponto_Inicio_Drenagem_P (idi=126).
4	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=0), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=140).
5	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=1), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=38).
6	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=2), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=145).
7	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=3), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=33).
8	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=4), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=111).
9	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=5), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=55).
10	Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Foz_Maritima_P (idi=6), HID_Ponto_Drenagem_P (idi=54).

8. OBSERVAÇÕES
Banco reprovado por apresentar inconsistências de pontos inválido

Fonte: O Autor (2022), adaptado

A estrutura do relatório incide nas seguintes partes: Introdução, Referências, Identificação do Produto, que consiste no preenchimento dos seguintes dados (título; resumo; data de criação; responsável; escala do produto e visualização), Procedimento de avaliação de qualidade, Data/Hora da avaliação, Resultado da medida de qualidade, Inconsistências e Observações. Essa estrutura visa apresentar um relato sucinto, objetivo e padronizado, no qual a lista de feições não conforme seja apresentada no item Inconsistências.

Os dados para preencher os itens Procedimento de avaliação de qualidade, Data/Hora da avaliação, Resultado da medida de qualidade e Inconsistência são oriundos da Classe de ocorrência.

6 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio da metodologia proposta e implementações apresentadas no capítulo 5, relativos aos processos de inspeção de qualidade de uma base cartográfica digital disponibilizada pela INDE a partir do BDGEx.

Os resultados têm como ênfase apresentar a elaboração das regras para avaliação de cada medida de qualidade de acordo com a ADGV, EDGV e CQDG e testar essas regras com a utilização do *script* CQ_CQDG.

Com o intuito de tornar mais claro o funcionamento do *script*, nesta seção foram gerados alguns problemas de inconsistência para as medidas de qualidade que não tiveram erros identificados.

Como as propostas de inspeção estão separadas por medidas de qualidade a apresentação dos resultados obtidos será de acordo com cada medida de qualidade para o subelemento consistência topológica da CQDG.

6.1 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:211

A medida de qualidade CQDG:211 se refere a porcentagem de pontos inválidos, que é a proporção da quantidade de objetos do tipo ponto ou multiponto inválidos em relação à quantidade total de pontos ou multipontos no produto avaliado.

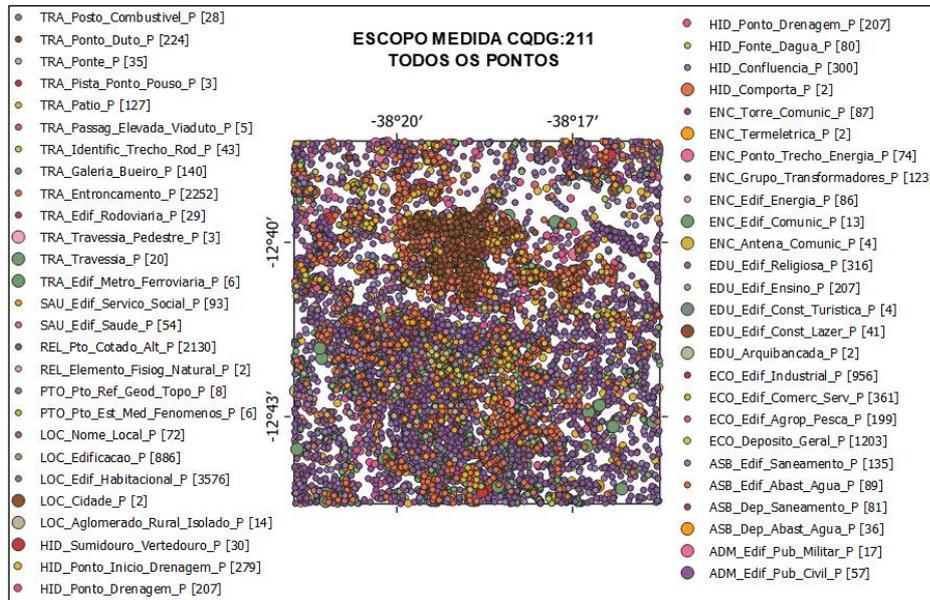
Para testar essa medida no conjunto de dados, cada geometria do tipo ponto ou multiponto foi verificada segundo as regras descritas nas seções 6.1.4 e 6.1.5 do SFS. Essas regras definem que os valores do *ST_Point* é simples se um ponto é um objeto geométrico zero dimensional e representa um único local. Cada ponto é composto por uma coordenada X e Y para identificar a localização no respectivo sistema de referência espacial, enquanto os valores *ST_MultiPoint* (multiponto) representam uma coleção de pontos únicos. Multiponto é simples se não houver dois pontos iguais na coleção (valores de coordenadas idênticos em X e Y) (HERRING, 2011). O ponto e o multiponto não necessariamente devem ser pontos distintos.

A verificação dessas condições foi feita com base nos processos *Identificar Geometrias Inválidas*, *Identificar Geometrias Duplicadas* e *Identificar Pontos Duplicados Intercamadas*, todos disponíveis no *plugin* DSGTools. Esses algoritmos foram reunidos na função *CQDG211* do *script* CQ_CQDG e são capazes de indicar invalidade de geometrias nos

seguintes casos: geometrias corrompidas, geometrias duplicadas na mesma classe, geometrias duplicadas em classes diferentes, geometrias vazias e geometrias nula ou infinita.

Nesse sentido foi executado o *script* CQ_CQDG para avaliar essa medida de qualidade em todas as classes com primitiva geométrica tipo ponto, isto pode ser visto por meio da Figura 52, com o total 53 classes e 14.749 objetos verificados no CDGV.

Figura 52 - Classes do escopo para a avaliar a medida de qualidade CQDG:211



Fonte: O Autor (2022)

O resultado da aplicação do *script* para a função *CQDG211* é apresentado na Tabela 3, que mostra o grupamento das 79 *flags* com apontamento das inconsistências identificadas.

Tabela 3 - Resultado da aplicação da função CQDG211

Item	Inconsistência	Quant.
1	Mesma geometria: ECO_Deposito_Geral_P, TRA_Ponto_Duto_P	11
2	Mesma geometria: ENC_Gpo_Transformadores_P, ENC_Pto_Trecho_Energia_P	21
3	Mesma geometria: ENC_Ponto_Trecho_Energia_P, ENC_Termeletrica_P	2
4	Mesma geometria: HID_Comporta_P, HID_Ponto_Drenagem_P	2
5	Mesma geometria: HID_Ponto_Drenagem_P, HID_Sumidouro_Vertedouro_P	30
6	Mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P, HID_Ponto_Inicio_Drenagem_P	4
7	Mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P, HID_Ponto_Drenagem_P	3
8	Mesma geometria: HID_Confluencia_P, HID_Fonte_Dagua_P	2
9	Mesma geometria: TRA_Entroncamento_P, TRA_Ponto_Duto_P	1
10	Mesma geometria: TRA_Entroncamento_P, TRA_Passag_Elevada_Viaduto_P	2
11	Mesma geometria: TRA_Galeria_Bueiro_P, TRA_Identific_Trecho_Rod_P	1
	Total de flags	79

Fonte: O Autor (2022)

Observa-se na Tabela 3 que as inconsistências detectadas são oriundas do algoritmo *Identificar Pontos Duplicados Intercamadas*. Porém, salienta-se que entre os resultados existem *flags* que não podem ser consideradas erros, tendo em vista a coincidência entre os pontos intercadas serem permitido na modelagem.

É o caso das *flags* do item 1 da Tabela 3, na qual objetos da classe *Deposito_Geral_P* coincide com objetos da classe *Ponto_Duto_P*. Esse relacionamento é previsto na seguinte regra da ADGV: “Quando objetos da classe *Ponto_Duto* estiver relacionada com uma das seguintes classes *Deposito_Geral* ou *Local_Critico*, será gerado um objeto *Ponto_Duto* coincidente com este ponto...”.

Da mesma forma não pode ser considerada como inconsistência as *flags* do item 4 e 5 da Tabela 3, em virtude da seguinte regra prevista na ADGV: “Quando um *Ponto_Drenagem* estiver relacionada com um objeto das seguintes classes: *Eclusa*, *Barragem*, *Comporta*, *Queda_Dagua*, *Corredeira*, *Foz_Maritima*, *Sumidouro_Vertedouro*, *Trecho_Drenagem*, *Massa_Dagua* e/ou *Trecho_Massa_Dagua* é gerado um objeto da classe *Ponto_Drenagem*.”

Como observado na regra para *Ponto_Drenagem* não é previsto o relacionamento com a classe *Fonte_Dagua*. Logo, as *flags* com as inconsistências do item 7 devem ser consideradas como erros. Assim como o item 8, pois não é previsto relacionamento de *Fonte_Dagua* com a classe *Confluencia*. Porém, as *flags* do item 6 devem ser desconsideradas caso respeite a seguinte regra: “Um objeto da classe *Fonte_Dagua* pode coincidir com um objeto da classe *Ponto_Inicio_Drenagem*, caso o atributo nascente = Sim.”

Com relação ao item 2 da Tabela 3, na qual a classe *Ponto_Trecho_Energia* coincide com a classes *Grupo_Transformadores* deve-se considerar as *flags* detectadas como erro, dado que, a regra de relacionamento para a classe *Ponto_Trecho_Energia*, de acordo com ET-ADGV consiste em: “Objeto(s) desta classe pode(m) coincidir (geometria do tipo ponto) ou sobrepor(em) (geometria do tipo linha) ou tocar(em) (geometria do tipo polígono) objeto(s) da classe: *Est_Gerad_Energia_Eletrica* e/ou *Subest_Transm_Distrib_Energia_Eletrica*”. Como *Termeletrica* é especialização da classe *Est_Gerad_Energia_Eletrica* o item 3 não deve ser aceito como erro, sendo assim desconsidera as *flags* com pontos duplicados entre essas classes.

Por fim, os itens 9, 10 e 11 devem ser contabilizados como erros. Visto que, não existe relacionamento previsto entre as classes detectadas.

Assim, foi realizado um filtro no resultado e as 30 *flags* com as inconsistências topológicas confirmadas foram exportadas para a *Classe de Ocorrência*, que serviu de base

para preenchimento dos seguintes itens do Relatório de Qualidade nº 001 (APÊNDICE C): Procedimento de avaliação de qualidade, Data/Hora da avaliação, Resultado da medida de qualidade e Inconsistência. A Tabela 4 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 4 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:211

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:211	14.749	30	0,00203	0,2034%	Identificar Geometrias Inválidas - Identificar Geometrias Duplicadas - Identificar Pontos Duplicados entre Camadas	False (Não Conforme)	Reprovado

Fonte: O Autor (2022)

6.2 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:212

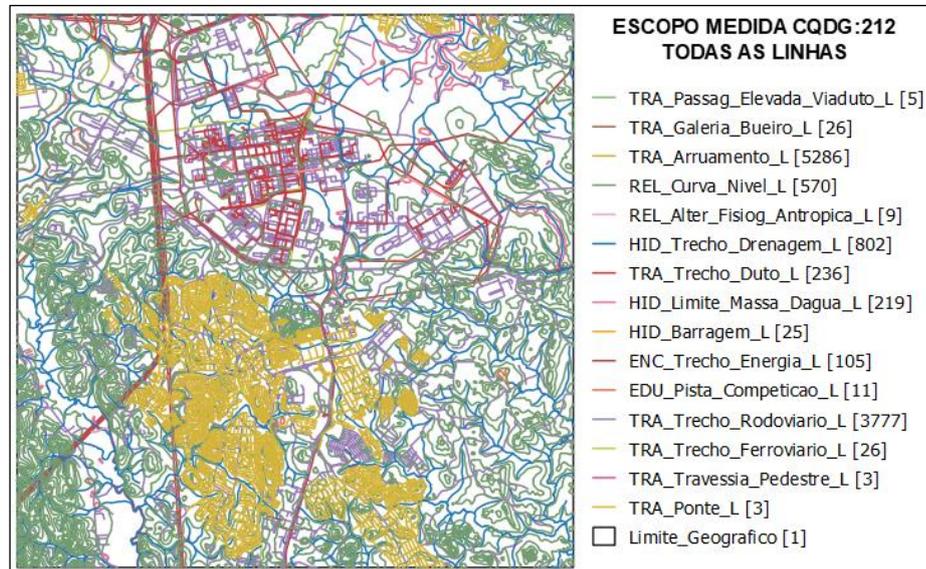
A medida de qualidade CQDG:212 se refere a porcentagem de linhas inválidas. Proporção da quantidade de objetos do tipo linha ou multilinha simples inválidas em relação à quantidade total de linhas ou multilinhas no produto avaliado.

Para o conjunto de dados a ser avaliado, cada geometria *ST_LineString* (linha) simples ou *ST_MultiLineString* (multilinha) simples é verificada segundo as regras descritas nas seções 6.1.7 e 6.1.9 da especificação *SFS* (Herring, 2011). Qualquer geometria inválida ou incompleta (menos de duas coordenadas) conta um erro. Uma linha é definida por uma sequência de pontos, pares (X, Y), que definem os pontos de referência da cadeia de linha. A interpolação linear entre os pontos de referência define a cadeia de linhas resultante.

A verificação dessas condições foi feita com base nos mesmos algoritmos usados para inspecionar a medida CQDG:211 mais os algoritmos *Identificar Ângulos Fora de Limites* e *Identificar Linhas Pequenas*. Os algoritmos foram reunidos na função *CQDG212*, que é aplicada a todos os vetores do tipo linha (Figura 53), e tem por finalidade indicar erros topológicos de geometrias nos seguintes casos: geometria corrompida, auto intersecção, superfície não plana, limite sólido (coordenadas consecutivas duplicadas), geometrias vazias, conter peça de geometria nula ou infinita, geometrias duplicadas na mesma classe, geometrias duplicadas em

classes diferentes, ângulos com vértices consecutivos menores que a tolerância prevista e linhas pequenas.

Figura 53 - Classes do escopo para a avaliar a medida de qualidade CQDG:212



Fonte: O Autor (2022)

Sendo assim, para inspeção das 15 classes instanciadas no CDGV 1959-1-SE foi executada a função CQDG212 do *script* CQ_CQDG. O resultado dessa aplicação é apresentado na Tabela 5, que mostra as 201 *flags* com o tipo de inconsistências identificadas.

Tabela 5 - Resultado da aplicação da função CQDG212 do *script* CQ_QCDG

Item	Inconsistência	Quant.
1	<i>Invalid reason: Os segmentos A e B da linha 0 intersectam em x, y. (Curva_nivel)</i>	120
2	<i>Invalid reason: Os segmentos A e B da linha 1 intersectam em x, y. (Limite_massa_dAgua)</i>	4
3	<i>Invalid reason: Os segmentos A e B da linha 2 intersectam em x, y. (Pista_comp)</i>	1
4	<i>Invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 2 (Curva_nivel)</i>	13
5	<i>Invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 2 (Pista_comp)</i>	1
6	TRA_Trecho_Rodoviario_L possui comprimento menor que a tolerância	22
7	TRA_Arruamento_L possui comprimento menor que a tolerância	29
8	REL_Curva_Nivel_L possui comprimento menor que a tolerância	7
9	Limite_Massa_Dagua_L possui comprimento menor que a tolerância	4
	Total de flags	201

Fonte: O Autor (2022)

Do item 1 ao 3 da Tabela 5 são apresentados os erros detectados pelo algoritmo *Identificar Geometria Inválida*. Nessa fase o algoritmo conseguiu identificar linha que auto-intersecta, nas classes: *Limite_Massa_Dagua*, *Pista_Competicacao* (Figura 54-a) e *Curva_Nivel*.

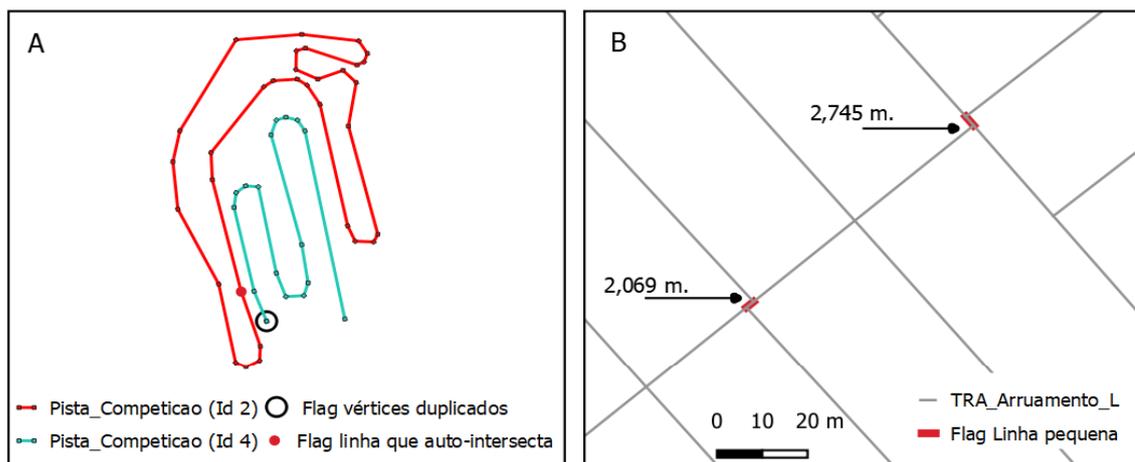
Em todas as classes a auto interseção ocorreu nos pontos de início e fim das linhas, caracterizando linhas fechadas.

Dessa forma, as *flags* referente a *Curva_Nivel* devem ser desconsideradas. Dado que, na modelagem da ET-EDGV os objetos lineares que deveriam estar fechados são instanciados nas classes do tipo isolinhas, representadas somente pelas classes *Curva_Nivel* e *Curva_Batimetrica*.

É possível configurar o *script* CQ_QCDG para habilitar o recurso “Ignorar *flags* no início ou fim de linhas fechadas”, disponível no próprio algoritmo *Identificar Geometria Inválida*. Esta opção garantirá que a ferramenta não reconheça as curvas de nível fechadas como erro. Porém, como o objetivo do *script* é inspecionar todas as camadas do CDGV em uma única execução esse recurso vai ignorar as linhas fechadas de todas as classes inspecionadas, caso essa opção seja habilitada

No que se refere as *flags* do item 4 e 5 foram identificadas 13 inconsistências de vértices duplicados na classe *Curva_Nivel* e 1 na classe *Pista_Competicacao* (Figura 54-a), todos detectados pelo algoritmo *Identificar Geometria Inválida*.

Figura 54 - Exemplo de inconsistências detectadas referente a medida CQDG:212



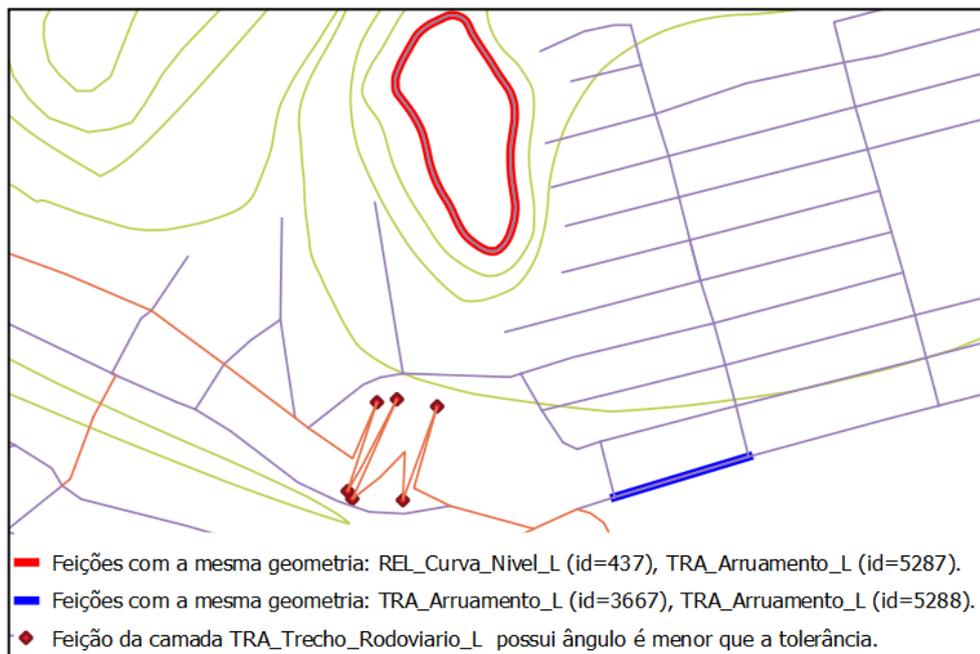
Fonte: O Autor (2022)

O item 6 a 9 da Tabela 5 apresentam os tipos de erros detectados pelo algoritmo *Identificar Linhas Pequenas*, conforme mostra a Figura 54-b, com um exemplo de linha da

classe *Arruamento* menor que 5 metros, que corresponde ao parâmetro de comprimento mínimo (0,2 mm) para a escala em 1:25.000.

Pode-se observar que para essa medida de qualidade não foram encontradas inconsistências oriundas dos algoritmos *Identificar Linhas Duplicadas Intercamadas*, *Identificar Geometrias Duplicadas* e *Identificar Ângulos Fora de Limites*. Nesse sentido, para verificar a funcionalidade desses algoritmos foi especificado uma lista de erros em linhas de teste e após o teste todos os erros listados foram detectados, conforme apresentado na Figura 55.

Figura 55 - Inconsistências detectadas na camada teste para validação do *script*



Fonte: O Autor (2022)

As linhas de teste apresentaram *flags* com feições duplicadas que pertencem à mesma classe (*Arruamento*), *flag* com duplicidades entre elementos de classes diferentes, nesse caso entre *Curva_Nivel* e *Arruamento* e *flags* do algoritmo *Identificar Ângulos Fora de Limites* que consiste em calcular o menor ângulo entre segmentos adjacentes da sequência de pontos que compõe as geometrias do tipo linhas.

Seguindo o fluxo de inspeção foi realizado um filtro no resultado e as *flags* com as inconsistências identificadas foram exportadas para a Classe de Ocorrência, que serviu de base para preenchimento do Relatório de Qualidade nº 002 (APÊNDICE D), seguindo o mesmo procedimento explicado anteriormente no relatório da medida CQDG:211. A Tabela 6 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 6 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:212

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:212	11.104	81	0,00729	0,7295%	Identificar Geometrias Inválidas - Identificar Geometrias Duplicadas - Identificar Linhas Duplicadas entre Camadas - Identificar Linhas Pequenas - Identificar Ângulo fora do limites	False (Não Conforme)	Reprovado

Fonte: O Autor (2022)

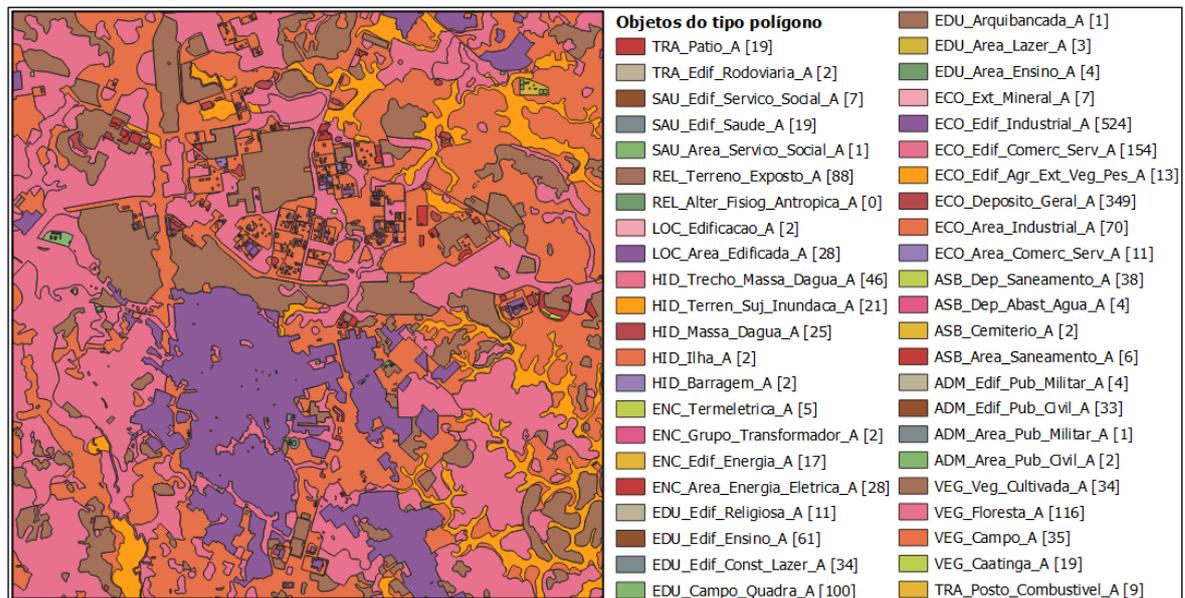
6.3 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:213

A medida de qualidade CQDG:213 refere-se à porcentagem de polígonos inválidos. O resultado para essa medida é a proporção da quantidade de objetos do tipo polígono ou multipolígono inválidos em relação à quantidade total de polígonos ou multipolígonos no produto avaliado.

Para o conjunto de dados avaliado, cada geometria do tipo polígono ou multipolígono é verificada segundo as regras descritas nas seções 6.1.11 e 6.1.14 da SFS (Herring,2011).

A verificação foi feita com base nos algoritmos *Identificar e Consertar Geometrias Inválidas*, *Identificar Geometrias Duplicadas*, *Identificar Polígonos Duplicados Intercamadas*, *Identificar Polígonos Pequenos* e *Identificar Ângulos Fora de Limites*. Os algoritmos foram reunidos na função *CQDG213* do *script*, que é aplicada a todos os objetos do tipo polígono (Figura 56).

Figura 56 - Classes do escopo para a avaliar a medida de qualidade CQDG:213



Fonte: O Autor (2022)

A aplicação do *script* nas 45 classes inspecionadas resultou em 36 *flags*, todas oriundas do algoritmo *Identificar Polígonos Pequenos* que usa como parâmetros de tolerância de área o valor de 625 m² estabelecido pela DSG (2010) na escala de 1:25.000. A Tabela 7 mostra em quais classes esse critério não foi aprovado.

Tabela 7 - Resultado da aplicação da função CQDG213 do *script* CQ_QCDG

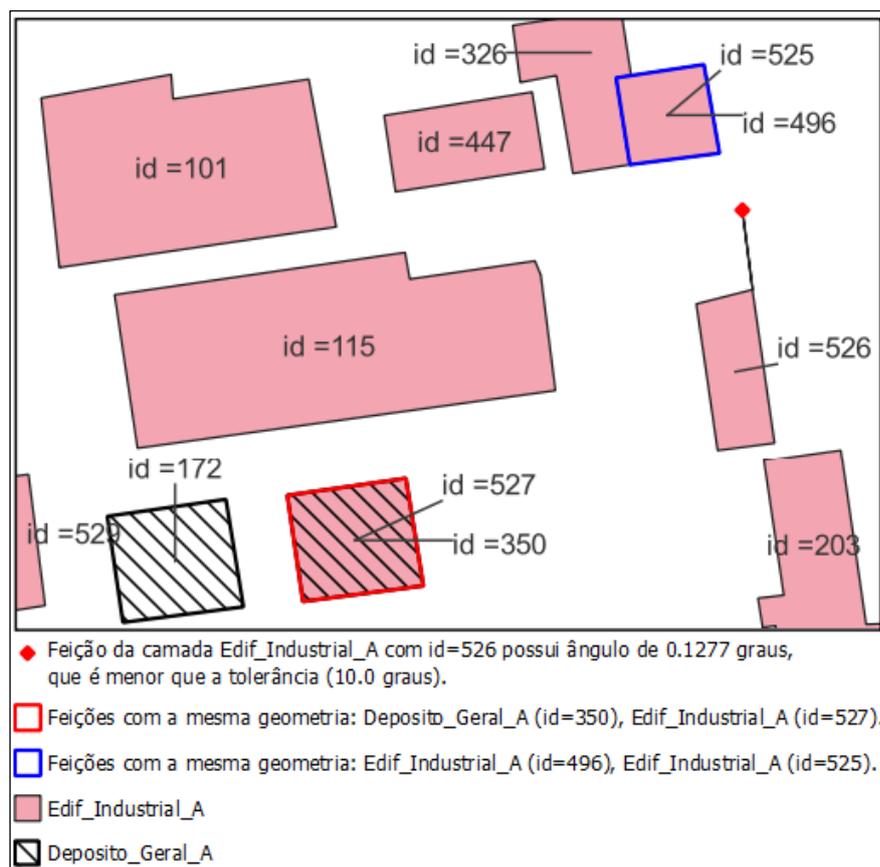
Item	Inconsistência	Quant.
1	Feição da camada Area_Energia_Eletrica_A possui área menor que a tolerância	3
2	Feição da camada Campo_Quadra_A possui área menor que a tolerância	4
3	Feição da camada Dep_Saneamento_A possui área menor que a tolerância	2
4	Feição da camada Deposito_Geral_A possui área menor que a tolerância	10
5	Feição da camada Edif_Comerc_Serv_A possui área menor que a tolerância	2
6	Feição da camada Edif_Industrial_A possui área menor que a tolerância	10
7	Feição da camada Edif_Pub_Civil_A possui área menor que a tolerância	2
8	Feição da camada Edif_Religiosa_A possui área menor que a tolerância	1
9	Feição da camada Edif_Rodoviaria_A possui área menor que a tolerância	1
10	Feição da camada Edif_Saneamento_A possui área menor que a tolerância	1
	Total de flags	36

Fonte: O Autor (2022)

Considerando verificar a funcionalidade dos outros algoritmos, da função *CQDG213*, que não detectaram nenhuma inconsistência, foi especificado uma lista de erros em polígonos de teste.

Após o teste todos os algoritmos foram capazes de detectar a lista de erros, conforme mostrado na Figura 57, com exemplos de *flag* com feições duplicadas que pertencem à mesma classe (*Edif_Industrial*), *flag* com duplicidades entre elementos de classes diferentes, nesse caso entre *Edif_Industrial* e *Deposito_Geral*, e *flag* com ângulo menor que o previsto.

Figura 57 - Inconsistências nos polígonos de teste para validação da função CQDG213



Fonte: O Autor (2022)

Enquanto a Figura 58 apresenta os erros detectados pelo algoritmo *Identificar Geometrias Inválidas*. Como pode ser visto foram indetificados erros previstos nas regras descritas nas seções 6.1.11 e 6.1.14 da SFS da OGC, como por exemplo:

- Os anéis que definem as fronteiras exterior e interior devem ser simples e fechados (*Flag 1*);
- Os anéis não podem se cruzar, mas podem se interceptar em apenas um ponto de tangência (*Flag 2*);

- c) Polígonos não podem ter linhas de corte ou filete (*Flag 3*);
- d) O interior de cada polígono deve ser um conjunto de pontos conectados (*Flag 4*);
- e) Os anéis internos não podem estar fora do anel exterior e nem dentro de outros anéis interiores (*Flag 5 e 6*).

Figura 58 -Resultado dos testes para o algoritmo Identificar Geometrias Inválidas



Fonte: O Autor (2022)

Sendo assim, a função *CQDG213* com todos os algoritmos proposto foram validados e aprovados para inspeção de objetos com primitiva geométrica tipo polígono.

Após execução e análise da função *CQDG213* foi realizado um filtro no resultado e as *flags* com as inconsistências identificadas foram exportadas para a Classe de Ocorrência, que serviu de base para preenchimento do Relatório de Qualidade nº 003 (APÊNDICE E), seguindo o mesmo procedimento explicado anteriormente. A Tabela 8 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 8 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:213

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:213	1.959	36	0,01838	1,8377%	Identificar e Consertar Geometrias Inválidas - Identificar Geometrias Duplicadas - Identificar Poligonos Duplicados Intercamadas - Identificar Poligonos Pequenos - Identificar Ângulos Fora de Limites	False (Não Conforme)	Reprovado

Fonte: O Autor (2022)

6.4 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:214

A medida de qualidade CQDG:214 refere-se à porcentagem de objetos com erro de fechamento, ou seja, porcentagem de objetos lineares que deveriam estar fechados e não estão em relação à quantidade total de objetos lineares que deveriam estar fechados.

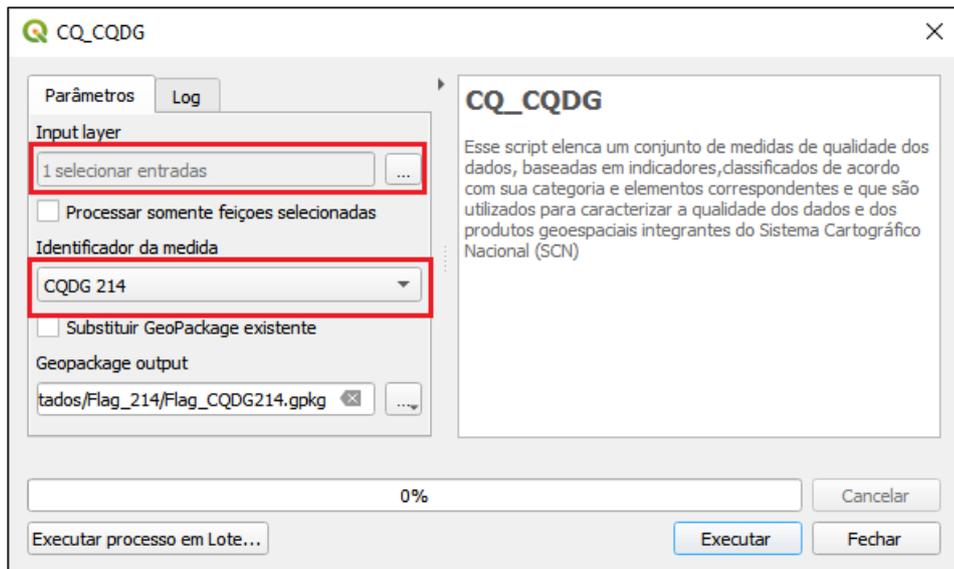
Na EDGV os objetos lineares que deveriam estar fechados são instanciados nas classes do tipo isolinhas, que representa uma coleção de linhas fechadas que não se cruzam nem se tocam (aninhadas). Deve-se observar que o fechamento das isolinhas sempre ocorrerá quando se considera o espaço geográfico como um todo, no entanto, na área em que se está modelando isto poderá não ocorrer (DSG, 2010). Por isso que não são considerados abertos, para efeitos desta medida os objetos intersectados pelo limite geográfico do produto (DSG, 2016).

As classes modeladas para EDGV com *LinearRing*, que de acordo com França (2021) é a estrutura utilizada para representar isolinhas, são: *Curva_nivel* e *Curva_Batimétrica*.

A curva de nível é uma linha contínua e fechada que representa a sucessão dos pontos de mesma altitude, referidos ao “datum” vertical estabelecido e Curva batimétrica é Linha imaginária que une pontos de mesma profundidade em relação às médias das baixa-mares de sizígia, para zonas oceânicas, e às médias das mínimas das vazantes para massas d’água interiores (DSG, 2010).

Face o exposto, para avaliar essas classes no banco de dados em estudo foi utilizada a função *CQDG214* do *script* CQ_CQDG (Figura 59). Essa função ativa a execução do algoritmo *Identificar Pontas Soltas* para identificar linhas não fechadas.

Figura 59 - Interface com os dados para avaliar a medida CQDG:214



Fonte: O Autor (2022)

Na inspeção do conjunto de dados espaciais, em estudo, todos os objetos da classe *Curva_nivel* foram analisados e identificados 294 com erro de fechamento linear, conforme mostra na Figura 60, referente ao extrato da tabela de atributos com a discriminação de cada inconsistências detectadas. Salienta-se que não foi necessário executar o processo na classe *Curva_batimetrica* por não ser previsto a coleta dessa classe no Projeto de Mapeamento da Bahia.

Figura 60 - Extrato com as *flags* gerados na inspeção da medida CQDG:214

fid	reason
1	Ponta solta em REL_Curva_Nivel_L
2	Ponta solta em REL_Curva_Nivel_L
3	Ponta solta em REL_Curva_Nivel_L
4	Ponta solta em REL_Curva_Nivel_L
5	Ponta solta em REL_Curva_Nivel_L

Fonte: O Autor (2022)

Observa-se na Figura 61 que todos as *flags* ocorreram nas linhas que estão abertas por tocarem no limite geográfico do CDGV.

Figura 61 - Localização de cada registro detectado na inspeção da medida CQDG:214



Fonte: O Autor (2022)

Portanto, como é previsto que não são considerados abertos os objetos intersectados pelo limite geográfico do produto, esses *flags* não foram contabilizados e não foram exportados para a classe de ocorrência. Nesse sentido, o resultado que é uma proporção da quantidade de erros encontrados sobre o número total de objetos, expressa em porcentagem é 0 (zero). Sendo assim o CDGV 1959-1-SE é “conforme” para a medida de qualidade CQDG:214 da CQDG, de acordo com o apresentado no Relatório de qualidade nº 004 (APÊNDICE F). A Tabela 9 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 9 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:214

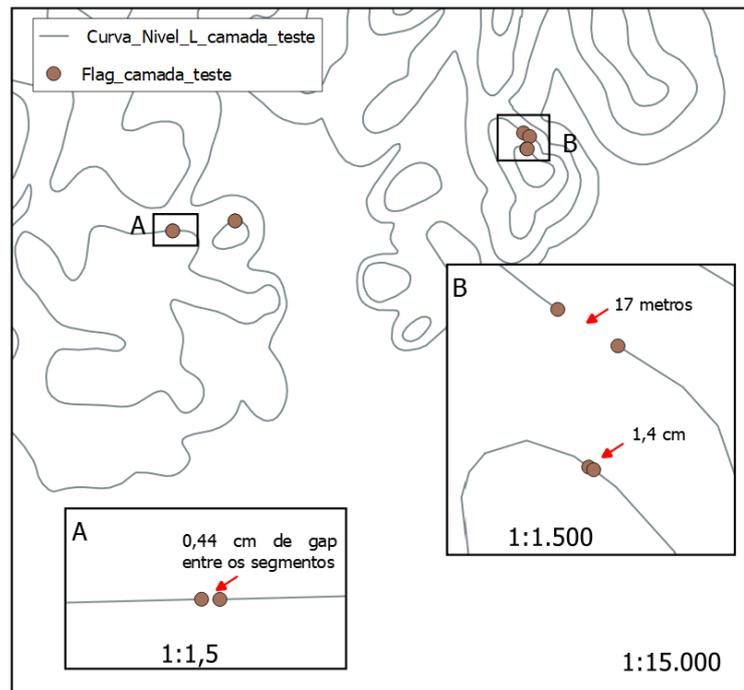
Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:214	570	0	0	0,0000%	Identificar Pontas Soltas	True (Conforme)	Aprovado

Fonte: O Autor (2022)

Considerando-se que o CDGV 1959-1-SE não apresentou inconsistência de fechamento de anel linear foi necessário provocar erros propositais para validar a função

CQDG214 do *script* desenvolvido para avaliar a medida de qualidade CQDG:214. Sendo assim, foram provocados erros de não fechamento linear em curvas de nível com distância variando entre décimos de centímetros e metros, conforme Figura 62. Salienta-se que todos os erros inseridos foram detectados e o *script* com o processo *Identificar Pontas Soltas* validado.

Figura 62 - Exemplo de registro detectado na camada teste para validação do *script*



Fonte: O Autor (2022)

6.5 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:215

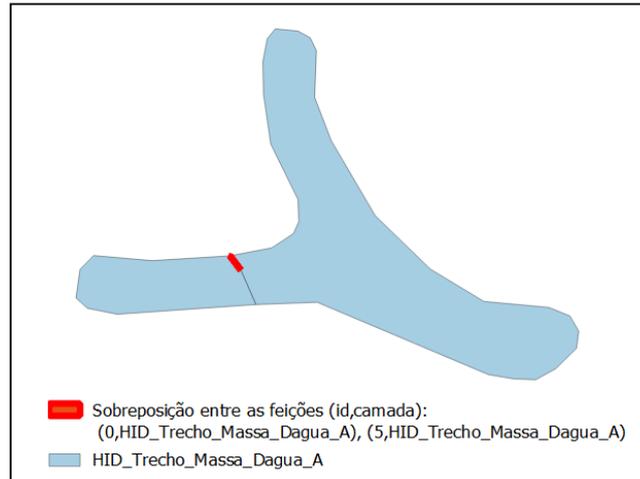
A medida de qualidade CQDG:215 se refere a porcentagem de objetos com sobreposição inválida. Porcentagem de objetos do tipo polígono que possuem uma sobreposição inválida com outros objetos da mesma classe onde a sobreposição seja inválida.

Na região avaliada procura-se por qualquer sobreposição de áreas entre objetos da mesma classe onde tal fenômeno não seja previsto no modelo de dados. Em cada área inválida encontrada, soma-se um erro para cada objeto que participa da sobreposição. Ao final, divide-se o número de erros pelo número total de objetos na classe considerada.

A verificação da condição de sobreposição foi realizada com a execução da função *CQDG215*, que ativa o algoritmo *Identificar Sobreposição* aplicada a todos os objetos do tipo polígono do banco de dados avaliados. O escopo para essa medida de qualidade pode ser visto na Figura 56, visto que são as mesmas classes do escopo da medida CQDG:213.

Após execução do *script* foi detectada somente uma inconsistência na qual dois objetos da classe *Trecho_Massa_Dagua* possuem uma pequena região em comum, conforme apresentado na Figura 63.

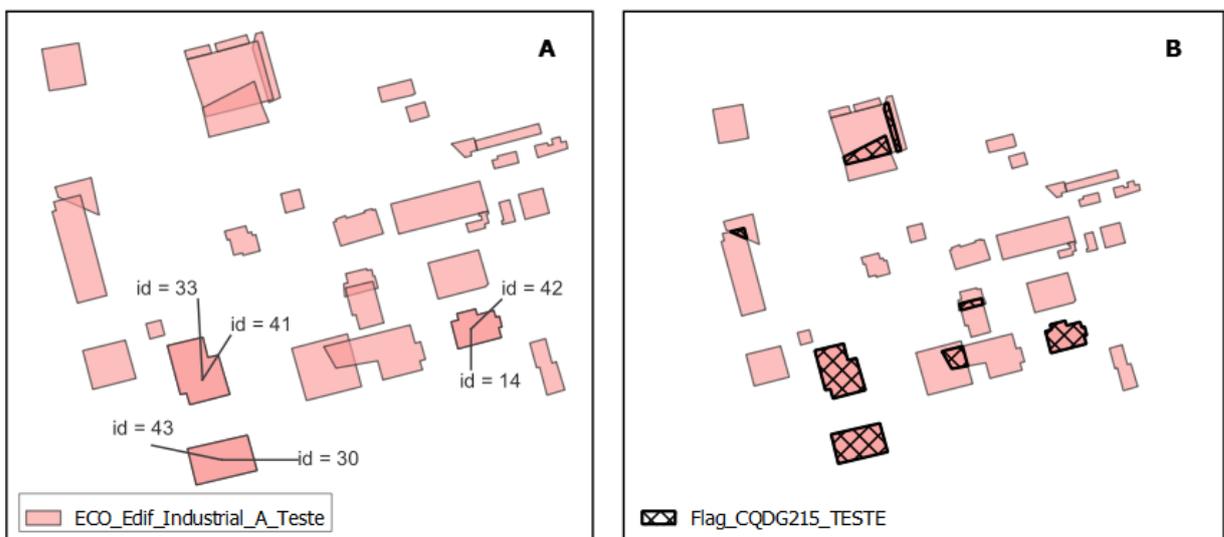
Figura 63 - *Flag* detectada na aplicação da função CQDG215



Fonte: O Autor (2022)

Para uma melhor visualização da aplicação dessa medida foram provocados erros de sobreposição na classe *Edif_Industrial* (Figura 64-a), cujo o resultado pode ser visto na Figura 64-b.

Figura 64 - *Flag* detectada na aplicação da função CQDG215 na camada teste



Fonte: O Autor (2022)

Observa-se na Figura 64-b que o algoritmo proposto considera como sobreposição, interseções entre geometrias parcial e total. Esta última é quando os interiores de duas geometrias distintas se interceptam e essa interseção tem a mesma dimensão das geometrias originais.

Seguindo o fluxo de inspeção a única *flag* identificada foi armazenada na Classe de Ocorrência e apresentada no Relatório de Qualidade nº 005 (APÊNDICE G). A Tabela 10 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 10 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:215

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:215	1.959	1	0,00051	0,0510%	Identificar Pontas Soltas	True (Conforme)	Aprovado

Fonte: O Autor (2022)

6.6 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:216

A medida de qualidade CQDG:216 se refere a porcentagem de conexões de rede inválidas. Na CQDG essa medida é descrita como: “uma conexão de rede existe quando curvas diferentes se tocam e o modelo de dados considera essas curvas parte de uma rede. Essas curvas possuem um relacionamento topológico intrínseco que deve estar representado nos nós da rede”.

Para essa medida se o dado avaliado apresenta uma conexão de rede que não deveria existir, ou se falta alguma conexão de rede onde deveria existir uma, então existe um erro. Nesse caso a medida é calculada pelo número total de erros em relação ao número total de conexões de rede (nós) que deveriam estar presentes, em um valor expresso como porcentagem (DSG, 2016).

Para avaliar essa medida, foi utilizada a função *CQDG216* do *script* CQ_CQDG. Essa função ativa a execução do algoritmo *Aplicar Regras Espaciais* que provê uma interface de modo que o usuário consiga verificar se uma coleção de camadas respeita um conjunto de regras espaciais.

Por conseguinte, foram elaboradas as regras para identificar os problemas de relacionamento espacial (conectividade), previstos nos diagramas de classe simplificado modelado em OMT-G da EDGV, conforme apresentado nos próximos tópicos.

Para elaborar essas regras é importante explorar conceitos dos termos Especialização e Cardinalidade.

Especialização é o processo de definir um conjunto de subclasses de um tipo de entidade; esse tipo de entidade é chamado de superclasse da especialização. Os tipos de entidade que são subclasses da especialização herdam os atributos e tipos de relacionamento da superclasse.

A cardinalidade de um tipo de relacionamento especifica a multiplicidade dos eventos observados ao se utilizar o predicado selecionado entre feições de A e B. Segue o padrão "Nmin..Nmax", onde "Nmin" é o número de mínimo de feições de B que se relacionam com uma feição de A, e "Nmax", o máximo de feições de B. Por *default*, nesse algoritmo, é "1..*", em que "*" indica "qualquer valor" (e.g. leia-se 1 ou mais, neste caso).

A Figura 65 apresenta as 17 regras elaboradas nesse trabalho, baseadas nas regras topológicas que devem (ou não) ocorrer, considerando-se determinadas cardinalidades.

Figura 65 - 17 Regras topológicas elaboradas para medida de qualidade CQDG:216

	Nome da regra	Camada A	Filtro A	Predicado	Camada B	Filtro B	Cardinalidade
1	CQDG216_HID_REGRA1	HID_Ponto_Drenagem_P	123	touches	HID_Trecho_Drenagem_L	123	1..*
2	CQDG216_HID_REGRA2	HID_Confluencia_P	123	touches	HID_Trecho_Drenagem_L	123	1..*
3	CQDG216_HID_REGRA3	HID_Ponto_Inicio_Drenagem_P	123	touches	HID_Trecho_Drenagem_L	123	1..*
4	CQDG216_HID_REGRA4	HID_Trecho_Drenagem_L	123	equals	HID_Ponto_Drenagem_Especializac	123	2..2
5	CQDG216_TRA_REGRA1	TRA_Entroncamento_P	123 = 'Cruzamento rodoviário'	touches	TRA_Trecho_Rodoviario_L	123	1..*
6	CQDG216_TRA_REGRA2	TRA_Ponto_Rodoviario_P	123	touches	TRA_Trecho_Rodoviario_L	123	1..*
7	CQDG216_TRA_REGRA3	TRA_Trecho_Rodoviario_L	123	touches	TRA_Ponto_Rodoviario_Especializa	123	2..2
8	CQDG216_TRA_REGRA4	TRA_Entroncamento_P	123 'Entroncamento ferroviário'	touches	TRA_Trecho_Ferrovioario_L	123	2..*
9	CQDG216_TRA_REGRA5	TRA_Ponto_Ferrovioario_P	1..2	touches	TRA_Trecho_Ferrovioario_L	123	1..*
10	CQDG216_TRA_REGRA6	TRA_Trecho_Ferrovioario_L	123	touches	TRA_Ponto_Ferrovioario_P	1..2	2..2
11	CQDG216_TRA_REGRA7	TRA_Trecho_Duto_L	123	touches	TRA_Ponto_Duto_P	123	2..2
12	CQDG216_TRA_REGRA8	TRA_Ponto_Duto_P	123	touches	TRA_Trecho_Duto_L	123	1..2
13	CQDG216_TRA_REGRA9	TRA_Condutor_Hidrico_L	123	touches	TRA_Ponto_Duto_P	123	2..2
14	CQDG216_TRA_REGRA10	TRA_Trecho_Hidroviario_L	123	touches	TRA_Ponto_Hidroviario_P	123	2..2
15	CQDG216_TRA_REGRA11	TRA_Ponto_Hidroviario_P	123	touches	TRA_Trecho_Hidroviario_L	123	1..*
16	CQDG216_ENC_REGRA1	ENC_Ponto_Trecho_Energia_P	123	touches	ENC_Trecho_Energia_L	123	1..*
17	CQDG216_ENC_REGRA2	ENC_Trecho_Energia_L	123	touches	ENC_Ponto_Trecho_Energia_P	123	2..2

Fonte: O Autor (2022)

Essas regras foram inseridas no *script CQ_CQDG* via linguagem *Python* e podem ser acessadas por meio do Conjunto de regras espaciais do DSGTools, que se refere a um arquivo

na extensão *.rules* que armazena o conjunto de regras e permite o compartilhamento entre os usuários.

Após execução da função CQDG_216 o algoritmo *Aplicar Regras Espaciais* retorna verdadeiro para as ocorrências e gera *flags* do tipo ponto ou linha com a descrição de cada inconsistência. Essas *flags* serão apresentadas e detalhadas nos próximos tópicos.

6.6.1 Análise das Regras de Construção para conexão de rede da categoria Hidrografia.

Para categoria hidrografia a inspeção de qualidade da medida CQDG:216 se resume nas classes Trecho de drenagem, Ponto de drenagem, Ponto início drenagem e Confluência.

A classe *Trecho_Drenagem*, de acordo com DSG (2010), corresponde a um corpo d'água, cuja geometria do tipo linha representa o fluxo d'água, permanente ou temporário, contido ou coincidente com um trecho de massa d'água capturado como linha, em função da escala de aquisição.

Enquanto a classe *Ponto_Drenagem* é um ponto de conectividade entre dois trechos de drenagem ou mais.

Já *Ponto_Inicio_Drenagem* é um ponto onde se inicia um trecho de drenagem, podendo ser uma nascente ou não; e *Confluência* é junção de dois ou mais cursos d'água ou ainda a convergência para uma massa d'água.

Feitas essas considerações no Quadro 11 estão apresentados os resultados das análises das regras de conexão de rede de acordo com as especificações técnicas vigentes.

Quadro 14 – Regras de conectividade da categoria Hidrografia, conforme ET-ADGV

Continua

Classe	Regras
Trecho_Drenagem	<i>Trecho drenagem</i> seu início e término sempre tocará a um objeto da classe <i>Ponto_Drenagem</i> , ou em uma de suas especializações: classes <i>Ponto_Inicio_Drenagem</i> ou <i>Confluência</i> .
	Um objeto da classe <i>Trecho drenagem</i> deve tocar dois objetos da classe <i>Ponto_Drenagem</i> , no seu início e no seu fim.
	Um objeto da classe <i>Trecho_Drenagem</i> , dentro de um objeto da classe <i>Trecho_Massa_Dagua</i> , deverá ser finalizado quando tocar um objeto da classe <i>Limite_Massa_Dagua</i> , onde será gerado um objeto da classe <i>Ponto_Drenagem</i> .

Quadro 15 – Regras de conectividade da categoria Hidrografia, conforme ET-ADGV

Conclusão

Classe	Regras
Trecho_Drenagem	Quando o objeto da classe <i>Trecho_Drenagem</i> não estiver dentro de um Polígono, no encontro deste com a <i>massa d'água</i> será gerado um objeto da classe <i>Ponto_Drenagem</i> .
Ponto_Drenagem	Quando o <i>ponto de drenagem</i> puder ser especializado, a sua instânciação é feita por uma das suas especializações: classes <i>Ponto_Inicio_Drenagem</i> e <i>Confluencia</i>
	Um objeto da classe <i>Ponto_Drenagem</i> ou suas especializações deve tocar um objeto da classe <i>Trecho drenagem</i> , no seu início e no seu fim.
	Quando estiver relacionada com um objeto das seguintes classes: <i>Eclusa, Barragem, Comporta, Queda_Dagua, Corredeira, Foz_Maritima, Sumidouro_Vertedouro, Trecho_Drenagem, Massa_Dagua e/ou Trecho_Massa_Dagua</i> , observando: 1) Tipo ponto – é gerado um objeto da classe <i>Ponto_Drenagem</i> coincidente com este ponto; 2) Tipo linha – é gerado um objeto da classe <i>Ponto_Drenagem</i> onde o objeto da classe <i>Trecho_Drenagem</i> tocar o objeto relacionado; 3) Tipo Polígono – são gerados 2 (dois) objetos da classe <i>Ponto_Drenagem</i> , sendo um onde o objeto da classe <i>Trecho_Drenagem</i> tocar o objeto relacionado a montante e, outro onde o objeto da classe <i>Trecho_Drenagem</i> tocar o objeto relacionado a jusante.
Ponto_Inicio_Drenagem	Esta classe é uma especialização da classe <i>Ponto_Drenagem</i> .
	Este ponto definirá o início de um objeto da classe <i>Trecho_Drenagem</i> , mais à montante do Curso d'água.
	Um objeto desta classe sempre será utilizado para iniciar um objeto da classe <i>Curso_Dagua</i> , mesmo não sendo nascente. Quando o curso d'água iniciar em uma <i>massa d'água</i> , não se utilizará esta classe, mas, tão somente, um <i>ponto de drenagem</i> .
Confluência	Esta classe é uma especialização da classe <i>Ponto_Drenagem</i> .
	Um objeto desta classe é posicionado no encontro de 2 ou mais objetos da classe <i>Trecho_Drenagem</i> .

Fonte: ET-ADGV (DSG, 2011)

6.6.1.1 Regras de Inspeção para conexão de rede da categoria Hidrografia.

A regra prevista no Diagrama OMT-G (Figura 42) da EDGV prevê que a classe *Trecho_drenagem* toca no mínimo 2 e máximo 2 *ponto drenagem*. Nesse caso, para as especializações da classe *ponto drenagem* é necessário criar os objetos da classe *Ponto_drenagem* coincidindo com as suas especializações: classes *Ponto_Inicio_Drenagem* e *Confluencia*.

Esse procedimento visa atender a regra que afirma que um objeto da classe *Trecho drenagem* deve tocar dois objetos da classe *Ponto_Drenagem*, no seu início e no seu fim. Dessa forma é possível contabilizar os erros na classe *Trecho_Drenagem* na falta de alguma conexão de rede onde deveria existir uma.

Sendo assim, usando a EDGV e ADGV foi configurado as regras conforme mostrado no Quadro 12, que apresenta as regras de inspeção de conectividade para categoria Hidrografia.

Quadro 16 – Regras de inspeção de conectividade para execução no script CQ_CQDG

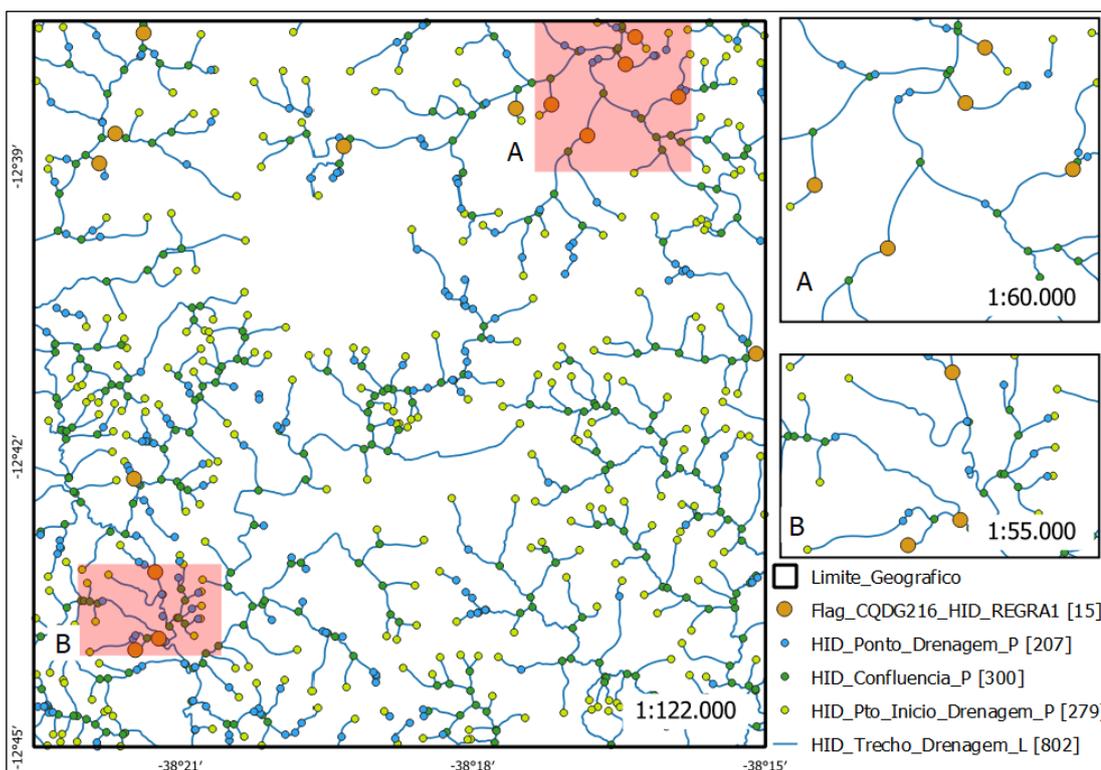
Nome	Regras
CQDG216_HID_REGRA1	<i>Ponto de drenagem</i> toca no mín. 1 e no máximo * <i>Trecho_Drenagem</i>
CQDG216_HID_REGRA2	<i>Confluencia</i> toca no mínimo 1 e no máximo * <i>Trecho_Drenagem</i>
CQDG216_HID_REGRA3	<i>Pto_Inicio_Drenagem</i> toca no mín. 1 e no máx * <i>Trecho_Drenagem</i>
CQDG216_HID_REGRA4	<i>Trecho_Drenagem</i> toca no mín. 2 e no máximo 2 <i>Ponto de drenagem</i>

Fonte: ET-EDGV (CONCAR, 2010). Adaptado

6.6.1.2 Resultado da Análise Referente as classes da categoria Hidrografia

A ilustração gráfica dos vetores das classes da categoria hidrografia existente no banco de dados MI 1959-1-SE com as classes avaliadas na medida CQGD:216 encontra-se na Figura 66.

Figura 66 - Resultado da Regra "CQDG216_HID_REGRA1"

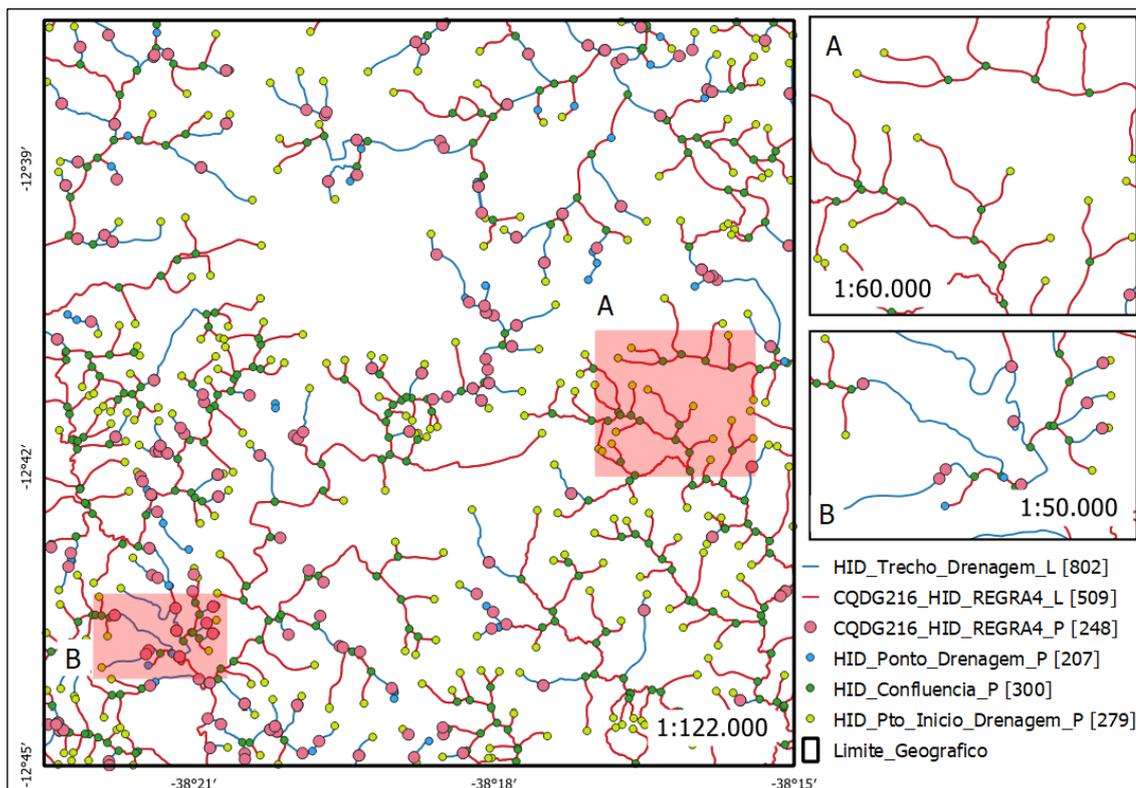


Fonte: O Autor (2022)

Observa-se na Figura 66 as 15 ocorrências de anomalias de conectividade para a Regra "CQDG216_HID_REGRA1" identificadas na inspeção do CDGV 1959-1-SE. Para essa regra a *flag* retorna a seguinte descrição, por exemplo: "Regra "CQDG216_HID_REGRA1": ID da feição 16 da camada HID_Ponto_Drenagem_P touches 0 feições da camada HID_Trecho_Drenagem_L".

Enquanto a Figura 67, mostra as *flags* de ocorrências de anomalias de conectividade para a Regra "CQDG216_HID_REGRA4" identificadas na inspeção do CDGV 1959-1-SE. Para essa regra foi identificado 509 ocorrências com a primitiva geométrica do tipo linha as feições da camada *HID_Trecho_Drenagem_L* que não tocam em nenhuma feição da camada *HID_Ponto_Drenagem* e suas especializações (Figura 67-a) e 248 ocorrências do tipo ponto para aquelas feições que tiveram somente uma conexão (Figura 67-b), tendo em vista que o previsto mínimo são duas conexões entre as classes avaliadas.

Figura 67 - Resultado da Regra "CQDG216_HID_REGRA4"



Fonte: O Autor (2022)

As regras “CQDG216_HID_REGRA3” e “CQDG216_HID_REGRA2” não geraram *flags*. Observa-se que essa última regra relativa à *Confluência* tocar no mínimo 1 e no máximo vários *Trecho_Drenagem* deve ter sua cardinalidade alterada nas especificações técnicas. Tendo em vista que para ocorrer confluência é necessário no mínimo 3 objetos da classe *Trecho_Drenagem*, sendo assim a nova cardinalidade sugerida é: *Confluência* toca no mínimo 3 e no máximo vários objetos da classe *Trecho_Drenagem*.

6.6.2 Principais regras de construção para conexão de rede da categoria Subsistema Rodoviário

Para o Subsistema Rodoviário a inspeção de qualidade da medida CQDG:216 se resume nas classes *Trecho_Rodoviario*, *Ponto_Rodoviario* e *Entroncamento*.

Os objetos da classe da classe *Trecho Rodoviário* destinam-se a apresentar o eixo da via. Esta classe é definida como as ligações rodoviárias entre dois pontos rodoviários, que por sua vez se refere a ponto de conexão entre trechos rodoviários. Enquanto *Entroncamento* é o

Encontro que permite a conexão de trechos rodoviários ou ferroviários, comportando a interseção das correntes de tráfego tais como círculos, trevos rodoviários, rótulas, etc.

No Quadro 13 está apresentado os resultados das análises das regras de conexões de rede das classes do Subsistema Rodoviário, descritas na ADGV.

Quadro 17 – Regras de conectividade do Subsistema Rodoviário, conforme ADGV

Classe	Regras
Trecho_Rodoviario	Um objeto desta classe deve tocar, em seu início e término, objetos da classe <i>Ponto_Rodoviario</i> , ou uma das suas especializações.
Ponto_Rodoviario	Um objeto desta classe é uma especialização da classe não instanciável <i>Ponto_Rodoviario_Ferroviano</i> .
	O objeto da classe <i>Ponto_Rodoviario</i> está relacionada obrigatoriamente com uma das seguintes classes: <i>Tunel</i> , <i>Passag_Elevada_Viaduto</i> , <i>Galeria_Bueiro</i> , <i>Ponte</i> , <i>Travessia</i> , <i>Edif_Rodoviaria</i> ; <i>Passagem_Nivel</i> e/ou <i>Barragem</i> observando: 1) O objeto relacionado é do tipo ponto – Será gerado um objeto da classe <i>Ponto_Rodoviario</i> coincidente com este ponto; 2) O objeto relacionado é do tipo linha - Será gerado no início e ao final da linha da classe relacionada um objeto da classe <i>Ponto_Rodoviario</i> ; 3) O objeto relacionado é do tipo polígono - Será gerado nas faces do polígono da classe relacionada um objeto da classe <i>Ponto_Rodoviario</i> , onde o objeto da classe <i>Trecho_Rodoviario</i> tocá-lo.
Entroncamento	Esta classe é uma especialização da classe <i>Ponto_Rodoviario</i> .
	Esta classe pode ser coincidente com um objeto da classe <i>Ponto_Rodoviario_Ferroviano</i> , através de suas especializações <i>Ponto_Rodoviario</i> ou <i>Ponto_Ferroviano</i> .

Fonte: ET-ADGV (DSG, 2011)

6.6.2.1 Regra de inspeção para conexão de rede da categoria Subsistema Rodoviário.

O Diagrama OMT-G (Figura 37) da EDGV prevê que a classe *Trecho_Rodoviario* toca no mínimo 2 e máximo 2 *Ponto_Rodoviario*. Nesse caso, como a classe *Ponto_Rodoviario* tem como especialização a classe *Entroncamento* é necessário criar os objetos da classe *Ponto_Rodoviario* coincidindo com a classe *Entroncamento* antes de executar a “CQDG216_TRA_REGRA3”. Tendo em vista que a norma especifica que esta classe pode ser coincidente com um objeto da classe *Ponto_Rodoviario*.

Esse procedimento visa atender a regra que afirma que um objeto da classe *Trecho_Rodoviario* no seu início e no seu fim sempre toca um objeto da classe *Ponto_Rodoviario*. Sendo assim é possível contabilizar os erros na classe *Trecho_Rodoviario* que não possuem conexão com algum objeto tipo ponto.

Portanto, foi configurado as regras (Quadro 14), de acordo com as especificações técnicas, conforme mostrado no Quadro 13.

Quadro 18 – Regras de inspeção de conectividade para execução no script CQ_CQDG do Subsistema Rodoviário

Nome	Regras
CQDG216_TRA_REGRA1	<i>Entroncamento</i> toca no mínimo 1 e no máximo * <i>Trecho_Rodoviario</i>
CQDG216_TRA_REGRA2	<i>Ponto_Rodoviario</i> toca no mínimo 1 e no máximo * <i>Trecho_Rodoviario</i>
CQDG216_TRA_REGRA3	<i>Trecho_Rodoviario</i> toca no mínimo 2 e no máximo 2 <i>Ponto_Rodoviario</i>

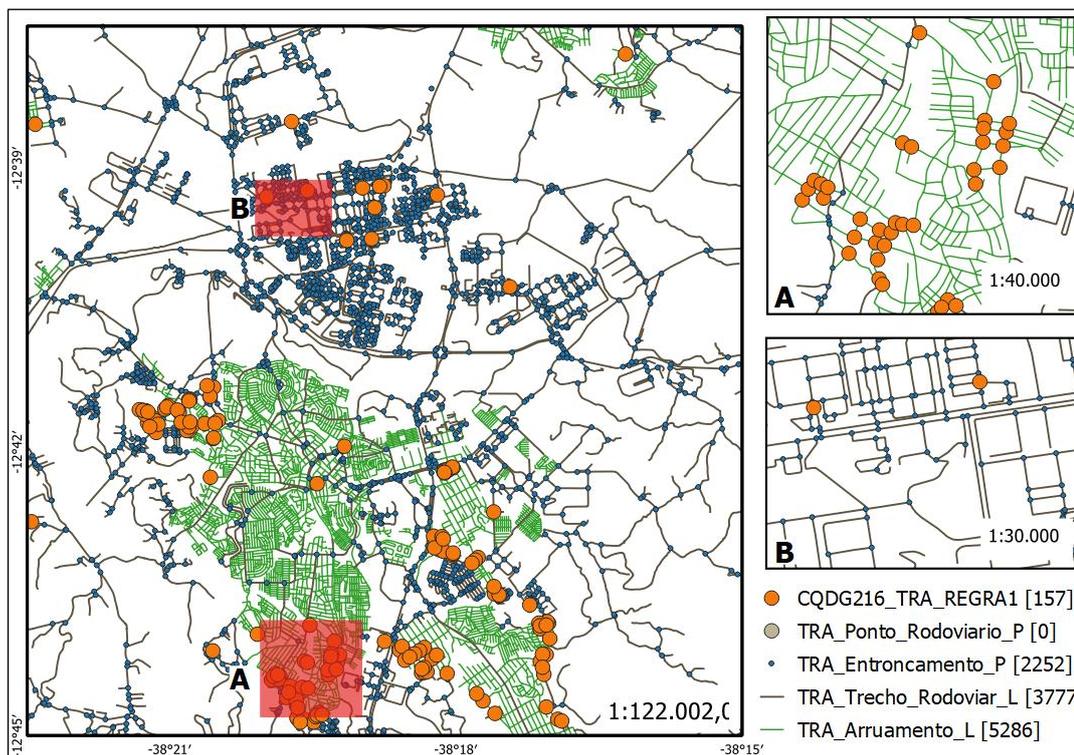
Fonte: ET-EDGV (CONCAR, 2010), adaptado

Salienta-se que na regra CQDG216_TRA_REGRA1 é necessário inserir o filtro "TIPOENTRON" = 'Cruzamento rodoviário' para que seja inspecionado somente os pontos de entroncamento referente aos trechos rodoviários.

6.6.2.2 Resultado da inspeção do Subsistema Rodoviário referente ao Banco de Dados

Para a inconsistência da regra “CQDG216_TRA_REGRA1” foram encontradas 157 ocorrência (Figura 68), onde um *Entroncamento* toca somente um ou nenhum objeto da classe *Trecho_Rodoviario*, o que caracterizaria uma falta de conectividade mínima entre elas, infringindo à regra do modelo conceitual.

Figura 68 - Resultado da Regra "CQDG216_TRA_REGRA1"



Fonte: O Autor (2022)

Observa-se na Figura 68-a, que algumas *flags* relativa as inconsistências da regra “CQDG216_TRA_REGRA1” na qual a classe *Entroncamento* não toca nenhum *Trecho_rodoviario* é devido a existência de pontos de *Entroncamento* tocando a classe *Arruamento*.

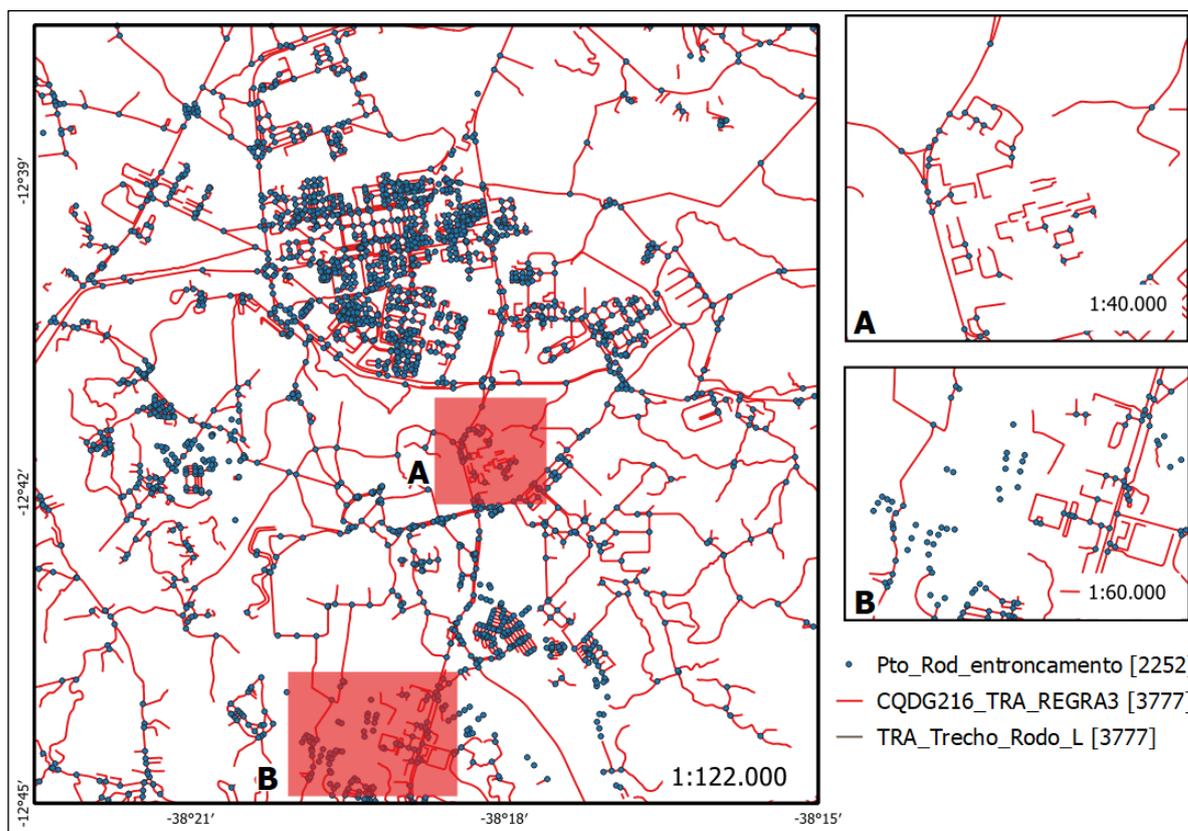
Salienta-se que esses pontos de conectividade deveriam existir caso a regra, “Um objeto da classe *Trecho_Rodoviario* pode coincidir com objeto(s) da classe *Arruamento*”, tivesse sido utilizada. Mas, conforme Nota Técnica elaborada pelo produtor e aprovada pelo cliente prever que essa regra não precisa ser atendida.

A Figura 68-b destaca casos de inconsistência na qual classe *Entroncamento* toca somente um *Trecho_rodoviario*. Apesar da existência de objetos representando os trechos rodoviários eles não estão conectados com objetos da classe *Entroncamento*. Devido ao fato de não ter sido configurado um raio de tolerância aceitável, nesse sentido, considera-se que o raio aplicado foi 0 (Zero).

Salienta-se sobre a necessidade de ajustar na modelagem conceitual, a cardinalidade da regra “CQDG216_TRA_REGRA1”, tendo em vista que a abstração do mundo real das feições da classe *Entroncamento* obrigatoriamente precisa tocar no mínimo 3 objetos da classe *Trecho_Rodoviário*.

Para as inconsistências da regra "CQDG216_TRA_REGRA3" (Figura 69) foi verificado que mesmo criando os pontos da classe *Ponto_Rodoviario* coincidindo com a classe *Entroncamento*, tendo em vista que essa classe é especialização daquela, antes de executar o *script* não houve conectividade entre os objetos que se relacionam, conforme apresentado na Figura 69-a. Dessa forma todos os objetos da classe *Trecho_Rodoviario* apresentou uma *flag* por falta de conectividade, nesse caso a regra detectou 3777 inconsistências.

Figura 69 - Resultado da Regra "CQDG216_TRA_REGRA3"



Fonte: O Autor (2022)

A Figura 69-b destaca os casos de inconsistência na qual a classe *Ponto_Rodoviario* com a especialização *Entroncamento* toca somente um ou nenhum *Trecho_rodoviario*. Apesar da existência de objetos representando os trechos rodoviários os mesmos não estão conectados com objetos da classe *Entroncamento* devido ao fato de não ter sido configurado um raio de tolerância aceitável, nesse sentido, considera-se que o raio aplicado foi 0 (Zero).

Observa-se que a regra CQDG216_TRA_REGRA2 não retornou nenhuma *flag* devido à ausência total dos objetos da classe *Ponto_rodoviario*. Face o exposto essa informação foi lançada no Relatório de Qualidade nº 006 (APÊNDICE H) e contabilizado um

erro para cada ausência relacionado a quantidade dos trechos rodoviário existente e em consequência resultando na não conformidade da classe *Ponto_rodoviario* em relação ao modelo de dado da EDGV e ADGV.

Por fim, essa inconsistência também gera erro de “omissão” do Elemento de qualidade Completude.

6.6.3 Principais Regras de Construção para conexão de rede da categoria Subsistema Ferroviário

Para categoria Sistema de Transporte do Subsistema Ferroviário a inspeção de qualidade da medida CQDG:216 se resume nas classes *Trecho_Ferroviano*, *Ponto_Ferroviano* e *Entroncamento*.

A classe *Trecho_Ferroviano* é definida como duas ou mais fiadas de trilhos assentados e fixadas paralelamente sobre dormentes, de acordo com as bitolas, constituindo a superfície de rolamento. Enquanto *Ponto_Ferroviano* é o ponto considerado potencialmente de conexão entre trechos ferroviários. *Entroncamento* é o mesmo conceito já definido anteriormente.

No Quadro 15 estão apresentados os resultados das análises das regras de conexões de rede, das classes do Subsistema Ferroviário, descritas na ET-ADGV.

Quadro 19 – Regras de conectividade do Subsistema Ferroviário, conforme ET-ADGV

Classe	Regras
Trecho Ferroviário	Um objeto desta classe deve tocar, em seu início e término, objetos da classe <i>Ponto_Ferroviano</i> , ou uma das suas especializações.
Ponto Ferroviário	Um objeto desta classe é uma especialização da classe não instanciável <i>Ponto_Rodoviario_Ferroviano</i> .
	Um objeto desta classe deve ser tocado por objeto(s) da classe <i>Trecho_Ferroviano</i> ;
Entroncamento	Esta classe é uma especialização da classe <i>Ponto_Ferroviano</i> .
	Esta classe pode ser coincidente com um objeto da classe <i>Ponto_Rodoviario_Ferroviano</i> , através de suas especializações <i>Ponto_Rodoviario</i> ou <i>Ponto_Ferroviano</i> .

Fonte: ET-ADGV, (DSG, 2011)

6.6.3.1 Regra de Inspeção para conexão de rede do Subsistema Ferroviário.

O Diagrama OMT-G (Figura 38) da EDGV prevê que a classe *Trecho_Ferrovuario* toca no mínimo 2 e no máximo 2 *Ponto_Ferrovuario*. Nesse caso, como tem especialização da classe *Entroncamento* e esta classe pode ser coincidente com um objeto da classe *Ponto_Ferrovuario*, é necessário criar os objetos desta classe coincidindo com a classe *Entroncamento* antes de executar a CQDG216_TRA_REGRA6. Conforme Quadro 16 com as regras de inspeção de conectividade para categoria do Subsistema Rodoviário que foi executada no *script* CQ_CQDG.

Quadro 20 – Regras de inspeção de conectividade para execução no *script* CQ_CQDG do Subsistema Ferroviário

Nome	Regras
CQDG216_TRA_REGRA4	<i>Entroncamento</i> toca no mínimo 1 e no máximo * <i>Trecho_Ferrovuario</i>
CQDG216_TRA_REGRA5	<i>Ponto_Ferrovuario</i> toca no mín 1 e no máximo * <i>Trecho_Ferrovuario</i>
CQDG216_TRA_REGRA6	<i>Trecho_Ferrovuario</i> toca no mín 2 e no máximo 2 <i>Ponto_Ferrovuario</i>

Fonte: ET-EDGV (CONCAR, 2010), adaptado

Para que seja inspecionado somente os pontos de entroncamento referente aos trechos ferroviários, na regra “CQDG216_TRA_REGRA4” é necessário inserir o filtro "TIPOENTRON"= 'Entroncamento ferroviário’.

6.6.3.2 Resultado da inspeção do Subsistema Ferroviário Referente ao Banco de Dados

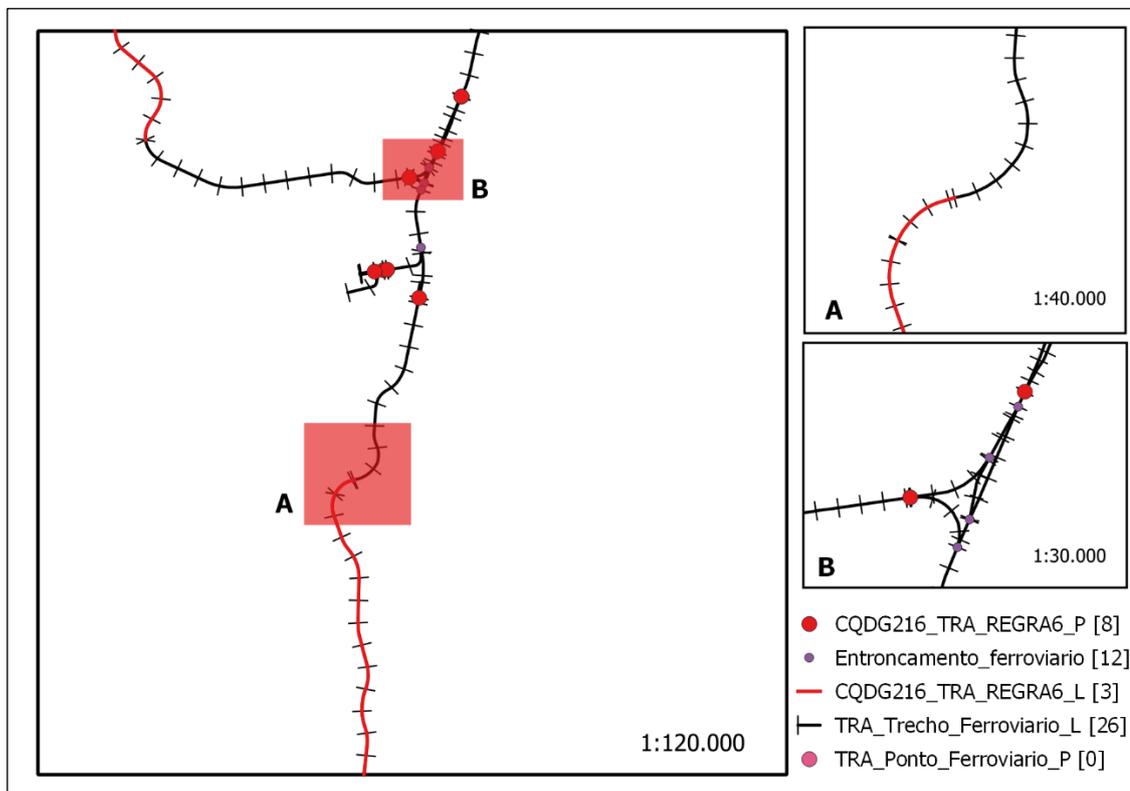
Para a avaliação do Subsistema Ferroviário não foi detectada nenhuma *flag* para as regras “CQDG216_TRA_REGRA4” e “CQDG216_TRA_REGRA5”.

A regra “CQDG216_TRA_REGRA5”, segue as mesmas observações feita para a classe *Ponto_rodoviario* no tópico anterior, tendo em vista a ausência de objetos da classe *Ponto_ferrovuario*.

Para as inconsistências da regra "CQDG216_TRA_REGRA6" (Figura 70), foram detectados 8 *flags* com primitiva geométrica tipo ponto para as ocorrências de feição da camada *TRA_Trecho_Ferrovuario_L* que toca somente 1 feição da camada *TRA_Entroncamento_P* (Figura 70-b) e 3 *flags* com primitiva geométrica tipo linha para as

ocorrências de feição da camada *TRA_Trecho_Ferrovuario_L* que toca 0 feição da camada *TRA_Entroncamento_P* (Figura 70-a).

Figura 70 - Resultado da Regra "CQDG216_TRA_REGRA6"



Fonte: O Autor (2022)

6.6.4 Principais Regras de Construção para conexão de rede da categoria Subsistema Duto

Para categoria Sistema de Transporte do Subsistema Duto a inspeção de qualidade da medida CQDG:216 se resume nas classes *Trecho_Duto*, *Ponto_Duto* e *Condutor_Hidrico*.

A classe *Trecho_Duto* é definida como trecho construído para conduzirem sólidos, gases, líquidos, combustíveis líquidos ou efluentes de um local para outro. Enquanto *Ponto_Duto* é classe que se caracteriza como ponto de conectividade entre trechos duto e *Condutor_Hidrico* é instanciada por objetos de construção que conduz água às estações geradoras de energia elétrica.

No Quadro 17 está apresentado os resultados das análises das regras de conexões de rede das classes do Subsistema Duto, descritas na ET-ADGV.

Quadro 21 – Regras de conectividade do Subsistema Duto, conforme ET-ADGV

Classe	Regras
Trecho_Duto	Seu início e término sempre toca um objeto da classe <i>Ponto_Duto</i> , ou em uma das suas especializações: classe <i>Local_Critico</i> ou <i>Deposito_Geral</i> .
	Um objeto desta classe pode se especializar em um objeto da classe <i>Condu-tor_Hidrico</i> .
Ponto_Duto	Quando estiver relacionada com uma das seguintes classes: <i>Deposito_Geral</i> ou <i>Local_Critico</i> , será gerado um objeto <i>Ponto_Duto</i> coincidente com este ponto, e, o atributo relacionado assumira os seguintes valores respectivamente: “Depósito geral” ou “Local crítico”
	No encontro de dois ou mais objetos da classe <i>Trecho_Duto</i> , que não ocorra os casos citados no item anterior, será gerado um objeto da classe <i>Pon-to_Duto</i> neste encontro com o valor do atributo = “Pto de ramificação”.
	Um objeto desta classe deve ser tocado por um ou no máximo dois objetos da classe <i>Trecho_Duto</i> .
Condutor_Hidrico	Um objeto desta classe é uma especialização da classe <i>Trecho_Duto</i>

Fonte: ET-ADGV (DSG, 2011)

6.6.4.1 Regra de Inspeção para conexão de rede da categoria Subsistema Duto.

A regra prevista no Diagrama OMT-G (Figura 39) da EDGV prevê que a classe *Trecho_Duto* toca no mínimo 2 e máximo 2 *Ponto_Duto*. Nesse caso mesmo com a especialização do *Ponto_Duto* para as classes *Local_Critico* ou *Deposito_Geral* é necessário executar essa regra, tendo em vista que mesmo com a existência dessas classes é obrigatório gerar um objeto *Ponto_Duto* coincidente com os pontos das classes especializadas, conforme detalhado no Quadro 17.

O Quadro 18 apresenta as regras de inspeção de conectividade para categoria do Subsistema Duto que foi executada no *script* CQ_CQDG.

Quadro 22 – Regras de inspeção de conectividade para categoria Subsistema Duto

Nome	Regras
CQDG216_TRA_REGRA7	<i>Trecho_Duto</i> toca no mínimo 2 e no máximo 2 <i>Ponto_Duto</i>
CQDG216_TRA_REGRA8	<i>Ponto_Duto</i> toca no mínimo 1 e no máximo 2 <i>Trecho_Duto</i>
CQDG216_TRA_REGRA9	<i>Condutor_Hidrico</i> toca no mínimo 2 e no máximo 2 <i>Ponto_Duto</i>

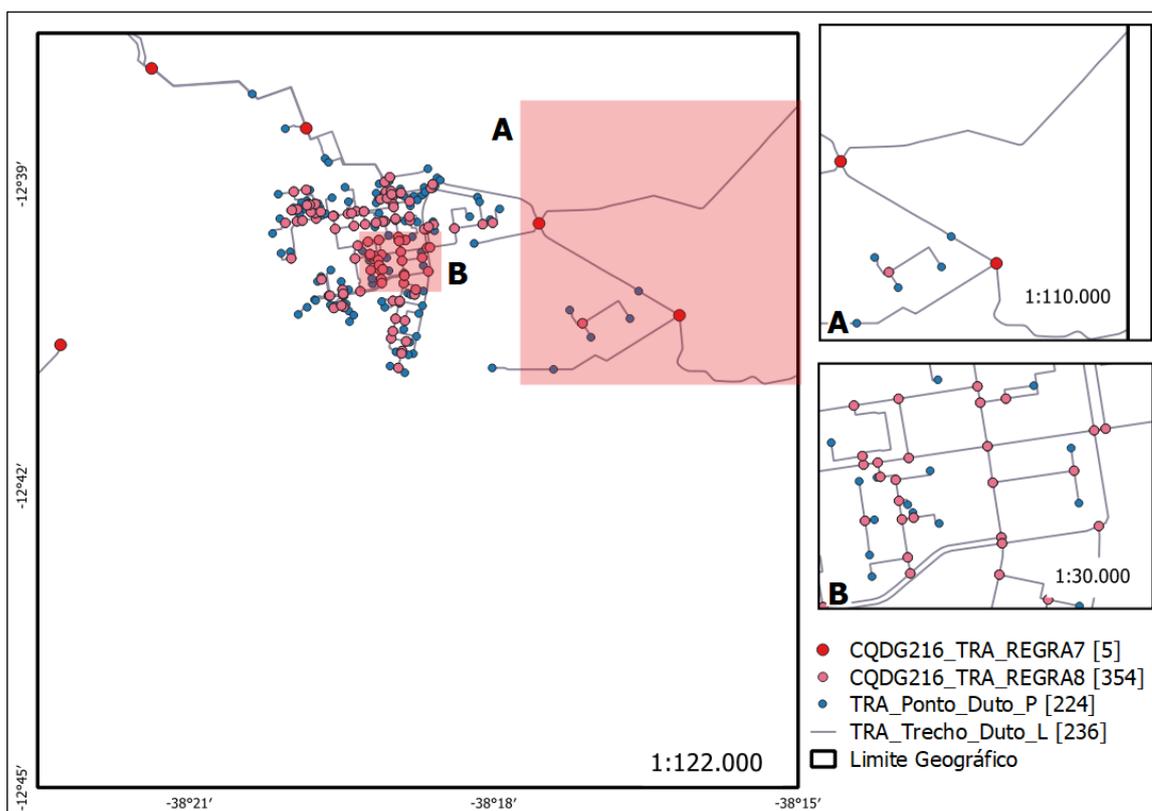
Fonte: ET-EDGV (CONCAR, 2010). Adaptado

6.6.4.2 Resultado da inspeção do Subsistema Duto Referente ao Banco de Dados

Para a avaliação do Subsistema Duto não foi detectado nenhuma *flag* para a regra “CQDG216_TRA_REGRA9”. Pois, a classe *Condutor_Hidrico* não teve ocorrência para ser instanciada no banco de dados.

Para a inconsistência da regra “CQDG216_TRA_REGRA7” foram detectados 5 *flags*, onde um *Trecho_Duto* toca somente um objeto da classe *Ponto_Duto* (Figura 71-a), quando a regra prevê no mínimo e máximo 2 conexões entre elas.

Figura 71 - Extrato do CDGV 1959-1-SE com resultado da inspeção do Subsistema Duto



Fonte: O Autor (2022)

Nota-se que essa inconsistência ocorreu nos casos em que o trecho duto toca o limite geográfico do banco de dados e não possui um objeto da classe *Ponto_duto* relacionado a interrupção com a moldura.

A regra “CQDG216_TRA_REGRA8” identificou 354 inconsistências relacionada aos pontos duto que tocam mais de 2 objetos da classe *Trecho_duto*.

Foi observado que a cardinalidade dessa regra deve ser modificada para aceitar mais de duas conexões máxima de trecho duto com ponto duto, uma vez que, que é possível

construir uma abstração desses objetos do mundo real com mais conexão do que o permitido pela modelagem da EDGV. Exemplo dessa abstração é apresentado na Figura 71-b, onde é possível verificar mais de dois trechos duto se conectando com um ponto duto.

6.6.5 Principais Regras de Construção para conexão de rede da categoria Subsistema Hidroviário

Para categoria Sistema de Transporte do Subsistema Ferroviário a inspeção de qualidade da medida CQDG:216 se resume nas classes *Trecho_Hidroviario* e *Ponto_Hidroviario*.

A classe *Trecho_Hidroviario* é definida como segmento de uma hidrovia pertinente a uma rede hidroviária. Enquanto *Ponto_Hidroviario* é o ponto de início, término ou junção de dois ou mais trechos hidroviários.

No Quadro 19 está apresentado os resultados das análises das regras de conexões de rede das classes do Subsistema Ferroviário, descritas na ET-ADGV.

Quadro 23 – Regras de conectividade do Subsistema Hidroviário, conforme ET-ADGV

Classe	Regras
Trecho_Hidroviario	Um objeto desta classe deve tocar, em seu início e término, objetos da classe <i>Ponto_Hidroviario</i> .
Ponto_Hidroviario	Quando estiver relacionada com uma das seguintes classes: <i>Foz_Marítima</i> , <i>Corredeira</i> , <i>Queda_Dagua</i> , <i>Barragem</i> , <i>Confluencia</i> , <i>Complexo_Portuario</i> e <i>Eclusa</i> será gerado um objeto <i>Ponto_Hidroviario</i> coincidente com este ponto, e, o atributo relacionado assumira os seguintes valores respectivamente: “Foz marítima”, “Corredeira”, “Queda d’água”, “Barragem”, “Confluência”, “Complexo portuário” e “Eclusa”.
	No encontro de dois ou mais objetos da classe <i>Trecho_Hidroviario</i> , que não ocorra os casos citados no item anterior, será gerado um objeto da classe <i>Ponto_Hidroviario</i> neste encontro com o valor do atributo relacionado= “Entre trechos hidroviários”.
	Um objeto desta classe deve tocar objeto(s) da classe <i>Trecho_Hidroviario</i>

Fonte: ET-ADGV (DSG, 2011)

6.6.5.1 Regra de Inspeção para conexão de rede da categoria Subsistema Hidroviário.

O Quadro 20 apresenta as regras de inspeção de conectividade para categoria do Subsistema Hidroviário que foi executada no *script* CQ_CQDG.

Quadro 24 – Regras de inspeção de conectividade para execução no *script* CQ_CQDG da categoria Subsistema Hidroviário

Nome	Regras
CQDG216_TRA_REGRA10	<i>Trecho_Hidroviario</i> toca no mín 2 e no máx 2 <i>Ponto_Hidroviario</i>
CQDG216_TRA_REGRA11	<i>Ponto_Hidroviario</i> toca no mín 1 e no máx * <i>Trecho_Hidroviario</i>

Fonte: ET-EDGV (CONCAR, 2010). Adaptado

Essa classe não teve ocorrência no terreno, logo a execução dessas regras não retornou nenhum um tipo de resultado para avaliação.

6.6.6 Principais Regras de Construção e Inspeção para conexão de rede da categoria Energia e Comunicações.

Para categoria hidrografia a inspeção de qualidade da medida CQDG:216 se resume nas classes *Trecho_Energia* e *Ponto_Trecho_Energia*

A classe *Trecho_Energia*, de acordo com DSG (2010), corresponde as linhas que permitem o fluxo de energia e *Ponto_Trecho_Energia* é definida como ponto de conectividade entre dois ou mais trechos de rede de energia.

As regras de construção de conexões de rede das classes da categoria Energia e Comunicações prevista na ADGV se resume a duas regras, conforme Quadro 21. Enquanto o Quadro 22 apresenta as regras de inspeção que foram executadas no *script* CQ_CQDG.

Quadro 25 – Regras de conectividade da categoria Energia e Comunicações

Classe	Regras
Trecho_Energia	Objeto desta classe deve tocar, em seu início e término, um objeto da classe <i>Ponto_Trecho_Energia</i> .
Pto_Trecho_Energia	Objeto desta classe deve ser tocados por objeto da classe <i>Trecho_Energia</i> .

Fonte: ET-ADGV (DSG, 2011)

Quadro 26 – Regras de inspeção para execução no *script* - Energia e Comunicações

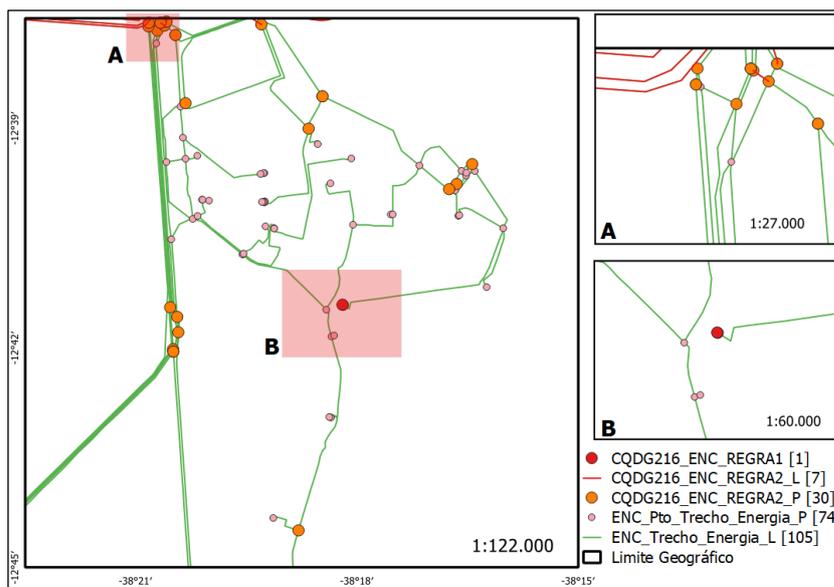
Nome	Regras
CQDG216_ENC_REGRA1	<i>Ponto_Trecho_Energia</i> toca no mín 1 e no máximo * <i>Trecho_Energia</i>
CQDG216_ENC_REGRA2	<i>Trecho_Energia</i> toca no mín 2 e no máximo 2 <i>Ponto_Trecho_Energia</i>

Fonte: ET-EDGV (CONCAR, 2010), adaptado

6.6.6.1 Resultado da inspeção da categoria Energia e Comunicações

A ilustração gráfica dos vetores das classes da categoria Energia e Comunicações existente no banco de dados MI 1959-1-SE com as classes avaliadas na medida CQGD:216 encontra-se na Figura 72, que também apresenta as *flags* com as inconsistências encontradas na inspeção de qualidade dessa categoria.

Figura 72 - Resultado da inspeção da categoria Energia e Comunicações



Fonte: O Autor (2022)

A regra “CQDG216_ENC_REGRA1” apresentou somente uma inconsistência, conforme Figura 72-b. Enquanto para as inconsistências da regra “CQDG216_ENC_REGRA2”, foram detectadas 30 *flags* com primitiva geométrica tipo ponto para as ocorrência de feição da camada *ENC_Trecho_Energia_L* que toca somente 1 feição da camada *ENC_Ponto_Trecho_Energia_P* (Figura 72-a) e 7 *flags* com primitiva geométrica tipo linha para as ocorrência de feição da camada *ENC_Trecho_Energia_L* que toca nenhuma feição da camada *ENC_Ponto_Trecho_Energia_P*. Em ambos os casos as inconsistências foram detectadas por não obedecerem a regra de conectividade mínima.

Analisando os erros encontrados, para as *flags* tipo ponto, notou-se que 12 ocorreram devido as feições da classe *Trecho_Energia* não tocar um objeto da classe *Ponto_Trecho_Energia* quando ela é interrompida pelo limite geográfico. Esse mesmo problema foi responsável por gerar as *flags* do tipo linha. Dessa forma, como não existe objetos da classe *Ponto_Trecho_Energia* ao tocar o limite geográfico, esse trecho não atende as regras prevista na modelagem.

6.6.7 Resultado geral da medida de qualidade CQDG:216

Após execução de todas as regras da medida CQDG:216 o resultado é apresentado na Tabela 11, que contém de forma simplificada a quantidade de erro para cada regra que detectou alguma inconsistência.

Tabela 11 - Resultado da aplicação da função *CQDG216* do script *CQ_QCDG*

Regra	Quant.
CQDG216_HID_REGRA4	757
CQDG216_HID_REGRA1	15
CQDG216_TRA_REGRA1	157
CQDG216_TRA_REGRA3	3777
CQDG216_TRA_REGRA6	11
CQDG216_TRA_REGRA7	5
CQDG216_TRA_REGRA8	354
CQDG216_ENC_REGRA1	1
CQDG216_ENC_REGRA2	37
Total	5114

Fonte: O Autor (2022)

Seguindo o fluxograma proposto as *flags* detectadas nesse processo foram exportadas e organizadas na Classe de Ocorrência e posteriormente inseridas no Relatório de Qualidade nº 006. A Tabela 12 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 12 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:216

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos	Medida	Resultado
CQDG:216	8.282	5.114	0,61748	61,7484%	Aplicar Regras espaciais	False (Não Conforme)	Reprovado

Fonte: O Autor (2022)

Salienta-se que devido ao alto número de erro foi inserido no item 7, do Relatório de Qualidade nº 006, somente um extrato das *flags* detectadas para fins acadêmicos.

6.7 ANÁLISE DA EXECUÇÃO DOS PROCESSOS PARA MEDIDA CQDG:217

A medida de qualidade CQDG:217 se refere a porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia, ou seja, deveriam ser adjacentes, mas não são, em relação ao número total de objetos. Considerando as regras do modelo de dados, conta-se como erro todo objeto que possui vértices a uma distância menor que o raio de topologia, mas não estão conectados.

Essa regra pode ser verificada em objetos com primitiva geométrica do tipo linha e polígono. Dessa forma foi necessário desmembrar a função *CQDG217* em duas. Uma para verificar objetos do escopo linha e outro área, sendo renomeado como *CQDG217_L* e *CQDG217_A*. Respectivamente.

Para objetos tipo polígono (*CQDG217_A*) essa regra compreende na verificação das ocorrências de áreas de sobreposição ou buracos (áreas sem representação da superfície) dentro das classes de cobertura terrestre. Esse conjunto de classes compreende os elementos naturais e artificiais na superfície terrestre, incluindo as águas interiores e oceanos (Bossard et al., 2000). A cobertura do solo na ADGV é retratada pelas classes da EDGV apresentada no Quadro 23.

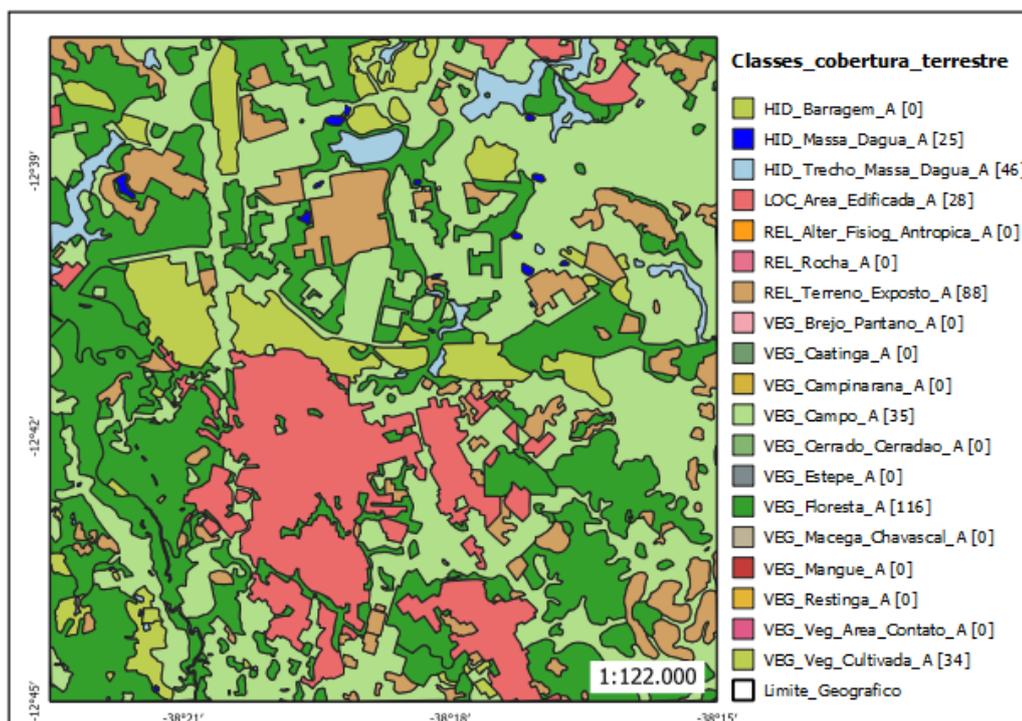
Quadro 27 – Classes da Cobertura Terrestre da ET-EDGV 2.1.3

Classe			
<i>Veg_Cultivada</i>	<i>Massa_Dagua</i>	<i>Terreno_Exposto</i>	<i>Caatinga</i>
<i>Estepe</i>	<i>Trecho_Massa_Dagua</i>	<i>Area_Edificada</i>	<i>Campinarana</i>
<i>Veg_Restinga</i>	<i>Barragem</i>	<i>Pista_Ponto_Pouso</i>	<i>Mangue</i>
<i>Floresta</i>	<i>Brejo_Pantano</i>	<i>Alter_Fisiografica_Antropica</i>	<i>Rocha</i>
<i>Cerrado_Cerradao</i>	<i>Macega_Chavascal</i>	<i>Veg_Area_Contato</i>	<i>Campo</i>

Fonte: CONCAR (2010)

Face o exposto, para avaliar essas classes no banco de dados em estudo foi utilizada a função *CQDG 217_A* do *script* CQ_CQDG. Essa função ativa a execução do algoritmo *Identificar Buracos e Sobreposições na Camada de Cobertura Terrestre*. A Figura 73 apresenta as classes da cobertura terrestre avaliadas.

Figura 73 - Escopo (polígonos) para a avaliar a medida de qualidade CQDG:217



Fonte: O Autor (2022)

A Tabela 13 apresenta a quantidade de *flags* que foram identificados com problemas de vão e sobreposições. Nessa tabela, por questão de otimização as *flags* foram agrupadas por tipo de ocorrências.

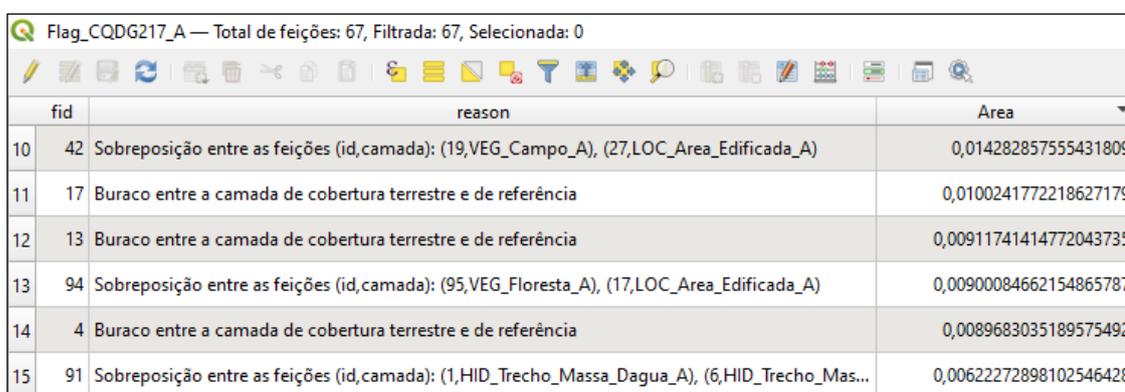
Tabela 13 - Resultado da aplicação da função *CQDG217_A* do script *CQ_QCDG*

Item	Inconsistência	Quant.
1	Buraco entre a camada de cobertura terrestre e de referência	28
2	Sobreposição entre as feições: VEG_Floresta_A e HID_Trecho_Massa_Da	3
3	Sobreposição entre as feições: VEG_Campo_A e Area_Edificada_A	2
4	Sobreposição entre as feições: VEG_Floresta_A e VEG_Campo_A	11
5	Sobreposição entre as feições: VEG_Floresta_A e Area_Edificada_A	6
6	Sobreposição entre as feições: Veg_Cultivada_A e VEG_Campo_A	1
7	Sobreposição entre as feições: VEG_Campo_A e HID_Trecho_Massa_Dag	1
8	Sobreposição entre as feições: VEG_Campo_A e REL_Terreno_Exposto	2
9	Sobreposição entre as feições: VEG_Floresta_A e REL_Terreno_Exposto	12
10	Sobreposição entre as feições: Area_Edificada_A e REL_Terreno_Exposto	1
	Total de flags	67

Fonte: O Autor (2022)

Para representação de feições tipo polígono adjacente a outro polígono a vizinhança entre ambos é representada duas vezes, nesse caso pode não haver total coincidência em todos os vértices, ocasionando problemas de sobreposição ou lacuna. Dessa forma, das inconsistências identificadas foi verificado que o principal motivo para isso acontecer foi o não compartilhamento de vértices nas mesmas bordas entre os objetos tipo área, causando estreitas fendas com efeito de buracos e sobreposições. Nesse banco essas fendas ou sobreposições tiveram um valor de área muito pequeno, impossibilitando a sua visualização, conforme extrato apresentado na Figura 74.

Figura 74 - Extrato do resultado com os valores de área para as inconsistências



fid	reason	Area
10	42 Sobreposição entre as feições (id,camada): (19,VEG_Campo_A), (27,LOC_Area_Edificada_A)	0,014282857555431809
11	17 Buraco entre a camada de cobertura terrestre e de referência	0,0100241772218627179
12	13 Buraco entre a camada de cobertura terrestre e de referência	0,00911741414772043735
13	94 Sobreposição entre as feições (id,camada): (95,VEG_Floresta_A), (17,LOC_Area_Edificada_A)	0,00900084662154865787
14	4 Buraco entre a camada de cobertura terrestre e de referência	0,0089683035189575492
15	91 Sobreposição entre as feições (id,camada): (1,HID_Trecho_Massa_Dagua_A), (6,HID_Trecho_Mas...	0,00622272898102546428

Fonte: O Autor (2022)

É importante observar que para executar esse processo é necessário o limite geográfico. Logo, recomenda-se usar o mesmo limite do banco de dados que é fornecido na classe *aux_moldura*.

Para objetos tipo linha (*CQDG217_L*) essa regra compreende na verificação das ocorrências de linha que desrespeitam o raio de topologia na conexão entre linhas da mesma classe.

Sendo assim, para avaliar essas classes no CDGV foi utilizada a função *CQDG217_L* do *script* CQ_CQDG. Essa função ativa a execução do algoritmo *Identificar Pontas Soltas*. Na aplicação dessa função são identificados objetos do tipo linha que representam feições que naturalmente se tocam, mas foram adquiridos sem se tocarem, porém com a distância entre seus vértices menor do que o valor do parâmetro raio da topologia. O raio de topologia utilizado nessa avaliação foi de 1 m, equivalente a 0,04 mm na escala de 1:25.000, conforme previsto na CQDG.

A aplicação dessa função não detectou nenhuma inconsistência fora dos parâmetros estabelecidos para essa medida de qualidade.

Seguindo o fluxo de inspeção as *flag* identificadas na função CQDG217_A foram armazenadas na Classe de Ocorrência e apresentada no Relatório de Qualidade nº 007 (APÊNDICE I). A Tabela 14 mostra o item Resultado da medida de qualidade apresentado no relatório.

Tabela 14 - Resultado da inspeção do CDGV 1959-1-SE para a medida CQDG:217

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:217	372	67	0,18011	18,0108%	Identificar Pontas Soltas - Identificar Buracos e Sobreposições na Camada de Cobertura Terrestre	False (Não Conforme)	Reprovado

Fonte: O Autor (2022)

7 DISCUSSÃO

Nesta seção serão abordadas as análises realizadas durante a elaboração desse trabalho para as medidas de qualidade, classe de ocorrência e script CQ_CQDG.

7.1 MEDIDAS DE QUALIDADES

A Tabela 15 apresenta a quantidade e o percentual de inconsistências para as regras topológicas inseridas no *script* CQ_CQDG, detectadas no CDGV 1959-1-SE, agrupadas por medida de qualidade. Ressalta-se que, as inconsistências encontradas nessa pesquisa foram enviadas para a DSG, para uma possível revisão e correção dos erros encontrados.

Tabela 15 - Total de inconsistência para inspeção das medidas da ET-CQDG

Medida ID	Descrição	Quant. Feição avaliada	Contagem de erro	Porcentagem de erro	Medida	Resultado
CQDG:211	Porcentagem de pontos inválido (SFS)	14.749	30	0,2034%	Não Conforme	Reprovado
CQDG:212	Porcentagem de linhas inválidas (SFS)	11.104	81	0,7295%	Não Conforme	Reprovado
CQDG:213	Porcentagem de polígonos inválidos (SFS)	193.182	36	1,8377%	Não Conforme	Reprovado
CQDG:214	Porcentagem de objetos com erro de fechamento	570	0	0,0000%	Conforme	Aprovado
CQDG:215	Porcentagem de objetos com sobreposição inválida	1.959	1	0,0510%	Conforme	Aprovado
CQDG:216	Porcentagem de conexões de rede inválidas	8.282	5.114	61,7484%	Não Conforme	Reprovado
CQDG:217	Porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia	372	67	18,0108%	Não Conforme	Reprovado

Fonte: O Autor (2022)

Por meio da Tabela 15, é possível identificar que somente a medida CQDG:214 não apresentou nenhum um tipo de inconsistência detectada pelos algoritmos propostos.

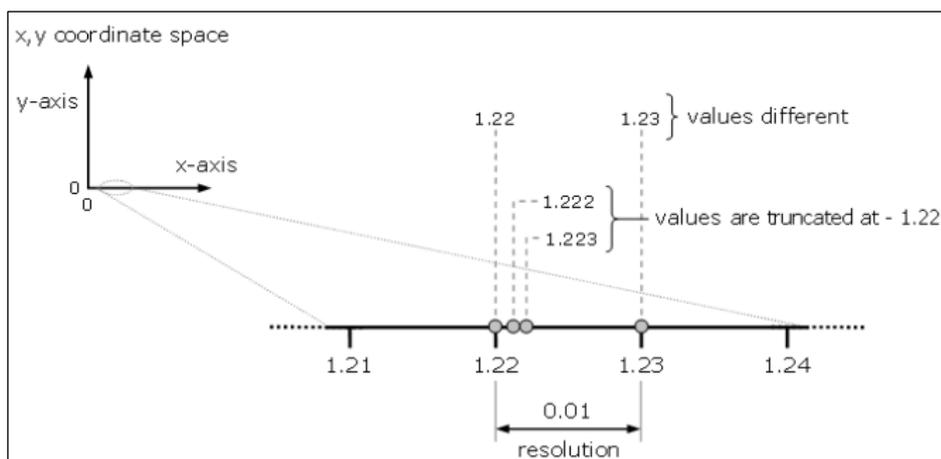
Nas outras medidas foi observado que a maioria das inconsistências identificadas foram ocasionadas devido diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas dos vértices. Essa diferença pode ter sido ocasionada devido ao uso de *softwares* diferentes entre o processo de validação de dados usado pelo órgão produtor e o processo de inspeção dessa dissertação. De acordo com Oosterom (2003), o computador é uma máquina digital finita e, portanto, as coordenadas às vezes podem diferir um pouco do valor matemático (real) em cada ambiente SIG.

Conforme apresentado por Passos et al (2017) e Saldanha (2005) a DSG utiliza o SIG *GOTHIC*, da empresa Laser Scan que, através de seu banco de dados geográfico, orientado a objeto, permite o processo de validação dos dados. Esse *software* possui uma linguagem de programação exclusiva o qual é necessário ao final do processo converter os dados para serem utilizados em outros ambientes SIG.

Portanto, devido a essa transferência de dados entre plataformas com particularidades diferentes, recomenda-se aos usuários antes de iniciar um processo de inspeção aplicar o algoritmo *Colar ao Grid e Atualizar Camada*, disponível no *plugin* DSGTools.

O algoritmo *Colar ao Grid e Atualizar Camada* aproxima as coordenadas dos vértices para o inteiro mais próximo, podendo mover o ponto até a distância máxima especificada (tolerância), conforme Figura 75.

Figura 75 - Aplicação do algoritmo *Colar ao Grid e Atualizar Camada*



Fonte: DSG (2021)

A tolerância padrão é definida para 0,001 metros ou seu equivalente em unidades de mapa. Isso é 10 vezes o valor da resolução padrão e é recomendado nos casos que não tem nenhum tipo de especificação. Esse algoritmo permite o usuário definir um valor de tolerância

x, y personalizado, mas ele nunca deve se aproximar da resolução de captura de dados e o valor de tolerância x, y mínimo permitido é duas vezes a resolução x, y.

A aplicação desse processo evita o excesso de *flags* para falta de conectividade entre as feições devido a diferença de casas decimais entre as coordenadas de vértices compartilhados.

Outras inconsistências identificadas em todas as medidas de qualidade, que apresentaram *flags* (Tabela 15), foi devido a falta de padronização de tolerância previsto nas medidas de qualidade. Na CQDG o único parâmetro de tolerância previsto é para a medida CQDG:217 quando utilizada na inspeção das linhas de um CDGV.

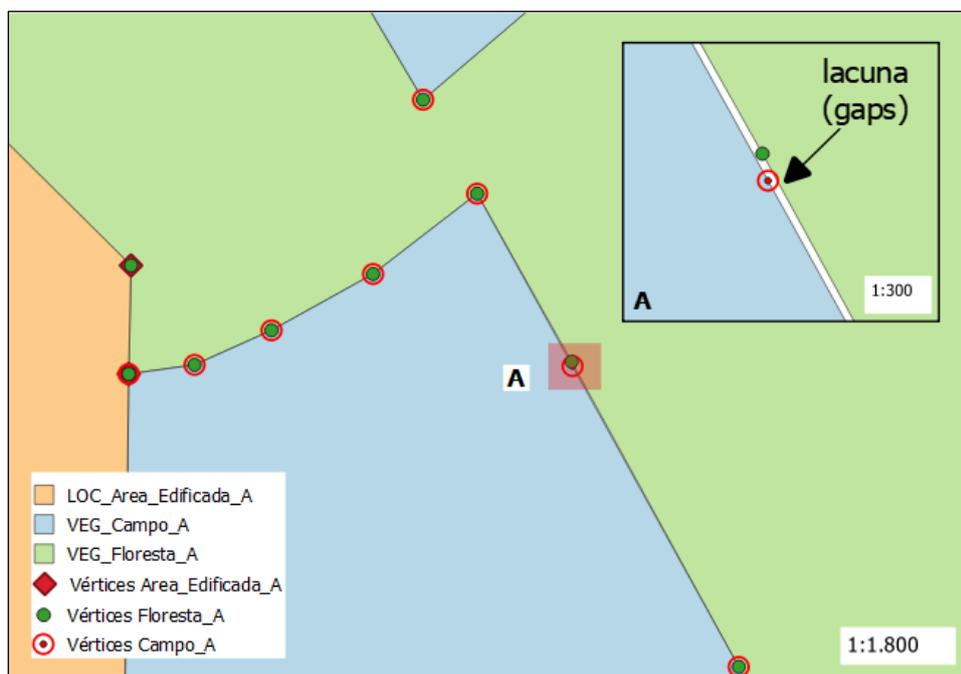
Nesse sentido os algoritmos foram executados sem atribuir nenhum valor de tolerância, exceto na inspeção das linhas para a medida CQDG:217, na qual foi utilizado a tolerância de 0,04 mm na escala. A tolerância é a distância em metros na qual dois vértices são considerados homólogos, independente da feição a que eles pertençam.

A definição de valores de tolerância é relevante na inspeção da consistência topológica devido aos vértices duplicados ou vértices que deveriam ser homólogos entre as feições serem criados de várias maneiras, incluindo erros de digitalização, usando dados em uma escala menor do que aquela para a qual foram coletados e transferindo dados de um banco de dados com precisão diferente.

Por exemplo, em um conjunto de dados pode ter vértices em uma linha ou polígono que estão colocados muito próximos um do outro, se a tolerância especificada na verificação for pequena o suficiente, as duas geometrias podem ser classificadas como disjuntas (sem pontos em comum), porém com uma tolerância maior pode fazer com que sejam classificadas como coincidentes e, portanto, atribuídas as mesmas localizações de coordenadas.

Essa situação pode ser observada nas *flags* da medida CQDG:217, que faz a inspeção dos polígonos da cobertura terrestre. Em todas as inconsistências dessa medida foram identificadas que para feições que compartilham uma aresta (tanto em uma mesma camada quanto em camadas diferentes), não estavam compartilhando os vértices. Conforme mostrado na Figura 76, na qual os vértices não compartilhados nas arestas compartilhadas geraram *flags* de buraco entre as classes da cobertura terrestre, tendo em vista que a dimensão inferior da lacuna não é assegurada por uma tolerância.

Figura 76 - Lacunas identificadas por não compartilhamento de vértices



Fonte: O Autor (2022)

Outros casos de excesso de *flags*, devido ao não uso de uma tolerância específica para avaliação da qualidade, foi observado na inspeção da medida CQDG:216, em que o ponto de conectividade entre duas geometrias corresponde ao vértice de interseção que deve constar em ambas. Nos casos em que esse ponto não é vértice de uma das geometrias, ou seja, pertencendo somente a um segmento, ou nos casos em que as extremidades das linhas e/ou vértices de feição não se tocam, ocorre a inconsistência chamada de “ausência de ponto de conectividade”.

Face ao exposto, constata-se a necessidade de definição de um valor para o parâmetro de tolerância de avaliação para as medidas de qualidade da ET-CQDG. Esse valor deve ser escolhido de forma compatível com a escala do produto para evitar o levantamento excessivo de *flags*. Esta determinação de valores de parâmetros pode ser apoiada em normas técnicas ou na metodologia de validação da DSG, na qual, para cada escala, há a determinação de valores de parâmetros que devem ser usados para auto conexão de geometrias.

Analisando as particularidades de cada medida de qualidade verifica-se que as medidas CQDG:211, CQDG:212 e CQDG:213 são baseadas no padrão SFS, publicada pelo OGC, que descreve o modelo de objeto para geometria de recurso simples, usado na CQDG para definir a validade das primitivas geométricas ponto, linha e polígono.

Stolze (2003) afirma que todas essas geometrias têm certas propriedades. Uma propriedade é, por exemplo, a dimensão ou se a geometria está vazia. Cada um dos tipos de geometria adiciona propriedades mais específicas, por exemplo, a área de um polígono ou se uma linha é simples (definida para não se auto intersectar). Nesse sentido um conjunto de métodos espaciais foi definido para consultar essas propriedades, por exemplo: *ST_IsValid* e *ST_IsEmpty*.

A utilização desses métodos é usada para verificar se um objeto geométrico é válido seguindo o padrão da OGC. Nesse caso se este objeto não tiver pontos geométricos anômalos, como auto interseção ou auto tangência ou não tiver de acordo com a descrição de cada primitiva geométrica com condições específicas que fazem com que uma instância dessas primitivas seja classificada como não simples.

Dessa forma, para validar a qualidade geométrica dos dados com a condição de ser somente simples foi necessário executar apenas o processo *Identificar Geometria Inválida*, que faz uso da função *ST_IsValid*. Porém, essa função detecta somente os casos de geometria inválida de acordo com OGC. Nesse caso suficiente para o previsto na CQDG.

Logo, salienta-se a importância de complementar essas medidas da CQDG com outros parâmetros para identificar todos os erros de relacionamentos entre as classes de feições do conjunto de dados espaciais, previstos no modelo de dados da EDGV. Assim como, para atender outros tipos de erros gerados devido ao uso de diversas plataformas de SIG utilizar outros critérios que define uma geometria como inválida, conforme apresentado por STOLZE (2003).

De acordo com as normas vigentes e de forma compatível com o apresentado por IBGE (2019), foi verificada a importância de englobar nas medidas supracitadas condições para se realizar a inspeção de qualidade conforme regras de aquisição apresentadas na ADGV. Algumas dessas condições verificadas nesse estudo foi a necessidade de análise de geometria duplicada intercamadas, linhas ou polígonos com pseudo nós, análise de geometria multipartes sem ter suas feições desagregadas, análise de linha e área mínima de acordo com uma tolerância especificada, análise de ângulos fora de limites, aplicação de regras espaciais com características específicas de aquisição entre outras.

Pode-se observar que na metodologia utilizada nesse trabalho alguns processos propostos já resolvem parte dessas condições.

Na análise da medida CQDG:215 foi visto que ela se limita à sobreposição de objetos do tipo polígono que possuem uma sobreposição inválida com outros objetos da mesma classe. Nesse contexto, verifica-se que essa medida pode ser ampliada para avaliar sobreposição de

objetos tipo polígono intercamadas, dada a importância de atender as regras de aquisição prevista para a modelagem vigente. Por exemplo, uma feição da classe industrial será inspecionada em relação a sobreposição, conforme exemplo de regras apresentada no Quadro 24.

Quadro 28 – Exemplo de regras de classe da EDGV, para a análise de sobreposição

Classe	Regra de avaliação
Edif_Industrial_A	<ul style="list-style-type: none"> • Não sobrepõe outros polígonos dentro da mesma classe. • Não deve se sobrepor com os polígonos das seguintes classes: Posto_Combustivel_A, Patio_A, Edif_Rodoviaria_A, Pista_Ponto_Pouso_A, Edif_Constr_Aeroportuaria_A, Edif_Constr_Portuaria_A, Ponte_A, Area_Estrut_Transporte_A, Edif_Metro_Ferroviaria_A, Area_Energia_Eletrica_A, Edif_Energia_A, Hidreletrica_A, Termeletrica_A, Area_Comunicacao_A, Edif_Comunic_A, Grupo_Transformadores_A, Area_Abast_Agua_A, Edif_Abast_Agua_A, Dep_Abast_Agua_A, Area_Saneamento_A, Edif_Saneamento_A, Dep_Saneamento_A, Edif_Ensino_A, Edif_Religiosa_A, Edif_Const_Lazer_A, Campo_Quadra_A, Edif_Const_Turistica_A, Ruina_A, Arquibancada_A, Deposito_Geral_A, Edif_Comerc_Serv_A, Edif_Ext_Mineral_A, Plataforma_A, Edif_Agropec_Ext_Vegetal_Pesca_A, Edif_Habitacional_A, Edif_Constr_Est_Med_A, Edif_Pub_Civil_A, Edif_Pub_Militar_A, Posto_Pol_Rod_A, Area_Pub_Civil_A, Area_Pub_Militar_A, Area_Saude_A, Edif_Saude_A, Area_Servico_Social_A, Edif_Servico_Social_A....

Fonte: DSG (2010) adaptado

Ainda sobre a medida CQDG: 215 sugere-se que as condições sugeridas para análise de sobreposição de polígonos sejam previstas e adaptadas para inspeção de sobreposição de linhas.

Nesse caso essa análise deve ser utilizada para localizar erros quando duas linhas de diferentes feições da mesma classe ou classes diferentes se sobrepõem, sendo necessária a especificação das classes que não podem se sobrepor, levando em consideração que a modelagem prevê algumas sobreposições de objetos tipo linha, por exemplo entre as classes *Barragem* e *Trecho_Rodoviario*. Salienta-se que essa sugestão é diferente da análise de linha duplicadas da medida CQDG:212, na qual verifica se uma linha está exatamente sobre outra linha.

Para medidas CQDG:214 e CQDG:216 foram verificadas diversas *flags* detectadas devido à ausência de pontos no limite geográfico. Nesse sentido recomenda-se antes de rodar os processos criar pontos temporário para atender as ocorrências de interrupção com a

moldura, dessa forma tem-se um grau de certeza maior nos resultados gerado pelo *script* CQ_CQDG. Outra sugestão é esses pontos não serem excluídos pelos órgãos produtores quando disponibilizados bancos de dados individuais para os usuários.

Analisando a medida CQDG:216 sobre conexões de rede inválidas verifica-se que ela se limita a calcular somente a falta de conexão entre as linhas e os nós da rede. Por conseguinte, sugere-se ampliar essa medida para verificação dos direcionamentos de linhas para representar um fluxo unidirecional ou bidirecional da estrutura de rede, conforme explicado por França et al (2020) e França (2021).

Com relação a medida CQDG:217 foi observada falta de boas práticas para execução de avaliação dessa medida, tanto na parte de inspeção, quanto na parte descritiva, uma vez que, foi necessário dividir os processos em escopo diferentes e em consequência relatórios de qualidade diferentes.

Essa medida se refere à porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia tanto para objetos do tipo polígono quanto para linhas. Nesse sentido sugere-se dividi-la em duas novas medidas de qualidade de acordo com a primitiva geométrica avaliada.

Uma medida com foco nos polígonos que geram área fictícia ao não respeitar o raio de topologia. Polígono fictício é uma área que aparece acidentalmente quando superfícies adjacentes não são adquiridas corretamente. Os limites de superfícies adjacentes podem causar pequenas lacunas ou sobreposições que causar um erro topológico. A particularidade de analisar superfícies adjacentes é observada somente nas classes da cobertura terrestre prevista na modelagem da EDGV. Nesse caso, o escopo para essa nova medida se limita somente nas classes da cobertura terrestre, posto que, o conjunto dessas classes não podem ter sobreposição ou lacunas entre elas.

A segunda medida proposta se refere aos objetos tipo linha que desrespeitam o raio de topologia. O escopo proposto é para as linhas que fazem parte de um sistema de rede ou que necessariamente tem uma cardinalidade mínima de relacionamento com outras classes do tipo linha. Nesse sentido, a análise difere da medida CQDG:216 por não precisar analisar os fluxos de rede e as conexões com os pontos de rede. Nesse caso o foco é analisar o raio de topologia especificado para as ocorrências de ponta de linha solta por “falta” ou “excesso” no comprimento da linha.

Por fim, verifica-se a necessidade, na CQDG, de padronização de uma medida de qualidade na qual possam ser avaliados os relacionamentos espaciais entre classes de feições geográficas presentes num conjunto de dados vetoriais. As medidas IBGE:243 e IBGE:244, podem ser consideradas como exemplo e ampliada para aplicação na CQDG. A primeira tem

como objetivo identificar problemas de relacionamento espacial, previstos no modelo de dados vigente e a segunda indica se as características desejáveis de aquisição de determinadas feições geográficas foram atendidas no conjunto de dados (IBGE, 2019).

7.2 CLASSE DE OCORRÊNCIA

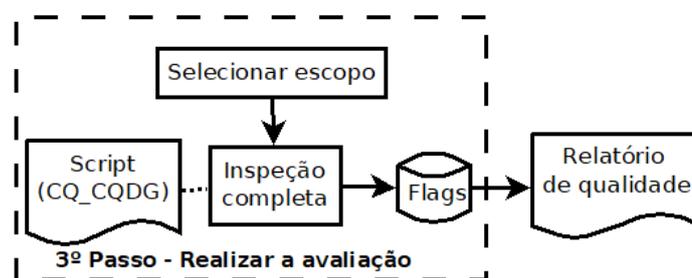
A Classe de Ocorrência proposta nesse trabalho mostrou-se eficiente no objetivo de ser o elo entre o resultado da inspeção e o preenchimento do relatório de qualidade, além de cumprir com todos os critérios previsto na classe *DQ_Result* padronizado pela ISO.

No entanto, durante os testes de aplicação do *script* CQ_CQDG foi verificado que os registros (*flags*) do resultado da inspeção apresentam, em parte, as estruturas necessárias para atender os critérios da classe *DQ_Result*. Esse registro possui uma estrutura que contempla os resultados descritivos (*DQ_DescriptiveResult*), pois apresenta o nome do processo que levantou a *flag*, o nome da camada que estava sendo verificada pelo processo, o *id* da feição com o problema identificado e o motivo do problema topológico.

Nesse sentido é necessário complementar a estrutura das *flags* implementando os resultados quantitativo (*DQ_QuantitativeResult*) e (*DQ_ConformanceResult*). Dessa forma as *flags* do resultado da análise de inspeção, após adaptações, podem ser utilizadas diretamente para preenchimento do relatório de qualidade.

Dessa forma, fluxo do processo de avaliação fica simplificado e sem perda de eficiência. Conforme mostrado na Figura 77.

Figura 77 - Novo fluxo do passo nº 3 da metodologia de avaliação



Fonte: O Autor (2022)

7.3 SCRIPT CQ_CQDG

O *script* foi desenvolvido no ambiente QGIS, em particular para o LTR versão 3.22. Além disso, foi utilizada a programação na linguagem *Python* da versão 3.9.5 dentro do QGIS

e o pacote de ferramentas QT da versão 5.15.3. O *script* foi baseado no *plugin* DSGTools versão 4.2.2.

O desenvolvimento do *script* utilizando a arquitetura *Processing* e *framework* na linguagem *Python* foi fundamental por permitir a integração eficiente ao se conectar com o código original do *plugin* DSGTools, eliminando o esforço de desenvolvimento de algoritmos já disponibilizados na plataforma.

O pseudocódigo do *script* está disponível no APÊNDICE B e para os usuários interessados em validar os resultados de um banco de dados ou aplicar as ferramentas aos seus próprios dados segue-se algumas orientações.

Para utilização é necessário copiar o pseudocódigo e colar no *Editor de Processamento de Script* disponível na caixa de ferramenta *Processing* do QGIS. É importante observar que para o correto funcionamento do *script*, obrigatoriamente o *plugin* DSGTools deve ser instalado no QGIS.

Caso o banco a ser avaliado esteja em uma escala diferente de 1:25.000 é necessário alterar os valores dos parâmetros de alguns processos, como por exemplo dos processos: *Identificar Linhas Pequenas* e *Identificar Polígonos Pequenos*, ou para casos no qual valor do parâmetro do raio de topologia seja especificado. Nessas situações esses valores devem ser alterados usando o próprio *Editor de Processamento de Script*. A Figura 78 destaca um exemplo na qual os valores dos parâmetros devem ser alterados para os processos que avaliam a medida CQDG:212.

Figura 78 - Exemplo de alteração de valores de parâmetros no uso para diversas escalas

```
def CQDG212(self, layers, selected, context, feedback):
    result = list()

    for count, lyr in enumerate(layers):
        if count == 0:
            point = processing.run("dsgtools:identifyoutofboundsangles", {
                'INPUT': lyr,
                'SELECTED': selected,
                'TOLERANCE': 10,
                'FLAGS': 'memory:point_flags'}, context=context)

            line = processing.run("dsgtools:identifysmalllines", {
                'INPUT': lyr,
                'SELECTED': selected,
                'TOLERANCE': 5,
                'FLAGS': 'memory:line_flags'}, context=context)

            source_3 = processing.run("dsgtools:identifyandfixinvalidgeometries",
                'INPUT': lyr,
```

Fonte: O Autor (2022)

Para o processo *Aplicar Regra Espacial* utilizado na medida CQDG:216 é necessário que as tabelas estejam nomeadas da mesma forma que foram implementadas no *script*. Na hipótese de não estar é necessário alterar a nomenclatura no código do *script* ou renomear a camada para coincidir com o nome implementado. Caso os dados sejam oriundos do BDGEx essa adaptação não será necessária.

Salienta-se que alguns processos, principalmente os que calculam extensão e áreas, só retorna um valor confiável caso os dados estejam projetados em algum sistema métrico. Dessa forma orienta-se, antes de executar a medida de qualidade que envolve esses processos, converter os dados para o sistema UTM, por exemplo.

Por fim, a estrutura do *script* mostrou-se satisfatória para superar a falta de eficiência de disponibilização dos resultados quando utilizado o processo em lotes do DSGTools. Além da estrutura de processamento evitar a necessidade do esforço de execução individual de cada processo proposto para análise das medidas de qualidade. Com isso diminui potenciais fontes de erro ao reduzir o número de etapas que o usuário deve executar.

Em suma, em termo de funcionalidade o *script* conseguiu permitir que o usuário se conecte ao escopo selecionando múltiplas camadas de uma única vez, selecione a medida de qualidade que será avaliada e após execução do processo uma tabela com todos os registros estará disponível para visualização e manipulação.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho, após análise das especificações nacionais apoiada à normas da ISO, foi proposta uma metodologia de realizar o controle de qualidade de dados geoespaciais oriundos do SCN com objetivo de analisar a aplicação da CQDG no fluxo de produção cartográfica.

Para isso alguns objetivos específicos foram propostos, como analisar, descrever e sequenciar os procedimentos de inspeções de qualidade referente a consistência lógica e suas medidas de qualidade. O resultado desse objetivo é apresentado na seção 5, na qual descreve uma proposta metodológica de avaliação de um CDGV, aplicando a CQDG e estabelece procedimentos automatizado de controle de qualidade.

Esses procedimentos automatizados cumprem com o objetivo de desenvolver em ambiente de código aberto e *softwares* livres funções sistematizadas para executar a avaliação dos elementos de qualidade. Isso pode ser visto no desenvolvimento do *script* CQ_CQDG, que foi proposto para aumentar a eficiência e a eficácia da produção cartográfica, substituindo a verificação tradicional feita pelo analista. O aumento da eficiência do processo se deve à eliminação da produção de várias tarefas que demandam muito tempo para ser realizadas, como por exemplo a seleção individual de cada camada a ser avaliada. Já o aumento da eficácia se deve à utilização de procedimentos que buscam evidenciar todos os registros que desrespeitem uma regra estabelecida em uma única camada *outputs*. Dessa forma com o conjunto de regras definido e procedimentos bem implementados, as inconsistências podem ser encontradas sem a necessidade da leitura exaustiva de diversas camadas de saída quando aplicada a todas as tabelas de um CDGV.

O *script* desenvolvido ainda carece de ajustes, e futuras etapas podem complementá-lo, por exemplo: implementar os algoritmos para verificar outros elementos de qualidade, fornecer outras opções de variáveis para o processamento, como por exemplo o raio de topologia, tendo em vista que esse parâmetro não está disponível em todos os algoritmos que são base do *script* e complementar a estrutura dos dados de saída (*flags*) implementando os resultados quantitativo (*DQ_QuantitativeResult*) e (*DQ_ConformanceResult*), conforme normas da ISO. Além, de transformá-lo em *plugin* ou ser inserido como um dos pacotes de processo do DSGTools.

Na hipótese de implementação desses dados de saída pode-se aproveitar o modelo lógico proposto e desenvolvido nesse trabalho para o banco de dados da *Classe de Ocorrência*, cuja função é o gerenciamento do resultado do controle de qualidade e elo entre o resultado e o relatório de qualidade. Os modelos lógico e físico do banco de dados da *Classe de*

Ocorrência são uma das contribuições desse trabalho e cumpre com um dos objetivos propostos.

A seção 6 atende ao objetivo de realizar um estudo de caso para identificar e classificar os principais erros de consistência dos dados cartográficos gerados durante o processo de produção cartográfica. Os resultados obtidos nesse trabalho indicam que os algoritmos propostos são eficientes para detectar as inconformidades dos dados de acordo com as medidas de qualidade prevista na CQDG.

Nessa fase notou-se que alguns resultados gerados nas *flags*, “as chamadas exceções”, não apresentam inconsistência com o modelo de dados vigente, nesse sentido destaca-se a necessidade de maior conhecimento e domínio técnico demandado na interpretação dos registros. Para isso é necessário que as instituições que produzem cartografia oficial, propicie e promova capacitação e aperfeiçoamento pessoal para avaliar a qualidade de dados geoespaciais e interpretar adequadamente os valores obtidos nos resultados de elementos de qualidade.

Quanto ao objetivo principal de analisar a aplicação da CQDG na produção cartográfica pode ser realizado fazendo analogia as críticas feitas por Ariza-López & Rodríguez-Pascual, (2018) com relação a ISO 19157, que foi base para elaboração da ET-CQDG, logo as mesmas podem ser aplicadas a ela.

Segundo esses Autores, como a tecnologia e a disponibilidade de dados mudaram tremendamente nos últimos anos, os desafios apresentados pelos novos tipos de dados disponíveis, bem como algumas partes dos processos tradicionais de produção que não foram adequadamente contemplados com a versão da CQDG (2016), tornam uma revisão dessa norma essencial, se quiser que o modelo de qualidade proposto seja continuamente aplicado. Os Autores sugerem a necessidade de um modelo que garanta o mais alto grau de interoperabilidade na definição (conceituação), quantificação e reporte da qualidade dos dados. Por isso a convergência com outras normas e a inclusão de novas dimensões de qualidade, novos elementos de qualidade e novos padrões são aspectos que os Autores consideram críticos.

Nesse contexto, a CQDG é uma norma que necessita de aprimoramentos na sua função de modelo para definir, quantificar e reportar a qualidade. Pois, as suas medidas de qualidades não quantificam adequadamente as regras lógicas do modelo de dados para se alcançar uma completa integridade do CDGV produzido, conforme visto na aplicação do modelo para avaliação da consistência lógica realizada nesse trabalho.

Por conseguinte, este trabalho apresenta algumas sugestões no sentido de contribuir na atualização dessa norma propondo outras medidas de qualidade. Por exemplo as medidas

IBGE:243 e IBGE:244, todas utilizadas no processo de produção do IBGE, além de apontar a necessidade de elaboração de medidas de qualidade para atender regras específicas das especificações EDGV e ADGV.

No que se refere às contribuições deste trabalho, além da compilação de uma base teórica abrangente e sistematização do fluxo dos procedimentos de avaliação da consistência topológica de um CDGV, destaca-se também o desenvolvimento de soluções para a verificação das inconsistências topológicas com algoritmos baseados no *software* livre QGIS, além de sugestões de novas medidas de qualidades com intuito de tornar a validação da consistência lógica completa e atualizada, se comparada com ISO (2013), DSG (2016) e IBGE (2019).

Por fim, afirma-se que os dados geoespaciais são relevantes para a tomada de decisões de muitas atividades diárias e grandes investimentos e, por isso, a qualidade desses dados é importante (ARIZA-LÓPEZ & RODRÍGUEZ-PASCUAL, 2018). Assim, a CQDG é uma especificação significativa no domínio da qualidade de dados geoespaciais e está atualmente em processo de revisão e, portanto, é desejável que os produtores e usuários interessados em IG estejam cientes disso e de sua capacidade de propor melhorias.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. C. O. **Integridade Topológica em Sistemas de Bancos de Dados Espaciais**. Dissertação (Mestrado em Geoprocessamento e Análise Ambiental) – Universidade de Brasília, UNB, Brasília, 2018.
- ANDRADE, L. C. O.; BORBA, P.; PAULO, M. C. M. Agregação Hierárquica de Geo-Objetos: uma Abordagem Baseada em Software Livre. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 68, n. 8, 2016. DOI: 10.14393/rbcv68n8-44377. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44377>. Acesso em: 10 dez. 2021.
- ARCGIS. **Documentation**. 2021 Disponível em < <https://desktop.arcgis.com/en/documentation/> >. Acesso em 10 de nov. de 2021.
- ARIZA-LÓPEZ, F.J. (2002). **Control de Calidad en la Producción Cartográfica**. Ed. Rama. Madrid.
- ARIZA-LÓPEZ, F.J.; RODRÍGUEZ-PASCUAL, A.F. (2008). **la familia ISO 19100**. Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica Universidad de Jaén. Jaén Espanha.
- ARIZA-LÓPEZ, F.J.; RODRÍGUEZ-PASCUAL, A.F. (2018). Calidad en datos geográficos, geoservicios y productores de datos: análisis crítico, **Revista Cartográfica**, núm.97, pp: 105-143. <https://doi.org/10.35424/rcar.v0i97.178>
- BANSAL, V. K. Use of GIS and Topology in the Identification and Resolution of Space Conflicts. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 25, n. 2, p. 159–171, 2011. ISSN 0887-3801. Disponível em: <<http://ascelibrary.org/doi/10.1061/{% }28ASCE{% }29CP.1943-5487.0000075>>. Acesso em: 01 abr. 2021.
- BOGORNY, V. **Incorporando suporte a restrições espaciais de caráter topológico ao Modelo Abstrato do consórcio Open GIS** / por Vania Bogorny. - Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2001. 134 p.:il. Dissertação (mestrado).
- BORBA, P., ESPERIDIÃO, J.P.O.S., FILHO, A.G.G., SILVA, G.H.O. **Controle de Qualidade de Redes Unidirecionais Topologicamente Conectadas Utilizando Software Livre**. VII Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 08-09 de Nov de 2018.
- BORRMANN, A., RANK, E. Topological analysis of 3D building models using a spatial query language. **Advanced Engineering Informatics**, v. 23, n. 4, p. 370-385, 2009.
- BRASIL. **Decreto nº 6.666**, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), e dá outras providências. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm>. Acesso em: 30 mar. 2021.

BRASIL. Governo eletrônico. “**Arquitetura de Interoperabilidade do Governo Eletrônico - e-PING**”. 2016. Disponível em: <<http://www.governoeletronico.gov.br>>. Acesso: 14 junho 2020.

CAPRIOLI, M., SCOGNAMIGLIO, A., STRISCIUGLIO, G., TARANTINO, E. **Rules and Standards for Spatial Data Quality in GIS Environments**. International Cartographic Conference. Durban, South Africa: ICA. 2003. p. 1740-1747. 21st International Cartographic Conference, Cartographic Renaissance, ICC 2003.

CERQUEIRA, W. R.; PENHA, A.L.T; BORBOREMA, A.C.B.A. E MELO, F.D.S. **Acurácia Temática de Dados Geoespaciais conforme a ET-CQDG**, Anais do 4º GeoAlagoas, Alagoas (2016) - ISBN 978-85-69709-02-2

CHRISMAN, N., DEVILLERS, R., STEIN, A., BÉDARD, Y., FISHER, P., & SHI, W., **Thirty Years of Research on Spatial Data Quality: Achievements, Failures, and Opportunities**, *Transactions in GIS*, 14(4), pp. 387-400, 2010.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA (CONCAR). **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-EDGV.2.1.3** ed. 2010, 246 p. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_EDGV_Vs_2_1_3.pdf. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). **Manual Técnico T34-700 – Convenções Cartográficas 2ª Parte** – Catálogo de Símbolos. 2 ed. 2000, 69 p. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/T_34700_P2.pdf. Acesso em: 18 de dez. de 2020.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). **Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais - ET-ADGV**. 2ed. 2011, 254 p. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_ADGV_Vs_2_1_3.pdf. Acesso em 18 de dez. de 2021.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). **Norma para especificação técnica para produtos de conjunto de dados geoespaciais - ET-PCDG**. 1 ed. 2014, 188 p. Disponível em: http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_PCDG_2014.pdf. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). **Norma da especificação técnica para controle de qualidade de dados geoespaciais (ET-CQDG)**. Brasília, DF, 2016. [94] p. Disponível em: <https://bdgex.eb.mil.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=357&lang=pt>. Acesso em: 19 de abr. 2022.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). **Manual de uso do complemento DSGTools para QGIS**. 2021. Disponível em: <https://raw.githubusercontent.com/wiki/dsgoficial/DsgTools/scripts_conversao_pdf/Manual_DSG_Tools.pdf> Acesso em: 07 de jun. 2021

ELMASRI, R. & NAVATHE, S. (2000) **Fundamentals of database systems**. 3rd Edition. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

FILHO, A. G.G. et al. Quality Control Relevance on Acquisition of Large Scale Geospatial Data to Urban Territorial Management. **2020 IEEE Latin American GRSS and ISPRS Remote Sensing Conference, LAGIRS 2020** - Proceedings, p. 138-142. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/205228>>. Acesso em: 13 de ago. 2021

FRANÇA, L. L. S.; PASSOS, J.B.; PORTUGAL, J. L. **Topological validation: a study applied for hydrographic features of a watershed**. Ciências Exatas e da Terra: Aprendizado, Integração e Necessidades do País. 1ed.: Atena Editora, 2020, p. 191-207.

FRANÇA, L. L. S. **Processo de Validação da Consistência Lógica de um Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais com a Abordagem da Consistência Semântica**. Dissertação (Mestrado em Ciência Geodésica) – Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2021.

FRANÇA, L. L. S., PORTUGAL, J. L. Consistência Topológica de Dados Geoespaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 74, n. 3, p. 480–498, 2022. DOI: 10.14393/rbcv74n3-61508. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/61508>. Acesso em: 10 nov. 2022

GONZALEZ, C., NEIRA, J. and RIQUELME, C. (2014). Basic Territorial Information Group Spatial Data Infrastructure, SDI-CHILE (SNIT). In: **FIG Congress 2014**. [online] Kuala Lumpur, Malaysia: International Federation of Surveyors (FIG), p.7. Disponível em: <https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2014/papers/ts04h/TS04H_gonzalez_neira_et_al_6802.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021

GOTTARDO, T. V., BARBOSA, I. Percepção dos Usuários Quanto à Avaliação Indireta da Qualidade de Conjuntos de Dados Geoespaciais. **Rev. Bras. Cartogr**, v. 73, n. 3, 2021.

GOODCHILD, M. F. **Geographical data modeling**. In: FRANK, A. U.; GOODCHILD, M.F. Two Perspectives on Geographical Data Modelling. Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information & Analysis/NCGIA, 1990. (Technical Paper 90-11)

GRASER, A., OLAYA, V. Processing: **A Python Framework for the Seamless Integration of Geoprocessing Tools in QGIS**. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2015, 4, 2219-2245. <https://doi.org/10.3390/ijgi4042219>

HERRING, J. R. **OpenGIS implementation standard for geographic information-simple feature access-part 1: Common architecture**. Open Geospatial Consortium Inc, page 111, 2011. Disponível em: URLhttp://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=25355. [p439]

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Avaliação da qualidade de dados geoespaciais, Coordenação de Cartografia**. - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2019: il. - (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n.13).

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19157:2013**: geographic information: data quality. Geneva: ISO, 2013. 146 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19115:2003**: Geographic information: Metadata. – Geneva: ISO, 2003

JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços**. Tradução: Nivaldo Montingelli Jr. 3. ed. São Paulo: Pioneira, c1997. 551 p. (Novosumbrais). Título original: Juran on quality by design: the new steps for planning quality Into goods and services.

JOKSIC, D. AND BAJAT, B. (2004). **Elements of spatial data quality as information technology support for sustainable development planning**. 11 (2004), 77–83. Disponível em: <<http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1450-569X0411077J>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

LEDOUX, H., ARROYO OHORI, K., MEIJERS, M. **Automatically repairing invalid polygons with a constrained triangulation**. Proceedings of the AGILE 2012 International Conference, p. 13–18, 2012. 12, 13

LIZARDO, L.E.O., DAVIS JR, C.A. **A POSTGIS extension to support advanced spatial data types and integrity constraints**. In: Proceedings of the 25th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. ACM, 2017. p. 33.

GARCIA-BALBOA, J. L. Normas de Calidad. En: **Experto Universitario en Evaluacion de La Informacion Geografica** (4a Edicion). Master Universitario em Evaluacion y Gestion de La Calidad de La Informacion Geografica (1a Edicion). Jaen: Universidad de Jaen, 2011.

KAINZ, W. **Logical consistency**. In: GUPTILL, S. C.; MORRISON, J. L. (ed.). Elements of spatial data quality. Oxford: Elsevier Science, 1995. p. 109-138.

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

MARTINS, R. A. **Inspeção por amostragem**, Universidade Federal de São Carlos. Nota de aula, 2002.

MARAS, S. S., MARAS, H. H., AKTUG, B., MARAG, E. E.; YILDIZ, F. Topological error correction of GIS vector data. **International Journal of the Physical Sciences**, v. 5, n. 5, p. 476–483, 2010. ISSN 19921950. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/IJPS>>. 1, 5, 15, 80. Acesso em: 22 jan. 2021

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

MOBASHERI, A. (2013). Exploring the possibility of semi-automated quality evaluation of spatial datasets in Spatial Data Infrastructure, **Journal of ICT Research and Applications**, 7(1), pp. 1-14. DOI: 10.5614/itbj.ict.res.appl.2013.7.1.1

NICHOLS, S., PAIXÃO, S., COLEMAN, D. Towards a spatial data infrastructure: Brazilian initiatives. Infraestrutura de dados espaciais: iniciativas brasileiras. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 60, ago. 2008.

NOGUEIRA JÚNIOR, J.B. MONICO, J.F.G. TACHIBANA, V.M. Tamanho da Amostra no Controle de Qualidade Posicional de Dados Cartográficos. **Bol. Ciênc. Geod.**, sec. Artigos, Curitiba, v. 10, no 1, p.101-112, jan-jun, 2004.

OOSTEROM, P. V., QUAK, W., TIJSSEN, T. **About invalid, valid and clean polygons.** Developments in Spatial Data Handling, p. 1–17, 2005. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-26772-7 {_}1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-26772-7_{_}1)>. 15, 16, 72. Acesso em: 02 set. 2021

OOSTEROM, P.V., QUAK, C. W., TIJSSEN, T.P.M. **Polygons: the unstable foundation of spatial modeling.** In: ISPRS joint workshop on ' Spatial, temporal and multi-dimensional data modelling and analysis', Québec, October. 2003.

OPEN GEOSPATIAL CONSORTIUM-OGC. **Geopackage Encoding Standard.** 2020. Disponível em: <http://www.geopackage.org/spec/>. Acesso em: 18 de dezembro de 2021.

PASSOS, J. B., CARVALHO, R. B., PENHA, A. D. L. T., E FRANÇA, L. L. S. Estruturação e validação de dados geográficos em ambiente orientado a objeto do Sistema Gothic. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVIII, 2017. **Anais do XVIII SBSR**, Santos-SP. 2017.

POSTGIS. **POSTGIS 3.3.0 dev manual.** 2021. Disponível em: <<http://www.POSTGIS.org>> acesso em: 20 de janeiro de 2022

QGIS.org, 2021. QGIS 3.16. **Geographic Information System User Guide.** QGIS Association. Electronic document: https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/index.html. Acesso em: 12 de out. 2020.

SALISSO FILHO, J. L. **Avaliação da qualidade do dado espacial digital de acordo com parâmetros estabelecidos por usuários**— ed. rev. - Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. 250 p.

SANTOS, A. S. **Geostatística aplicada na avaliação da qualidade de dados geoespaciais.** 2013. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, 2013. Disponível em: <http://locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3816/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 de fev 2021

SALDANHA, MARCUS F. S. **Validação de Dados Geográficos Espaciais em Ambiente Orientado a Objeto.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2005.

SAFE SOFTWARE. **FME.** Vancouver, Canadá, 1993. Disponível em <http://www.safe.com>.

SHEN, Y., AI, T. A hierarchical approach for measuring the consistency of water areas between multiple representations of tile maps with different scales. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 6, n. 8, p. 240, 2017.

SERVIGNE, S., LESAGE, N., LIBOUREL, T. **Quality components, standards, and metadata.** In: DEVILLERS, R.; JEANSOULIN, R. (Eds.). Fundamentals of spatial data quality. [s.l.] ISTE, 2006. p. 179–210.

SERVIGNE, S., UBEDA, T., PURICELLI, A. A methodology for spatial consistency improvement of geographic databases. **GeoInformatica**, v. 4, n. 1, p. 7-34, 2000. <https://doi.org/10.1023/A:1009824308542>

SEHRA, S. S. (2014). Assessing the Topological Consistency of Crowdsourced OpenStreetMap Data. **Human Computation**, 1(2). <https://doi.org/10.15346/hc.v1i2.13>

STOLZE, K. SQL/MM spatial: The standard to manage spatial data in a relational database system. In: BTW 2003. **Datenbanksysteme für Business, Technologie und Web**, Tagungsband der 10. BTW Konferenz. Gesellschaft für Informatik eV, 2003.247–264

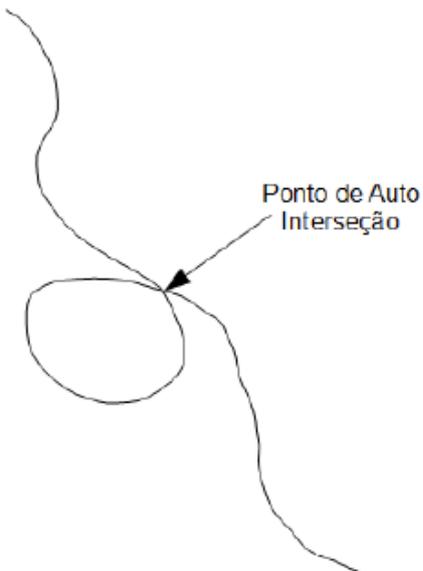
WADEMBERE, I., & OGAO, P. (2014). **Validation of GIS Vector Data during Geo-Spatial Alignment**. *International Journal of Geoinformatics*, 10(4). <https://doi.org/10.52939/ijg.v10i4.576>

ANEXO A – MEDIDAS DE QUALIDADE DA ET-CQDG

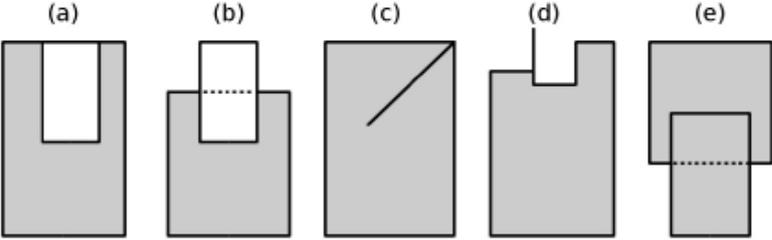
Medida porcentagem de pontos inválidos (SFS)

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de pontos inválidos (SFS)
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Proporção da quantidade de objetos do tipo ponto ou multi-ponto inválidos em relação à quantidade total de pontos ou multi-pontos no produto avaliado. Uma geometria é válida segundo o previsto na especificação SFS
6	Descrição	<p>Para o conjunto de dados de testes, cada geometria do tipo ponto ou multi-ponto é verificada segundo as regras descritas nas seções 6.1.4 e 6.1.5 da Simple Features Specification (Herring, 2011). Os multi-pontos devem ser simples. Qualquer geometria inválida conta um erro.</p> <p>Ao final, o resultado é uma proporção da quantidade de erros encontrados sobre o número total de objetos com geometria do tipo ponto ou multi-ponto, expressa como porcentagem.</p>
7	Parâmetro	-
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	-
11	Exemplo	Um multi-ponto não é simples se dois pontos na coleção são iguais.
12	Identificador	CQDG:211

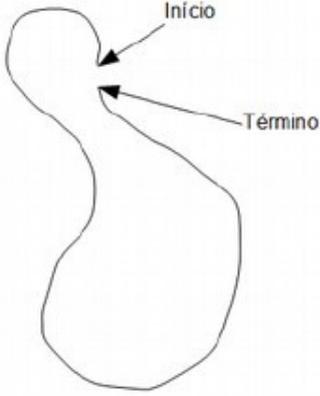
Medida porcentagem de linhas inválidas (SFS)

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de linhas inválidas (SFS)
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Proporção da quantidade de objetos do tipo linha ou multi-linha simples inválidos em relação à quantidade total de linhas ou multi-linhas no produto avaliado. Uma geometria é válida segundo o previsto na especificação SFS
6	Descrição	<p>Para o conjunto de dados de testes, cada geometria do tipo linha simples ou multi-linha simples é verificada segundo as regras descritas nas seções 6.1.7 e 6.1.9 da Simple Features Specification (Herring, 2011). Qualquer geometria inválida ou incompleta (menos de duas coordenadas) conta um erro.</p> <p>Ao final, o resultado é uma proporção da quantidade de erros encontrados sobre o número total de objetos com geometria do tipo linha ou multi-linha, expressa como porcentagem.</p>
7	Parâmetro	-
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	-
11	Exemplo	<p>Exemplos de linhas inválidas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Uma linha com apenas uma coordenada; 2) Uma linha que possui um ponto de interseção consigo mesma (linha complexa). 
12	Identificador	CQDG:212

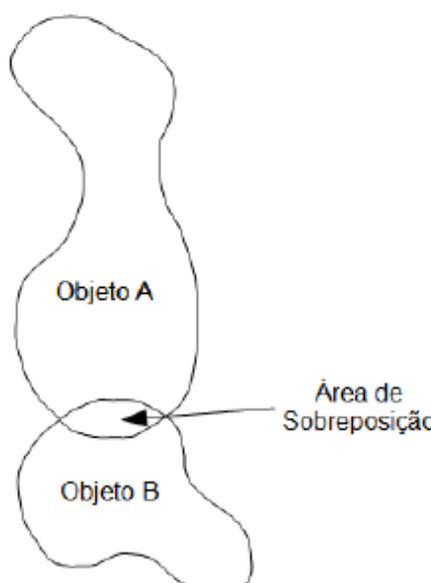
Medida porcentagem de polígonos inválidos (SFS)

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de polígonos inválidos (SFS)
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Proporção da quantidade de objetos do tipo polígono ou multi-polígono inválidos em relação à quantidade total de polígonos ou multi-polígonos no produto avaliado. Uma geometria é válida segundo o previsto na especificação SFS
6	Descrição	Para o conjunto de dados de testes, cada geometria do tipo polígono ou multi-polígono é verificada segundo as regras descritas nas seções 6.1.11 e 6.1.14 da Simple Features Specification (Herring, 2011). Qualquer geometria inválida conta um erro. Ao final, o resultado é uma proporção da quantidade de erros encontrados sobre o número total de objetos com geometria do tipo polígono ou multi-polígono, expressa como porcentagem.
7	Parâmetro	-
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	-
11	Exemplo	Exemplos de polígonos (a-d) e um multi-polígono (e) inválidos: 
12	Identificador	CQDG:213

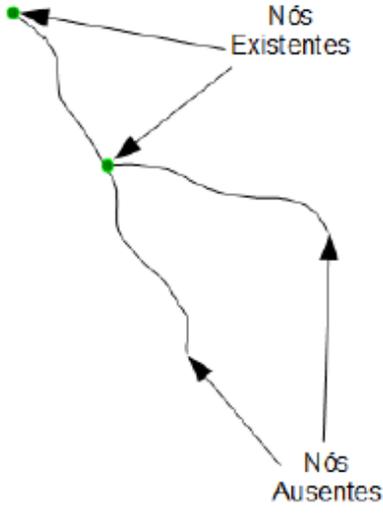
Medida porcentagem de objetos com erro de fechamento

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de objetos com erro de fechamento
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Porcentagem de objetos lineares que deveriam estar fechados e não estão em relação à quantidade total de objetos lineares que deveriam estar fechados
6	Descrição	Porcentagem de objetos lineares abertos que deveriam estar fechados. Não são considerados abertos, para efeitos desta medida, os objetos intersectados pelo limite geográfico do produto.
7	Parâmetro	-
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	-
11	Exemplo	<p>Uma curva de nível, localizada inteiramente dentro do limite geográfico do produto, cujo vértice de início não coincide com o vértice de fim.</p>  <p>O diagrama mostra uma curva de nível fechada, semelhante a uma gota ou uma forma irregular. Duas setas apontam para pontos distintos na curva: uma seta no topo esquerdo rotulada 'Início' e outra no topo direito rotulada 'Término', demonstrando que a curva não está fechada porque o ponto de partida não é o mesmo que o ponto de chegada.</p>
12	Identificador	CQDG:214

Medida porcentagem de objetos com sobreposição inválida

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de objetos com sobreposição inválida
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Porcentagem de objetos do tipo polígono que possuem uma sobreposição inválida com outros objetos da mesma classe onde a sobreposição seja inválida
6	Descrição	<p>Na região avaliada procura-se por qualquer sobreposição de áreas entre objetos da mesma classe onde tal fenômeno não seja previsto no modelo de dados.</p> <p>Em cada área inválida encontrada, soma-se um erro para cada objeto que participa da sobreposição. Ao final, divide-se o número de erros pelo número total de objetos na classe considerada.</p> <p>Esse procedimento pode ser aplicado a mais de uma classe por vez, somando-se o total de erros encontrados e dividindo pelo total de objetos nas classes avaliadas. O resultado é expresso como uma porcentagem.</p>
7	Parâmetro	-
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	-
11	Exemplo	<p>Dois objetos da mesma classe possuem uma região em comum.</p> 
12	Identificador	CQDG:215

Medida porcentagem de conexões de rede inválidas

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de conexões de rede inválidas
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Porcentagem de conexões de redes inválidas em relação ao número total de conexões
6	Descrição	<p>Uma conexão de rede existe quando curvas diferentes tocam-se e o modelo de dados considera essas curvas parte de uma rede. Essas curvas possuem um relacionamento topológico intrínseco que deve estar representado nos nós da rede.</p> <p>Se o dado avaliado apresenta uma conexão de rede que não deveria existir, ou se falta alguma conexão de rede onde deveria existir uma, então existe um erro.</p> <p>A medida é calculada pelo número total de erros em relação ao número total de conexões de rede (nós) que deveriam estar presentes, em um valor expresso como porcentagem.</p>
7	Parâmetro	-
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	ISO 19157, medida 22 (ISO, 2013)
11	Exemplo	<p>Elementos lineares sem um nó em cada uma de suas extremidades.</p>  <p>O diagrama mostra um elemento linear representado por uma linha curva. Há dois pontos verdes marcados com o rótulo 'Nós Existentes'. Há dois pontos pretos marcados com o rótulo 'Nós Ausentes'. As setas indicam a direção da linha.</p>
12	Identificador	CQDG:216

Medida porcentagem de elementos que desrespeitam o raio de topologia

Linha	Componente	Descrição
1	Nome	Porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia
2	Nome alternativo	-
3	Elemento de qualidade	Consistência topológica
4	Medida básica	Taxa de erro
5	Definição	Porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia, ou seja, deveriam ser adjacentes mas não são, em relação ao número total de objetos
6	Descrição	Considerando as regras do modelo de dados, conta-se como erro todo objeto que possui vértices a uma distância menor que o raio de topologia mas não estão conectados
7	Parâmetro	Raio de topologia (real, em metros)
8	Tipo de valor	Real (porcentagem)
9	Estrutura do valor	-
10	Referência da medida	-
11	Exemplo	<p>Dois objetos do tipo linha representam feições que naturalmente se tocam foram adquiridos sem se tocarem, porém com a distância entre seus vértices menor do que o valor do parâmetro raio da topologia (letra a).</p> <p>Dois objetos do tipo polígono possuem uma área não mapeada entre eles que não deveria existir devido ao raio de topologia (letra b).</p>
12	Identificador	CQDG:217

ANEXO B – MEDIDAS DE QUALIDADE DO IBGE

Identificador: IBGE:241

Nome da medida de qualidade: validação topológica na mesma classe (geometria)

Nome alternativo: validação topológica de geometria

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: contagem de erro

Definição: número total de inconsistências topológicas de geometria identificadas no produto cartográfico na estrutura vetorial

Descrição: a inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG capaz de identificar e, se possível, corrigir as inconsistências topológicas de geometria detectadas. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual.

Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais devem ser avaliadas em relação à validação topológica de geometria. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade) e o tipo de anomalia descrita em cada ocorrência topológica. O nível de conformidade desejado é zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente SIG utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os *softwares*, os quantitativos podem variar.

O Quadro, a seguir, mostra as anomalias de geometria a serem observadas nas validações topológicas de produtos cartográficos na estrutura vetorial.

Validação topológica na mesma classe: anomalias de geometria

Anomalia	Descrição	Correção
Geometria vazia (<i>Empty geometry</i>)	Feições com a geometria nula ou vazias.	Automática
Geometria desconhecida (<i>Unknown geometry</i>)	Feições cuja geometria não é reconhecida no ambiente SIG.	
Geometria inválida (<i>Invalid geometry</i>)	O tipo de geometria não corresponde a geometria vetorizada.	
Poucos vértices (<i>Too few vertices</i>)	O tipo de geometria possui poucos vértices para representar sua geometria primitiva (ponto, linha ou área).	Automática
Buracos não contidos (<i>Uncontained holes</i>)	Área de feição com limites internos, buracos, que não estão contidos total ou parcialmente dentro do limite externo.	Manual
Áreas não fechadas (<i>Unclosed areas</i>)	Área de feição cujo limite não está fechado, isto é, o primeiro e o último vértice não tem o mesmo valor de coordenada.	Automática
Sobreposição de buracos (<i>Overlapping holes</i>)	Área de feição com limites internos, buracos, se sobrepõem um ao outro.	Manual
Linhas com comprimento zero (<i>Zero-length lines</i>)	Comprimento de feição que não possui nenhuma extensão, isto é, os vértices estão sobre um mesmo ponto.	Automática
Áreas com cobertura zero (<i>Zero-coverage areas</i>)	Cobertura de feição que não possui nenhuma área, isto é, os vértices são todos colineares.	Automática
Coordenadas inválidas (<i>Invalid coordinates</i>)	Feições cujo um valor de coordenadas (X, Y ou Z) é superior a um determinado valor absoluto.	
Laço em área (<i>Area loop</i>)	Áreas de feição com um laço em qualquer um dos limites exteriores ou interiores.	Automática
Pontos (vértices) duplicados (<i>Kickback/ Duplicate point</i>)	Área de feição ou feição linear cuja geometria possui pontos duplicados num mesmo vértice.	Automática
Componente de geometria inválido (<i>Invalid geometry component</i>)	Feições onde a geometria é sintaticamente correta, mas cuja especificação não define um componente de geometria válida. Por exemplo: arco inválido, raio inválido, limite inválido, descontinuidade.	
Ponta repentina (<i>Kink / Spike</i>)	Feições lineares ou área onde há divergência repentina na vetorização dos vértices.	Automática
Laço em linha (<i>Loop in line</i>)	Feições lineares cuja geometria cria um laço e a área é maior do que uma determinada tolerância especificada.	Automática
Vetor curto (<i>Short vector</i>)	Feições lineares ou área com dois vértices sequenciais com a distância inferior a uma determinada tolerância especificada. A tolerância a ser considerada pode ser o erro gráfico na escala do projeto (0.2 mm na escala do projeto).	Automática
Geometria nula (<i>Null geometry</i>)	Feições com geometria nula.	Automática
Componente de geometria desnecessário (<i>Superfluous geometry component</i>)	Feições onde a geometria contém um componente que não é necessária para descrever a sua propriedade geométrica.	Automática
Geometria fragmentada (<i>Fragmented geometry</i>)	Feições onde o tipo de geometria é uma coleção e as partes desta feição não precisam ser contíguas.	Automática / Manual
Feição duplicada (<i>Duplicate feature</i>)	Feições cujos atributos combinam e as geometrias são idênticas, ou com tamanho, forma e localização semelhantes, dentro de uma tolerância especificada.	Automática

Parâmetro: -

Tipo de valor: número inteiro

Estrutura de valor: tabela

Referência da medida: -

Identificador: IBGE:242

Nome: validação topológica na mesma classe (conectividade)

Nome alternativo: validação topológica de conectividade

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: contagem de erro

Definição: número total de inconsistências topológicas de conectividade identificadas no produto cartográfico na estrutura vetorial

Descrição: a inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente SIG capaz de identificar e, se possível, corrigir as inconsistências topológicas de conectividade detectadas.

A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual. Todas as classes de feições do conjunto de dados espaciais devem ser avaliadas em relação à validação topológica de conectividade. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente SIG utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os *softwares*, os quantitativos podem variar.

O Quadro, a seguir, mostra as anomalias de conectividade a serem observadas na validação topológica de bases cartográficas contínuas.

Validação topológica na mesma classe: anomalias de conectividade

Anomalia	Descrição	Correção
Sobreposição (<i>Overshoot</i>)	Uma linha de uma feição se estende, passando uma outra linha ou uma área de fronteira.	Automática
Abaixo do alcance (<i>Undershoot</i>)	Uma linha da feição não se estende completamente a uma linha ou área de fronteira.	Automática
Geometria não interrompida na interseção (<i>Unbroken intersecting geometry</i>)	Linhas de feições que se cruzam ou se sobrepõem, em vez de se cruzarem somente em seus vértices extremos (terminais).	Automática/ Manual
Geometria sem vértices coincidentes (<i>Non-coincident intersecting geometry</i>)	Uma linha ou áreas de feição que se cruzam uns sobre os outros, sem vértices coincidentes nos pontos de interseção.	Manual
Nó incompatível (<i>Node mismatch</i>)	As extremidades das linhas e/ou vértices de feição estão dentro de uma distância especificada de uma outra.	Manual
Borda compartilhada (<i>Shared edge</i>)	Uma linha ou área de contorno que compartilham a fronteira ou uma linha que coincidente com outra linha ou área.	Manual
Face compartilhada (<i>Shared face</i>)	Área de feição que se sobrepõem (compartilham uma face comum), onde esta situação é considerada inválida para seus tipos de feições.	Manual
Pedaço sobreposto (<i>Sliver</i>)	Espaço fechado bidimensional existente entre a linha e/ou os limites da área. A feição é considerada uma anomalia, quando sua dimensão é inferior a uma tolerância.	Manual
Lacuna (<i>Gap</i>)	Espaço fechado bidimensional existente entre a linha e/ou os limites da área. A feição não atravessa a área e a diferença é considerada uma anomalia, quando a sua dimensão é inferior a uma tolerância.	Manual
Linha Curta (<i>Dead end</i>)	Uma linha de feição que não foi concluída, início e fim, em outra feição. A feição é considerada uma anomalia, quando o comprimento da linha é inferior ao da tolerância especificada.	Automática
Multiparte (<i>Multipart</i>)	Feição composta por distintas partes, que podem não ser contíguas.	Automática/ Manual
Interrupção de linha (<i>Free end point / Dangle</i>)	Local onde há interrupção na representação da continuidade de feições lineares, dentro de uma tolerância especificada.	Automática/ Manual
Deve ser maior que tolerância mínima (<i>Must be larger than cluster tolerance</i>)	Feições com dimensões inferiores a tolerância mínima especificada no ambiente SIG. Por exemplo: 0,1 mm.	Automática/ Manual
Não deve cruzar (<i>Must not intersect</i>)	As feições da mesma classe não podem se interceptar nem se sobrepor	Automática/ Manual
Não deve se sobrepor (<i>Must not overlap</i>)	As feições da mesma classe podem se interceptar, mas não podem se sobrepor	Automática/ Manual
Não deve se auto interceptar (<i>Must not self-intersect</i>)	As feições da mesma classe não podem se auto interceptar ou se auto sobrepor	Automática/ Manual
Não deve se auto sobrepor (<i>Must not self-overlap</i>)	As feições da mesma classe podem se auto interceptar, mas não se auto sobrepor	Automática/ Manual

Parâmetro: -

Tipo de valor: número inteiro

Estrutura de valor: tabela

Referência da medida: -

Identificador: IBGE:243

Nome da medida de qualidade: validação topológica entre classes (conectividade)

Nome alternativo: validação topológica entre classes

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: indicador de acerto

Definição: indica se os relacionamentos espaciais de conectividade entre classes de feições geográficas estão de acordo com as especificações técnicas do modelo de dados vigente para o conjunto de dados avaliado.

Descrição: a inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente SIG capaz de identificar e, se possível, corrigir as inconsistências topológicas de conectividade entre classes detectadas. A correção dos erros topológicos identificados pode ser automática e/ou manual.

Todos os relacionamentos entre as classes de feições do conjunto de dados espaciais, previstos no modelo de dados vigente, devem ser avaliados. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção completa. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é zero inconsistência no formato dos dados e no ambiente SIG utilizado na validação topológica da base cartográfica. Ressalta-se que, caso sejam executadas validações topológicas em outro ambiente SIG, em função da diferença de tolerância de casas decimais das coordenadas entre os softwares, os quantitativos podem variar.

Os tipos de relacionamentos avaliados são listados no Quadro, a seguir.

Tipos de relacionamentos espaciais entre classes

Relacionamento
Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)
Deve estar dentro (<i>Must Be Inside</i>)
Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)
Deve estar dentro (<i>Must Be Inside</i>)
Deve estar coberto por ponto final de (<i>Must Be Covered By Endpoint Of</i>)
Deve conter (<i>Must contain</i>)
Deve tocar (<i>Must touch</i>)

Os Quadros, a seguir, descrevem os relacionamentos espaciais entre classes, agrupadas por categorias de informação, a serem observadas nas bases cartográficas, segundo o modelo de dados vigente.

Relacionamento espacial entre classes de hidrografia

Classe A	Relacionamento	Classe B
Ilha (HID_Ilha_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Ilha (HID_Ilha_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Recife (HID_Recife_A)
Banco de Areia (HID_Banco_Areia_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Recife (HID_Recife_A)
Banco de Areia (HID_Banco_Areia_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Ilha (HID_Ilha_A)
Banco de Areia (HID_Banco_Areia_A)	Deve estar coberto por (não tem hole) (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Barragem (HID_Barragem_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Recife (HID_Recife_L)	Deve estar dentro (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)
Recife (HID_Recife_A)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)
Canal (HID_Canal_L)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Corredeira (HID_Corredeira_P)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Corredeira (HID_Corredeira_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A: tipo_massa=Rio)
Corredeira (HID_Corredeira_A)	Deve estar coberto por (pode ter as bordas coincidentes) (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A: tipo_massa=Rio)
Queda D'água (HID_Queda_Dagua_P)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Queda D'água (HID_Queda_Dagua_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A: tipo_massa=Rio)
Rocha em Água (HID_Rocha_Em_Agua_A)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua)
Sumidouro e Vertedouro (HID_Sumidouro_Vertedouro_P)	Deve estar coberto por ponto final de (Must Be Covered By Endpoint Of)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A: tipo_massa=Rio)	Deve conter (Must contain)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Terreno Sujeito à Inundação (HID_Terreno_Sujeito_Inundacao_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)

Relacionamento espacial entre classes de transporte

Classe A	Relacionamento	Classe B
Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Ponte (TRA_Ponte_P: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_P: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Ponte (TRA_Ponte_L: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Ponte (TRA_Ponte_L: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Travessia (TRA_Travessia_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Travessia (TRA_Travessia_L)	Deve tocar (<i>Must touch</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Travessia (TRA_Travessia_L)	Não deve sobrepor com (<i>Must Not Overlap With</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_P: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_P: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_L: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Passagem Elevada ou Viaduto (TRA_Passagem_Elevada_Viaduto_L: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Túnel (TRA_Tunel_P: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Túnel (TRA_Tunel_P: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Túnel (TRA_Tunel_L: modalUso=Ferroviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)
Túnel (TRA_Tunel_L: modalUso=Rodoviário)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem de Nível (TRA_Passagem_Nivel_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)
Passagem de Nível (TRA_Passagem_Nivel_P)	Deve estar coberto por (<i>Must Be Covered By</i>)	Trecho Ferroviário (TRA_Trecho_Ferroviario_L)

Relacionamento espacial entre classes de transporte, hidrografia, localidade e relevo

Classe A	Relacionamento	Classe B
Via de Deslocamento (TRA_Via_Deslocamento_L)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Trecho Hidroviário (TRA_Trecho_Hidroviario_L)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Ponte (TRA_Ponte_P)	Ponto deve estar coberto por Linha (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Ponte (TRA_Ponte_P)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Ponte (TRA_Ponte_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Travessia (TRA_Travessia_P)	Deve estar coberto por (Must Be Covered By)	Trecho de Drenagem (HID_Trecho_Drenagem_L)
Travessia (TRA_Travessia_L)	Deve estar dentro – Deve tocar a borda do polígono (Must Be Inside)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Área Densamente Edificada (LOC_Area_Densamente_Edificada_A)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A)
Curva de nível (REL_Curva_Nivel_L)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Massa d'água (HID_Massa_Dagua_A)
Massa D'água (HID_Massa_Dagua_A : tipo_massa=Oceano)	Não deve sobrepor com (Must Not Overlap With)	Unidade da Federação (LIM_Unidade_Federacao_A)

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): falso (o conjunto de dados apresentou inconsistências nos relacionamentos espaciais entre classes de feições previstos no modelo de dados vigente).

Identificador: IBGE:244

Nome da medida de qualidade: validações topológicas específicas

Nome alternativo: validação específica

Elemento de qualidade: consistência topológica

Medida básica: indicador de acerto

Definição da medida de qualidade: indica se as características desejáveis de aquisição de determinadas feições geográficas foram atendidas no conjunto de dados.

Descrição do método de avaliação: a inspeção de qualidade é realizada dentro de um ambiente SIG capaz de identificar e, se possível, corrigir as inconsistências topológicas detectadas. Todas as feições geográficas com características específicas de aquisição devem ser avaliadas. O método de inspeção é interno, e o método de avaliação, inspeção amostral orientado por área. Todas as ocorrências identificadas durante a inspeção devem receber o código 24 (código de qualidade). O nível de conformidade desejado é o Limite de Qualidade Aceitável (LQA) de 4%, segundo um plano de amostragem orientado por área. Uma área de inspeção é considerada reprovada quando contém pelo menos uma ocorrência de validação topológica específica detectada durante a inspeção de qualidade.

As validações topológicas específicas descritas, a seguir, devem ser realizadas separadamente:

- O sentido de vetorização das feições geográficas de trecho de drenagem deve ser do montante (ponto mais alto) para a jusante (ponto mais baixo). Nos casos em que ocorrer a ligação de fluxos, deve prevalecer o sentido de vetorização do fluxo de água da maior bacia hidrográfica.

- As representações dos trechos de drenagem devem estar coerentes com as curvas de nível. Um curso d'água não deve interceptar a mesma cota de curva de nível mais de uma vez, pois esta situação caracteriza que o fluxo d'água estaria subindo a cota.

- O ponto cotado (*ponto_hipsométrico*) deve possuir valores de cota coerentes com a cota das curvas de nível (*isolinha_hipsométrica*).

- A interrupção de linhas (*free end points ou dangles*) nas classes de feições geográficas lineares contínuas deve ser verificada. Exemplos: no trecho de drenagem, deve-se verificar as interrupções a jusante; nas vias e corredeiras, deve-se observar a conexão e a continuidade entre dois pontos.

Ressalta-se que, se o conjunto de dados for reprovado, a equipe de produção é orientada a realizar a revisão completa da aquisição da característica de aquisição

inconsistente. Exemplo: inverter o sentido de vetorização de drenagem; rever os trechos de drenagem inconsistentes com as curvas de nível; adequar os valores de cota dos pontos cotados e/ou das curvas de nível; e conectar as vias interrompidas.

Dessa forma, após as adequações da equipe de produção, uma nova avaliação de qualidade será realizada.

Parâmetro: -

Tipo de valor: booleano

Estrutura de valor: -

Referência da medida: -

Exemplo (resultado): falso (o conjunto de dados não está em conformidade com as características de aquisição previstas nas especificações técnicas do produto geoespacial).

APÊNDICE A – CLASSE DE OCORRÊNCIA

Classe	Descrição			Código	Primitiva geométrica	
Classe_Ocorrencia	Discrimina cada ocorrência identificada no conjunto de dados espaciais avaliado, facilitar sua localização e posterior contagem das mesmas, auxiliando nas conclusões dos resultados da inspeção e na sua análise espacial			1.00	☆ ——— □	
Atributo	Tipo	Tamanho	Descrição	Domínio	Descrição	Requisito
escopo	Alfanumérico	100	Indica onde é aplicado o procedimento de qualidade.	A ser preenchido	-	NULO
elementoQD	Alfanumérico	30	Indica o item de qualidade de dados no qual a qualidade é relatada.	Consistência lógica	Categoria de qualidade de dados espaciais cujo objetivo é avaliar cumprimento das regras lógicas da estrutura dos dados, por meio do grau de aderência desse conjunto de dados às regras lógicas do modelo de dados espaciais utilizados.	NÃO NULO
subelementoQD	Alfanumérico	30	Indica o subitem de qualidade de dados para o qual a qualidade é relatada.	Consistência conceitual	Está relacionada a aderência ao modelo conceitual estabelecido para o dado geoespacial.	NÃO NULO
				Consistência de domínio	Avalia a conformidade em relação a valores de domínios preestabelecidos.	
				Consistência de formato	Considera o grau em que os dados são armazenados de acordo com a estrutura física do conjunto de dados.	
				Consistência topológica	Refere-se a correção dos aspectos geométricos e topológicos explicitamente estabelecidas para um conjunto de dados.	
metodoAvaliacaoQD	Alfanumérico	20	Indica os procedimentos e métodos que são aplicados ao dados geográficos para chegar a um resultado de qualidade de dados.	Amostral	É realizada sobre uma fração do escopo.	NÃO NULO
				Completo	Todos os itens do escopo são inspecionados.	
tipMetodoAvaliacaoQD	Alfanumérico	20	Indica a classe do método de avaliação de qualidade.	Direto externo	Necessita de informação de referência externa ao conjunto de dados sendo testado.	NÃO NULO
				Direto interno	Toda informação necessária para realizar a avaliação está interna a este conjunto de dados.	
				Indireto	Avalia um conjunto de dados com base em conhecimento externo	
medidaQualidade	Alfanumérico	15	Indica um número inteiro consecutivo que identifica exclusivamente uma medida de qualidade de dados dentro de um registro.	CQDG:211	Porcentagem de pontos inválidos.	NÃO NULO
				CQDG:212	Porcentagem de linhas inválidas.	
				CQDG:213	Porcentagem de polígonos inválidos.	
				CQDG:214	Porcentagem de objetos com erro de fechamento.	
				CQDG:215	Porcentagem de objetos com sobreposição inválida.	
				CQDG:216	Porcentagem de conexões de rede inválidas.	
				CQDG:217	Porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia.	

Continua

Continuação

totalObjetoAvaliado	Inteiro	-	Indica o número total de itens avaliados.	A ser preenchido	Ex. 560	NULO
contagemErro	Inteiro	-	Indica o número total de itens errados no conjunto de dados, definidos pelo escopo	A ser preenchido	Ex. 15	NÃO NULO
taxaErro	Real	-	Indica a quantidade de erros dividido pelo número de elementos que estão presente no conjunto de dados, definidos pelo escopo.	A ser preenchido	Ex. 0,015	NULO
porcentagemErro	Alfanumérico	30	Indica a quantidade de erros dividido pelo número de elementos que estão presente no conjunto de dados, definidos pelo escopo, multiplicado por 100.	A ser preenchido	Ex. 1,5%	NULO
dataAvaliacao	Date	-	Data da avaliação da qualidade de dado	A ser preenchido	Ex. 2021-12-02	NÃO NULO
nivelConformidade	Alfanumérico	20	Indica o Valor limite, ou conjunto de valores limite para os resultados da qualidade dos dados, usados para determinar como um conjunto de dados se encaixa nos critérios indicado nas especificações do produto ou requisitos do usuário.	Conforme	-	NÃO NULO
				Não conforme	-	
procAlgoritmo	Alfanumérico	100	Indica como os dados são processados para determinar o resultado da qualidade dos dados.	A ser preenchido	Ex. se um algoritmo específico for usado ou comando do computador, deve incluir seu nome.	NULO
descResult	Alfanumérico	250	Descrição de texto do resultado	A ser preenchido	-	NÃO NULO

APÊNDICE B – PSEUDOALGORITMO DO SCRIPT CQ_CQDG

```

# -*- coding: utf-8 -*-

"""
*****
*
* This program is free software; you can redistribute it and/or modify *
* it under the terms of the GNU General Public License as published by *
* the Free Software Foundation; either version 2 of the License, or *
* (at your option) any later version. *
*
*****
"""

__author__ = 'Tiago Prudencio'
__date__ = '2022-06-25'
__copyright__ = '(C) 2020, Tiago Prudencio'

from qgis.PyQt.QtCore import QCoreApplication
from qgis.core import (QgsProcessing,
                       QgsFeatureSink,
                       QgsProcessingException,
                       QgsProcessingAlgorithm,
                       QgsFeature,
                       QgsProcessingParameterVectorLayer,
                       QgsProcessingParameterMultipleLayers,
                       QgsProcessingParameterFileDestination,
                       QgsProcessingParameterEnum,
                       QgsProcessingParameterBoolean)
from qgis import processing

class ExampleProcessingAlgorithm(QgsProcessingAlgorithm):

    INPUT = 'INPUT'
    OUTPUT = 'OUTPUT'
    OVERWRITE = 'OVERWRITE'
    SELECTED = 'SELECTED'
    CQDG = 'CQDG'
    MOLDURA = 'MOLDURA'

    def tr(self, string):

        return QCoreApplication.translate('Processing', string)

    def createInstance(self):
        return ExampleProcessingAlgorithm()

```

```

def name(self):

    return 'CQ_CQDG'

def displayName(self):

    return self.tr('CQ_CQDG')

def group(self):

    return self.tr('CQ_CQDGs')

def groupId(self):

    return 'examplescripts'

def shortHelpString(self):

    return self.tr("Esse script elenca um conjunto de medidas de qualidade dos dados, baseadas em
    indicadores,classificados de acordo com sua categoria e elementos correspondentes e que são
    utilizados para caracterizar a qualidade dos dados e dos produtos geoespaciais integrantes do
    Sistema Cartográfico Nacional (SCN) ")

def initAlgorithm(self, config=None):

    self.addParameter(
        QgsProcessingParameterMultipleLayers(
            self.INPUT,
            self.tr('Input layer'),
            layerType = QgsProcessing.TypeVector
        )
    )

    self.addParameter(
        QgsProcessingParameterBoolean(
            self.SELECTED,
            self.tr('Processar somente feições selecionadas'),
            defaultValue=False
        )
    )

    CQDG_types = [self.tr('CQDG 211'),
                  self.tr('CQDG 212'),
                  self.tr('CQDG 213'),
                  self.tr('CQDG 214'),
                  self.tr('CQDG 215'),

```

```

        self.tr('CQDG 216'),
        self.tr('CQDG 217')
    ]

    self.addParameter(
        QgsProcessingParameterEnum(
            self.CQDG,
            self.tr('Identificador da medida'),
            options = CQDG_types,
            defaultValue= 0
        )
    )

    self.addParameter(
        QgsProcessingParameterVectorLayer(
            self.MOLDURA,
            self.tr('Limite Geográfico'),
            [QgsProcessing.TypeVectorPolygon],
            optional = True,
        )
    )

    self.addParameter(
        QgsProcessingParameterFileDestination(
            self.OUTPUT,
            self.tr('Geopackage output'),
            self.tr('Geopackage (*.gpkg)')
        )
    )

    self.addParameter(
        QgsProcessingParameterBoolean(
            self.OVERWRITE,
            self.tr('Substituir GeoPackage existente'),
            defaultValue=False
        )
    )

def processAlgorithm(self, parameters, context, feedback):

    layers = self.parameterAsLayerList(
        parameters,
        self.INPUT,
        context
    )

    if layers is None:
        raise QgsProcessingException(self.invalidSourceError(parameters, self.INPUT))

```

```

cqdg = self.parameterAsEnum(
    parameters,
    self.CQDG,
    context
)

if cqdg is None:
    raise QgsProcessingException(self.invalidSourceError(parameters, self.CQDG))

chg = self.parameterAsBool(
    parameters,
    self.OVERWRITE,
    context
)

selected = self.parameterAsBool(
    parameters,
    self.SELECTED,
    context
)

moldura = self.parameterAsVectorLayer(
    parameters,
    self.MOLDURA,
    context
)

output_path_vector = self.parameterAsOutputLayer(
    parameters,
    self.OUTPUT,
    context
)

if output_path_vector is None:
    raise QgsProcessingException(self.invalidSinkError(parameters, self.OUTPUT))

if cqdg==0:
    result = self.CQDG211(layers,selected,context,feedback)

elif cqdg ==1:
    result = self.CQDG212(layers,selected,context,feedback)

elif cqdg ==2:
    result = self.CQDG213(layers,selected,context,feedback)

elif cqdg ==3:
    result = self.CQDG214(layers,selected,context,feedback)

```

```

elif cqdg ==4:
    result = self.CQDG215(layers,selected,context,feedback)

elif cqdg ==5:
    result = self.CQDG216(layers,selected,context,feedback)

elif cqdg ==6:
    result = self.CQDG217(layers,moldura,selected,context,feedback)

output = processing.run("native:package", {
    'LAYERS':result,
    'OUTPUT':output_path_vector,
    'OVERWRITE':chg,
    'SAVE_STYLES':False,
    'SAVE_METADATA':False,
    'SELECTED_FEATURES_ONLY':selected},context=context, feedback=feedback)['OUTPUT']

return {self.OUTPUT: output}

def addFeat(self,source,layer):
    for feature in source.getFeatures():
        feat = QgsFeature(layer.fields())
        feat.setAttribute('reason', feature['reason'])
        feat.setGeometry(feature.geometry())
        (res, outFeats) = layer.dataProvider().addFeatures([feat])
    return layer

def CQDG211 (self, layers, selected,context,feedback):
    # Executa ferramenta para todas as camadas
    identify_dupl_point_cov = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedpointsoncoverage",
        {'INPUTLAYERS': layers,
        'SELECTED': selected,
        'FLAGS': 'memory:Flags'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

    # Executa ferramenta para cada camada individualmente
    for count, lyr in enumerate(layers):

        source_1 = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedgeometries", {
            'INPUT': lyr,
            'SELECTED': selected,
            'FLAGS': 'memory:identifyduplicatedgeometries'},context=context,
            feedback=feedback)['FLAGS']

        source_2 = processing.run("dsgtools:identifyandfixinvalidgeometries",{

```

```

        'INPUT': lyr,
        'SELECTED': selected,
        'IGNORE_CLOSED': False,
        'TYPE': False,
        'FLAGS': 'memory:identifyandfixinvalidgeometries'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

```

```

features = source_1.getFeatures()
for feature in features:
    identify_dupl_point_cov.addFeature(feature)

```

```

features = source_2.getFeatures()
for feature in features:
    identify_dupl_point_cov.addFeature(feature)

```

```

return identify_dupl_point_cov

```

```

def CQDG212 (self, layers, selected,context,feedback):
    result = list()

```

```

for count, lyr in enumerate(layers):
    if count ==0:
        point = processing.run("dsgtools:identifyoutofboundsangles", {
            'INPUT':lyr,
            'SELECTED':selected,
            'TOLERANCE':10,
            'FLAGS':'memory:point_flags'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

```

```

line = processing.run("dsgtools:identifysmalllines", {
    'INPUT':lyr,
    'SELECTED':selected,
    'TOLERANCE':50,
    'FLAGS':'memory:line_flags'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

```

```

source_3 = processing.run("dsgtools:identifyandfixinvalidgeometries", {
    'INPUT':lyr,
    'SELECTED':selected,
    'IGNORE_CLOSED':False,
    'TYPE':False,
    'FLAGS':'memory:identifyandfixinvalidgeometries'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

```

```

source_4 = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedgeometries", {
    'INPUT':lyr,
    'SELECTED':selected,
    'FLAGS':'memory:identifyduplicatedgeometries'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

```

```

point = self.addFeat(source_3, point)
line = self.addFeat(source_4, line)

else:
    source_1 = processing.run("dsgtools:identifyoutofboundsangles", {
        'INPUT':lyr,
        'SELECTED':selected,
        'TOLERANCE':10,
        'FLAGS':'memory:identifyoutofboundsangles'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

    source_2 = processing.run("dsgtools:identifysmalllines", {
        'INPUT':lyr,
        'SELECTED':selected,
        'TOLERANCE':50,
        'FLAGS':'memory:identifysmalllines'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

    source_3 = processing.run("dsgtools:identifyandfixinvalidgeometries", {
        'INPUT':lyr,
        'SELECTED':selected,
        'IGNORE_CLOSED':False,
        'TYPE':False,
        'FLAGS':'memory:identifyandfixinvalidgeometries'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

    source_4 = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedgeometries", {
        'INPUT':lyr,
        'SELECTED':selected,
        'FLAGS':'memory:identifyduplicatedgeometries'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

    point = self.addFeat(source_1, point)
    line = self.addFeat(source_2, line)
    point = self.addFeat(source_3, point)
    line = self.addFeat(source_4, line)

    source_5 = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedlinesoncoverage", {
        'INPUTLAYERS':layers,
        'SELECTED':selected,
        'FLAGS':'memory:identifyduplicatedlinesoncoverage'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

    line = self.addFeat(source_5, line)

result.append(point)
result.append(line)

```

```

return result

def CQDG213 (self, layers, selected, context, feedback):
    result = list()

    for count, lyr in enumerate(layers):
        if count == 0:
            polygon = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedgeometries", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'FLAGS':'memory:polygon_flags'}, context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

            point = processing.run("dsgtools:identifyoutofboundsangles", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'TOLERANCE':10,
                'FLAGS':'memory:point_flags'}, context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

            source_3 = processing.run("dsgtools:identifysmallpolygons", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'TOLERANCE':625,
                'FLAGS':'memory:identifysmallpolygons'}, context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

            polygon = self.addFeat(source_3, polygon)

        else:
            source_1 = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedgeometries", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'FLAGS':'memory:identifyduplicatedgeometries'}, context=context,
            feedback=feedback)['FLAGS']

            source_2 = processing.run("dsgtools:identifyoutofboundsangles", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'TOLERANCE':10,
                'FLAGS':'memory:identifyoutofboundsangles'}, context=context,
            feedback=feedback)['FLAGS']

            source_3 = processing.run("dsgtools:identifysmallpolygons", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'TOLERANCE':625,
                'FLAGS':'memory:identifysmallpolygons'}, context=context, feedback=feedback)['FLAGS']

            polygon = self.addFeat(source_1, polygon)
            point = self.addFeat(source_2, point)

```

```

    polygon = self.addFeat(source_3, polygon)

    source_4 = processing.run("dsgtools:identifyduplicatedpolygonsoncoverage", {
        'INPUTLAYERS':layers,
        'SELECTED':selected,
        'FLAGS':'memory:identifyduplicatedpolygonsoncoverage'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']

    polygon = self.addFeat(source_4, polygon)

    result.append(point)
    result.append(polygon)

    return result

def CQDG214 (self, layers, selected,context,feedback):
    result = list()
    for count, lyr in enumerate(layers):
        if count==0:
            point = processing.run("dsgtools:identifydangles", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'TOLERANCE':2,
                'LINEFILTERLAYERS':None,
                'POLYGONFILTERLAYERS':None,
                'TYPE':False,
                'IGNOREINNER':True,
                'FLAGS':'memory:identifydangles'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']
        else:
            source = processing.run("dsgtools:identifydangles", {
                'INPUT':lyr,
                'SELECTED':selected,
                'TOLERANCE':2,
                'LINEFILTERLAYERS':None,
                'POLYGONFILTERLAYERS':None,
                'TYPE':False,
                'IGNOREINNER':True,
                'FLAGS':'memory:identifydangles'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']
            point = self.addFeat(source, point)

    result.append(point)
    return result

def CQDG215 (self, layers, selected,context,feedback):
    result = list()
    for count, lyr in enumerate(layers):
        if count==0:
            polygon = processing.run("dsgtools:identifyoverlaps", {

```

```

        'INPUT':lyr,
        'SELECTED':selected,
        'FLAGS':'memory:identifyoverlaps'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']
else:
    source = processing.run("dsgtools:identifyoverlaps", {
        'INPUT':lyr,
        'SELECTED':selected,
        'FLAGS':'memory:identifyoverlaps'},context=context, feedback=feedback)['FLAGS']
    polygon = self.addFeat(source, polygon)

result.append(polygon)
return result

def CQDG216 (self, layers, selected,context,feedback):
    rules = list()
    names = [ lyr.name() for lyr in layers]

    if 'HID_Ponto_Drenagem_P' in names and 'HID_Trecho_Drenagem_L'in names:
        rules.append({'cardinality': '1..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'HID_Ponto_Drenagem_P', 'layer_b': 'HID_Trecho_Drenagem_L', 'name':
'CQDG216_HID_REGRA1', 'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
    elif 'HID_Confluencia_P' in names and 'HID_Trecho_Drenagem_L'in names:
    elif 'HID_Ponto_Inicio_Drenagem_P' in names and 'HID_Trecho_Drenagem_L'in names:
        rules.append({'cardinality': '1..1', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'HID_Ponto_Inicio_Drenagem_P', 'layer_b': 'HID_Trecho_Drenagem_L', 'name':
'CQDG216_HID_REGRA3', 'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
        rules.append({'cardinality': '1..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'HID_Confluencia_P', 'layer_b': 'HID_Trecho_Drenagem_L', 'name': 'CQDG216_HID_REGRA2',
'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
    elif 'TRA_Entroncamento_P' in names and 'TRA_Trecho_Rodoviario_L'in names:
        rules.append({'cardinality': '2..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': ' \"TIPOENTRON\" =
\Cruzamento rodoviário\ ', 'filter_b': "", 'layer_a': 'TRA_Entroncamento_P', 'layer_b':
'TRA_Trecho_Rodoviario_L', 'name': 'CQDG216_TRA_REGRA1', 'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
    elif 'TRA_Ponto_Rodoviario_P' in names and 'TRA_Trecho_Rodoviario_L'in names:
        rules.append({'cardinality': '1..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'TRA_Ponto_Rodoviario_P', 'layer_b': 'TRA_Trecho_Rodoviario_L', 'name':
'CQDG216_TRA_REGRA2', 'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
    elif 'TRA_Entroncamento_P' in names and 'TRA_Trecho_Ferroviario_L'in names:
        rules.append({'cardinality': '2..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': ' \"TIPOENTRON\" =
\Entroncamento ferroviário\", 'filter_b': "", 'layer_a': 'TRA_Entroncamento_P', 'layer_b':
'TRA_Trecho_Ferroviario_L', 'name': 'CQDG216_TRA_REGRA3', 'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
    elif 'TRA_Ponto_Ferroviario_P' in names and 'TRA_Trecho_Ferroviario_L'in names:
        rules.append({'cardinality': '1..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'TRA_Ponto_Ferroviario_P', 'layer_b': 'TRA_Trecho_Ferroviario_L', 'name':
'CQDG216_TRA_REGRA4', 'predicate': 5, 'useDE9IM': False})
    elif 'TRA_Trecho_Duto_L' in names and 'TRA_Ponto_Duto_P'in names:

```

```

    rules.append({'cardinality': '2..2', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'TRA_Trecho_Duto_L', 'layer_b': 'TRA_Ponto_Duto_P', 'name': 'CQDG216_TRA_REGRA5',
'predicate': 5, 'useDE9IM': False})

```

```

    elif 'TRA_Trecho_Duto_L' in names and 'TRA_Trecho_Duto_L' in names:

```

```

        rules.append({'cardinality': '1..*', 'de9im_predicate': "", 'filter_a': "", 'filter_b': "", 'layer_a':
'TRA_Ponto_Duto_P', 'layer_b': 'TRA_Trecho_Duto_L', 'name': 'CQDG216_TRA_REGRA6',
'predicate': 5, 'useDE9IM': False})

```

```

    result = processing.run("dsgtools:enforcespatialrules", {'RULES_SET':rules,
'POINT_FLAGS':'memory:enforcespatialrules_point',
'LINE_FLAGS':'memory:enforcespatialrules_line',
'POLYGON_FLAGS':'memory:enforcespatialrules_polygon'},context=context,
feedback=feedback)

```

```

    return list(result.values())

```

```

def CQDG217 (self, layers,moldura, selected,context,feedback):

```

```

    result = list()

```

```

    polygon = processing.run("dsgtools:identifygapsandoverlaps", {
'INPUTLAYERS': layers,
'SELECTED':selected,
'FRAMELAYER':moldura,
'FLAGS':'memory:identifygapsandoverlaps'},context=context,
feedback=feedback)['FLAGS']
    result.append(polygon)
    return result

```

APÊNDICE C - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 001/2022

1. INTRODUÇÃO

Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2016)
- MANUAL IBGE (2019)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todos os pontos	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:211	Porcentagem de pontos inválido (SFS)	M=0

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-04-17 16:32:34

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:211	14.749	30	0,00203	0,2034%	Identificar Geometrias Inválidas - Identificar Geometrias Duplicadas - Identificar Pontos Duplicados entre Camadas	False (Não Conforme)	Reprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

Feições da cobertura com a mesma geometria: TRA_Galeria_Bueiro_P (id=73), TRA_Identific_Trecho_Rod_P (id=28).
Feições da cobertura com a mesma geometria: TRA_Entroncamento_P (id=732), TRA_Ponto_Duto_P (id=216).
Feições da cobertura com a mesma geometria: TRA_Entroncamento_P (id=1360), TRA_Passag_Elevada_Viaduto_P (id=1).
Feições da cobertura com a mesma geometria: TRA_Entroncamento_P (id=1025), TRA_Passag_Elevada_Viaduto_P (id=4).
Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P (id=64), HID_Ponto_Drenagem_P (id=122).
Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P (id=51), HID_Ponto_Drenagem_P (id=187).
Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Fonte_Dagua_P (id=15), HID_Ponto_Drenagem_P (id=136).
Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Confluencia_P (id=7), HID_Fonte_Dagua_P (id=7).
Feições da cobertura com a mesma geometria: HID_Confluencia_P (id=30), HID_Fonte_Dagua_P (id=45).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=94), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=59).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=87), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=62).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=85), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=42).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=73), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=19).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=71), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=56).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=7), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=25).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=69), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=14).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=48), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=47).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=47), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=67).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=40), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=34).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=36), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=23).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=28), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=27).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=25), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=0).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=23),

ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=18).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=22), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=70).
Feições da cobertura com a mesma geometria: ENC_Grupo_Transformadores_P (id=2), ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (id=3).

8. OBSERVAÇÕES

Banco reprovado por apresentar inconsistências de pontos inválidos de duplicação de geometria entre objetos de classes distintas detectados pelo algoritmo Identificar Pontos Duplicados entre Camadas.

APÊNDICE D - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 002/2022

1. INTRODUÇÃO

Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2019)
- MANUAL IBGE (2019)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todos as linhas	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:212	Porcentagem de linhas inválidas (SFS)	M=0

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-04-18 /15:07:00

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:212	11.104	81	0,00729	0,7295%	Identificar Geometrias Inválidas - Identificar Geometrias Duplicadas - Identificar Linhas Duplicadas entre Camadas - Identificar Linhas Pequenas - Identificar Ângulo fora dos limites.	False (Não Conforme)	Reprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 78753
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 4609
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 15548
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 1
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 1
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 1
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 2
QGIS invalid reason: line 2 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 2
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 2
QGIS invalid reason: line 1 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 7917

QGIS invalid reason: line 9 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 3464
QGIS invalid reason: line 2 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 2
QGIS invalid reason: line 3 contains 2 duplicate nodes starting at vertex 24
QGIS invalid reason: Os segmentos 0 e 32 da linha 0 intersectam em -38.3174, -12.7184.
QGIS invalid reason: Os segmentos 0 e 20 da linha 0 intersectam em -38.3553, -12.747.
QGIS invalid reason: Os segmentos 0 e 15 da linha 0 intersectam em -38.2843, -12.6756.
QGIS invalid reason: Os segmentos 0 e 17 da linha 0 intersectam em -38.3558, -12.7264.
QGIS invalid reason: Os segmentos 0 e 32 da linha 0 intersectam em -38.3174, -12.7184.
QGIS invalid reason: Os segmentos 0 e 3 da linha 0 intersectam em -38.3023, -12.6532.
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=74 possui comprimento de 4.86. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=106 possui comprimento de 3.89. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=434 possui comprimento de 3.37. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=592 possui comprimento de 3.51. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=595 possui comprimento de 2.87. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=826 possui comprimento de 2.39. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=1188 possui comprimento de 4.65. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=1309 possui comprimento de 4.71. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=1372 possui comprimento de 2.95. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=1397 possui comprimento de 2.05. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=1940 possui comprimento de 4.08. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=2057 possui comprimento de 2.09. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=2059 possui comprimento de 2.73. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=2132 possui comprimento de 3.04. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=2165 possui comprimento de 4.74. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=2870 possui comprimento de 4.23. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=3288 possui comprimento de 3.73. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=3389 possui comprimento de 4.82. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=3401 possui comprimento de 4.50. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=3557 possui comprimento de 2.97. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=3619 possui comprimento de 4.10. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L com id=3657 possui comprimento de 3.36. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).

Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=181 possui comprimento de 4.26. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=581 possui comprimento de 0.02. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=800 possui comprimento de 4.74. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1227 possui comprimento de 4.26. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1340 possui comprimento de 4.96. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1361 possui comprimento de 4.23. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1398 possui comprimento de 3.22. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1483 possui comprimento de 0.08. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1494 possui comprimento de 3.13. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1662 possui comprimento de 4.32. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1717 possui comprimento de 3.64. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1737 possui comprimento de 4.71. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=1942 possui comprimento de 2.76. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=2066 possui comprimento de 3.86. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=2069 possui comprimento de 4.10. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=2230 possui comprimento de 4.74. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=2239 possui comprimento de 3.75. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=2377 possui comprimento de 2.74. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=3567 possui comprimento de 2.64. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=3733 possui comprimento de 3.70. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=3883 possui comprimento de 3.54. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=3995 possui comprimento de 0.04. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4030 possui comprimento de 3.05. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4335 possui comprimento de 2.07. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4383 possui comprimento de 4.93. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4569 possui comprimento de 2.73. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).

Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4651 possui comprimento de 2.22. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4731 possui comprimento de 4.31. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada TRA_Arruamento_L com id=4913 possui comprimento de 2.29. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=499 possui comprimento de 0.00. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=500 possui comprimento de 0.00. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=501 possui comprimento de 0.00. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=504 possui comprimento de 0.00. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=506 possui comprimento de 0.01. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=509 possui comprimento de 0.00. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada REL_Curva_Nivel_L com id=510 possui comprimento de 0.00. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada Limite_Massa_Dagua_L com id=44 possui comprimento de 2.43. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada Limite_Massa_Dagua_L com id=115 possui comprimento de 4.17. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada Limite_Massa_Dagua_L com id=137 possui comprimento de 3.57. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).
Feição da camada Limite_Massa_Dagua_L com id=155 possui comprimento de 4.97. que é menor que a tolerância (5.0 unidades da camada).

8. OBSERVAÇÕES

Banco reprovado por apresentar inconsistências de linhas inválidas com elementos que possuem linha que auto intersecta e vértices duplicados, todos detectados pelo algoritmo *Identificar Geometria Inválida* e inconsistência de linhas com comprimento menor que o mínimo para a escala em 1:25.000, detectadas pelo algoritmo *Identificar Linhas Pequenas*.

APÊNDICE E - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 003/2022

1. INTRODUÇÃO

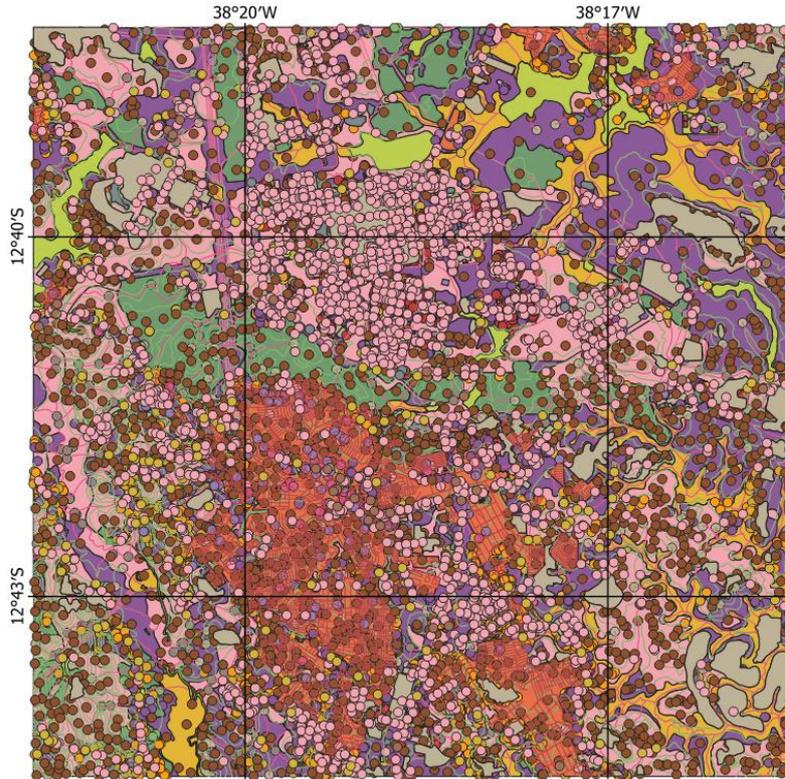
Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2016)
- MANUAL IBGE (2019)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG (2017)

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todas as áreas	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:213	Porcentagem de polígonos inválidos (SFS)	M=0

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-04-19 /13:34:00

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:213	1.959	36	0,01838	1,8377%	Identificar e Consertar Geometrias Inválidas - Identificar Geometrias Duplicadas - Identificar Polígonos Duplicados Intercamadas - Identificar Polígonos Pequenos - Identificar Ângulos Fora de Limites	False (Não Conforme)	Reprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

Feição da camada Area_Energia_Eletrica_A com id=3 possui área de 572.81. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Area_Energia_Eletrica_A com id=5 possui área de 492.42. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Area_Energia_Eletrica_A com id=22 possui área de 555.95. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Campo_Quadra_A com id=27 possui área de 619.74. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Campo_Quadra_A com id=39 possui área de 618.81. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Campo_Quadra_A com id=87 possui área de 605.85. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Campo_Quadra_A com id=93 possui área de 622.36. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Dep_Saneamento_A com id=14 possui área de 597.26. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Dep_Saneamento_A com id=25 possui área de 571.64. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=10 possui área de 616.76. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=19 possui área de 616.69. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=63 possui área de 618.50. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=92 possui área de 576.47. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=110 possui área de 619.69. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=164 possui área de 580.14. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=176 possui área de 613.96. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=213 possui área de 589.99. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=222 possui área de 590.00. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Deposito_Geral_A com id=347 possui área de 621.17. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Comerc_Serv_A com id=119 possui área de 617.54. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Comerc_Serv_A com id=128 possui área de 620.16. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=40 possui área de 619.14. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=62 possui área de 624.42. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).

Feição da camada Edif_Industrial_A com id=69 possui área de 618.40. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=93 possui área de 622.75. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=161 possui área de 619.76. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=333 possui área de 623.10. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=355 possui área de 596.03. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=419 possui área de 618.47. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=491 possui área de 618.73. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Industrial_A com id=520 possui área de 619.02. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Pub_Civil_A com id=20 possui área de 597.91. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Pub_Civil_A com id=31 possui área de 578.63. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Religiosa_A com id=6 possui área de 548.65. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Rodoviaria_A com id=1 possui área de 596.26. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).
Feição da camada Edif_Saneamento_A com id=11 possui área de 621.30. que é menor que a tolerância (625.0 unidades quadradas da camada).

8. OBSERVAÇÕES

Banco reprovado por apresentar inconsistências de polígonos com área menor que o mínimo para a escala em 1:25.000, detectadas pelo algoritmo *Identificar Polígonos Pequenos*.

APÊNDICE F - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 004/2022

1. INTRODUÇÃO

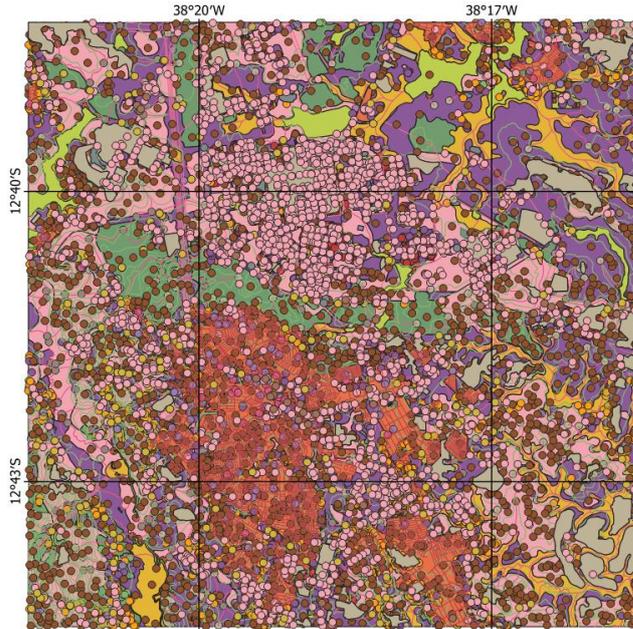
Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2016)
- MANUAL IBGE (2019)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG (2017)

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todas as isolinhas	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:214	Porcentagem de objetos com erro de fechamento)	M=0

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-04-20 /21:54:00

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:214	570	0	0	0,0000%	Identificar Pontas Soltas	True (Conforme)	Aprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

Sem alteração

8. OBSERVAÇÕES

Banco aprovado por não apresentar inconsistências de objetos lineares que deveriam estar fechados e não estão.

APÊNDICE G - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 005/2022

1. INTRODUÇÃO

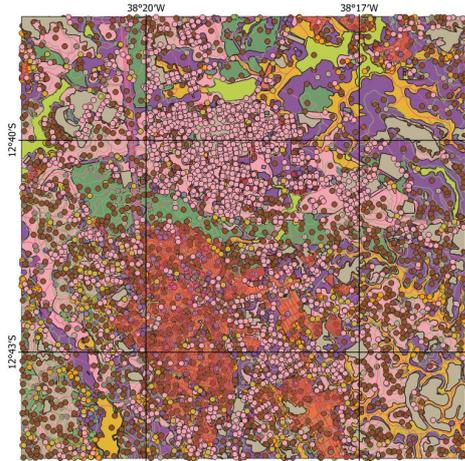
Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2016)
- MANUAL IBGE (2019)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG (2017)

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todas as áreas	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:215	Porcentagem de objetos com sobreposição inválida	M < 1%

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-04-21 /18:39:00

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:214	1.959	1	0,00051	0,0510%	Identificar Sobreposição	True (Conforme)	Aprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

Sobreposição entre as feições (id,camada): (0,HID_Trecho_Massa_Dagua_A), (5,HID_Trecho_Massa_Dagua_A)

8. OBSERVAÇÕES

Foi detectado somente uma inconsistência na qual dois objetos da classe *Trecho_Massa_Dagua* possuem uma pequena região em comum. Essa inconsistência não foi suficiente para reprovar o CDGV, tendo em vista que é aceitável até 1% de sobreposição. Nesse sentido, o banco é “conforme” para a medida avaliada.

APÊNDICE H - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 006/2022

1. INTRODUÇÃO

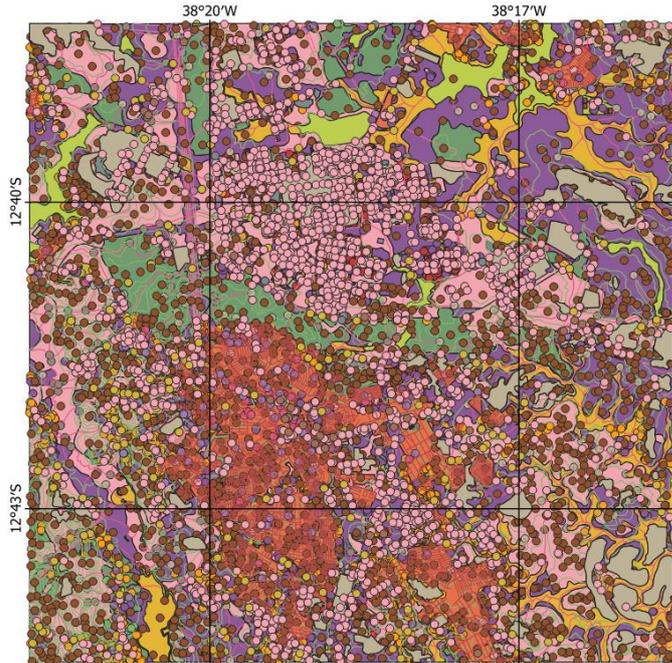
Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2016)
- MANUAL IBGE (2017)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG (2017)

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todas as redes	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:216	Porcentagem de conexões de rede inválidas	M < 1%

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-04-21 /8:35:00

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:216	8.282	5.114	0,61748	61,7484%	Aplicar Regras Espaciais	False (Não Conforme)	Reprovado

7. INCONSISTÊNCIAS

Regra "CQDG216_HID_REGRA1" interrompida: ID da feição 16 da camada HID_Ponto_Drenagem_P touches 0 feições da camada HID_Trecho_Drenagem_L
Regra "CQDG216_HID_REGRA1" interrompida: ID da feição 28 da camada HID_Ponto_Drenagem_P touches 0 feições da camada HID_Trecho_Drenagem_L
Regra "CQDG216_HID_REGRA1" interrompida: ID da feição 48 da camada HID_Ponto_Drenagem_P touches 0 feições da camada HID_Trecho_Drenagem_L
Regra "CQDG216_HID_REGRA1" interrompida: ID da feição 53 da camada HID_Ponto_Drenagem_P touches 0 feições da camada HID_Trecho_Drenagem_L
Regra "CQDG216_HID_REGRA1" interrompida: ID da feição 71 da camada HID_Ponto_Drenagem_P touches 0 feições da camada HID_Trecho_Drenagem_L

Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 6 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 11 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 19 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 40 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 1964 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 1967 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 1976 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 1978 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA1" interrompida: ID da feição 1992 da camada TRA_Entroncamento_P touches 0 feições da camada TRA_Trecho_Rodoviario_L
Regra "CQDG216_TRA_REGRA5" interrompida: ID da feição 55 da camada TRA_Trecho_Duto_L touches 1 feições da camada TRA_Ponto_Duto_P (ID 67)
Regra "CQDG216_TRA_REGRA5" interrompida: ID da feição 111 da camada TRA_Trecho_Duto_L touches 1 feições da camada TRA_Ponto_Duto_P (ID 48)
Regra "CQDG216_TRA_REGRA5" interrompida: ID da feição 134 da camada TRA_Trecho_Duto_L touches 1 feições da camada TRA_Ponto_Duto_P (ID 155)
Regra "CQDG216_TRA_REGRA5" interrompida: ID da feição 177 da camada TRA_Trecho_Duto_L touches 1 feições da camada TRA_Ponto_Duto_P (ID 16)
Regra "CQDG216_TRA_REGRA5" interrompida: ID da feição 207 da camada TRA_Trecho_Duto_L touches 1 feições da camada TRA_Ponto_Duto_P (ID 70)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA1" interrompida: ID da feição 66 da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P touches 0 feições da camada ENC_Trecho_Energia_L
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 2 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 14)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 3 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 34)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 7 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 36)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 9 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 21)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 83 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 34)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 87 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 55)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 88 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 14)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 98 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 2)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 100 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 33)
Regra "CQDG216_ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 102 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 1 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P (ID 45)
Regra "CQDG216_HID_REGRA4" interrompida: ID da feição 10 da camada HID_Trecho_Drenagem_L touches 0 feições da camada HID_Ponto_Drenagem_especializacoes

Regra "ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 75 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 0 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P
Regra "ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 76 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 0 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P
Regra "ENC_REGRA2" interrompida: ID da feição 82 da camada ENC_Trecho_Energia_L touches 0 feições da camada ENC_Ponto_Trecho_Energia_P
Regra "TRA_REGRA6" interrompida: ID da feição 15 da camada TRA_Trecho_Ferrovuario_L touches 0 feições da camada TRA_Entroncamento_P

8. OBSERVAÇÕES

A alta quantidade de inconsistência detectada é devido a falta de elementos nas classes Ponto Rodoviário, pois todos os trechos rodoviários, obrigatoriamente, precisam de conexão com essa classe. Da mesma forma foi a ausência dos Ponto Drenagem que se relacionam com os trechos de drenagem.

Devido ao alto número de erro foi inserido no item 7 desse relatório somente um extrato das *flags* detectadas para fins acadêmicos.

APÊNDICE I - RELATÓRIO TÉCNICO DE QUALIDADE Nº 007/2022

1. INTRODUÇÃO

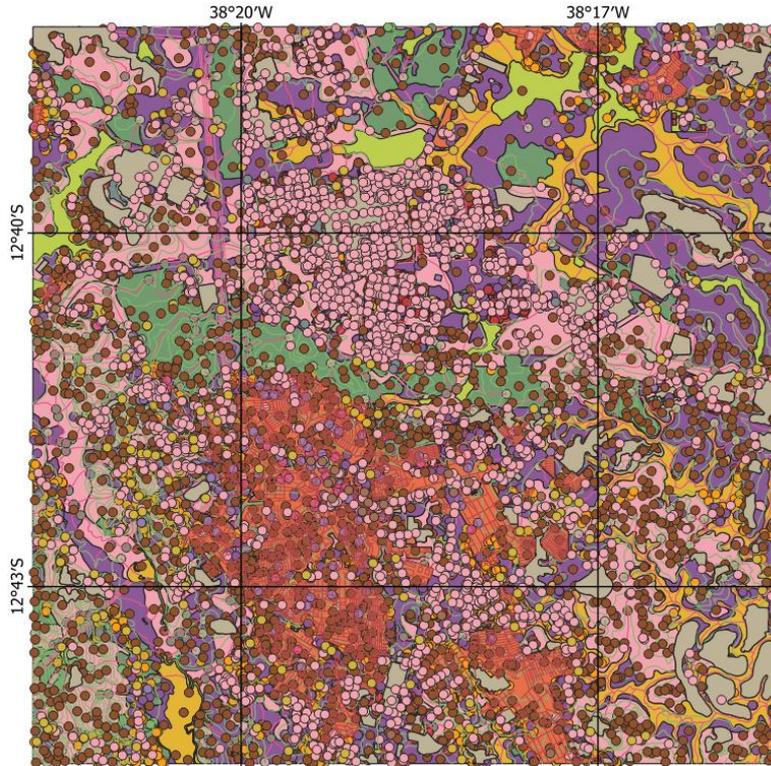
Relatório de Controle de Qualidade para avaliação dos produtos geoespaciais disponível no BDGEx elaborados no Projeto de Mapeamento da Bahia.

2. REFERÊNCIAS

- ET-CQDG (2016)
- ET-EDGV (2011)
- ET-ADGV (2011)
- ET-PCDG (2016)
- MANUAL IBGE (2019)
- METODOLOGIA DE REAMBULAÇÃO DA DSG (2017)

3. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO

- a) Título: CDGV de Referência do Mapeamento Sistemático Topográfico do SCN, MI-1959-1-SE.
- b) Data criação: 31 de maio de 2022
- c) Resumo: Contém a representação de elementos naturais e/ou artificiais da superfície urbana e rural no formato vetorial, em escala e de forma mensurável do CDGV 1959-2-SE do Projeto de Mapeamento da Bahia.
- d) Responsável: Exército Brasileiro – Diretoria de Serviço Geográfico.
- e) Escala do Produto: 1:25.000
- f) Visualização do Produto:



4. PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE

Escopo	Elemento QD	SubElemento QD	Procedimento	Medida ID	Nome da Medida	Conformidade
Todas as linhas e áreas	Consistência Lógica	Consistência Topológica	Direto interno Inspeção completa	CQDG:217	porcentagem de objetos que desrespeitam o raio de topologia	M < 2%

5. DATA/HORA DA AVALIAÇÃO

2022-05-29 /18:30:00

6. RESULTADOS DA MEDIDA DE QUALIDADE

Medida ID	Total Objeto	Contagem de erro	Taxa de erro	Porcentagem de erro	Algoritmos de processamento	Medida	Resultado
CQDG:217	372	67	0,1801	18,0108%	Identificar Pontas Soltas - Identificar Buracos e Sobreposições na Camada de Cobertura Terrestre	False (Não Conforme)	Reprovado

Sobreposição entre as feições (id,camada): (96,VEG_Floresta_A), (34,VEG_Campo_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (57,VEG_Floresta_A), (34,VEG_Campo_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (2,VEG_Floresta_A), (34,VEG_Campo_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (4,VEG_Floresta_A), (17,LOC_Area_Edificada_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (34,VEG_Campo_A), (41,VEG_Floresta_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (77,VEG_Floresta_A), (82,REL_Terreno_Exposto_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (94,VEG_Floresta_A), (43,REL_Terreno_Exposto_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (94,VEG_Floresta_A), (43,REL_Terreno_Exposto_A)
Sobreposição entre as feições (id,camada): (28,VEG_Campo_A), (116,VEG_Floresta_A)

8. OSERVAÇÕES

Das inconsistências identificadas foi verificado que o principal motivo para isso acontecer foi o não compartilhamento de vértices nas mesmas bordas entre os objetos tipo área, causando estreitas fendas com efeito de buracos e sobreposições.