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

**MODELAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE DE
UMA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS
PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO**

VANESSA COSTA MARANHÃO

Orientadora: Prof^a Dr^a Andréa Flávia Tenório Carneiro

Dissertação de Mestrado

Recife, 2013

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

Vanessa Costa Maranhão

MODELAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE DE UMA
INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA O ESTADO DE
PERNAMBUCO

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração Cartografia e Sistemas de Geoinformação defendida e aprovada no dia 13 de dezembro de 2013.

Orientadora: Prof^a Dr^a Andréa Flávia Tenório Carneiro

Recife

2013

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

M311m Maranhão, Vanessa Costa.
Modelagem e controle de qualidade de uma infraestrutura de dados espaciais para o Estado de Pernambuco / Vanessa Costa Maranhão. - Recife: O Autor, 2013.
xi, 140 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profª Drª Andréa Flávia Tenório Carneiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2013.
Inclui Referências e Apêndices.

1. Ciências Geodésicas. 2. Infraestrutura de Dados Espaciais. 3. Controle de qualidade. 4. Informações geográficas. I. Carneiro, Andréa Flávia Tenório Carneiro. (Orientadora). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.) BCTG/2014-168

**MODELAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE DE UMA
INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA O ESTADO DE
PERNAMBUCO**

POR

VANESSA COSTA MARANHÃO

Dissertação defendida e aprovada em 13/12/2013.

Banca examinadora:

Prof^a Dr^a Andréa Flávia Tenório Carneiro (Orientadora)

Departamento de Engenharia Cartográfica – Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Ruth Emília Nogueira

Departamento de Geociências – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Rodrigo Mikosz Gonçalves

Departamento de Engenharia Cartográfica – Universidade Federal de Pernambuco

“Nós, como seres humanos, não percorremos diretamente sobre o mundo como ele é, mas sim, percorremos pelo caminho que representam o mundo. Cada um de nós cria uma representação do mundo em que vivemos, ou seja, criamos um mapa que usamos para gerar nosso comportamento. ”

(John Grinder)

DEDICATÓRIA

A Pedro e Nathália que, além de companheiro e irmã, foram amigos de fundamental importância pelos incentivos e paciência nos momentos difíceis, e aos demais amigos pela parceria, paciência e carinho a mim dedicado ao longo de toda a minha jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado a capacidade de chegar até aqui. Pelos momentos bons e ruins que proporcionaram experiências necessárias. Por me abençoar com essa conquista e, acima de tudo, por abençoar todos os dias e abençoar aos que amo. Muito obrigado Deus!

Aos que amo. Àqueles que entraram na minha história, me ajudando a crescer e a ser mais gente; acreditando no meu sonho, me dando forças para vencer nesse caminho longo e tortuoso.

A meu esposo e irmãos, agradeço todo carinho, compreensão e apoio para enfrentar os desafios com coragem e determinação.

Aos meus pais. De vocês, recebi o dom mais precioso do universo: a vida. Por isso sou infinitamente grata; obrigado minha mãe, mesmo não estando mais entre nós, pelo que sou hoje e por ter acreditado em mim.

Aos amigos, agradeço pelos mais variados e simples gestos de amor, pois sem eles tudo seria apenas um sonho, daqueles que quando se acorda, não se recorda.

À minha orientadora, Andrea Carneiro, que além de amiga, soube suprir as minhas limitações, doando-se, o meu perene reconhecimento.

Aos inesquecíveis mestres e doutores do Departamento de Engenharia Cartográfica, que fizeram da graduação e da pós-graduação um autêntico sacerdócio, meu agradecimento, que a série dos anos e o passar dos tempos não conseguirão destruir.

À Agência CONDEPE/FIDEM e à Prefeitura da Cidade do Recife, pelo fundamental apoio na concessão dos dados, sem os quais não haveria o desenvolvimento deste trabalho.

A Hugo Napoleão e Marcelo Nero, pelo auxílio com os dados GNSS usados neste trabalho.

Registro também meus sinceros agradecimentos à CAPES, que me concedeu a bolsa, com a qual pude realizar o desenvolvimento pleno desta dissertação.

Enfim, obrigado pelo dia de hoje, por meu passado e futuro, receba minha eterna gratidão e o sabor maravilhoso dessa conquista.

SUMÁRIO

RESUMO E PALAVRAS-CHAVES	I
ABSTRACT AND KEY-WORDS	III
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE QUADROS	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	IX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Estrutura da Dissertação	4
2. QUALIDADE DE DADOS NA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	5
2.1 Da qualidade	5
2.2 A qualidade e a cartografia.....	5
2.3 Noções sobre erros, incertezas e amostragem.....	10
2.4 Elementos de Qualidade na IG.....	13
2.4.1 Qualidade Interna de Dados Geoespaciais.....	15
2.4.1.1 Completude.....	18
2.4.1.2 Consistência Lógica.....	19
2.4.1.3 Acurácia Posicional.....	22
2.4.1.4 Acurácia Temática.....	29
2.4.1.5 Acurácia Temporal.....	32
2.4.2 Qualidade Externa de Dados Geoespaciais.....	32
2.5 Documentos com Indicadores de Qualidade de Dados Espaciais.....	34
2.6 Normas da família ISO/TC211 - ISO 19100.....	35
3. INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS.....	38
3.1 Níveis de IDEs.....	39
3.2 A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.....	49
3.3 A Infraestrutura de Dados Estaduais no Brasil.....	54
4. PROPOSTA DE MODELAGEM E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE DADOS GEOESPACIAIS PARA IMPLANTAÇÃO DA IDE PERNAMBUCANA	60
4.1 Área de estudo.....	62
4.2 Softwares e equipamentos.....	63
4.3 O Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções - CACI	64

4.4	Análise do uso do SIUS na estruturação da IDE - PE	69
4.5	Teste de qualidade da base de dados espaciais do CACI	75
4.5.1	Linhagem do CACI	76
4.5.2	Teste da Consistência Lógica do CACI.....	81
4.5.3	Teste da Acurácia Posicional do CACI	100
4.6	Metadados	106
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	112
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
	APÊNDICE.....	124
	Apêndice I - Exemplo de um metadado preenchido no arcgis conforme ISO 19115.....	124
	Apêndice II - configuração de um servidor geoportai.....	137

RESUMO E PALAVRA CHAVE

Maranhão, Vanessa Costa. **MODELO E CONTROLE DE QUALIDADE DE UMA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO**. Recife, 2013, 140p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

No Brasil, o Decreto 6.666/08 instituiu a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE e, desde então, tem sido elaboradas normas e padrões para a integração e disponibilização de dados espaciais produzidos por instituições públicas. Entretanto, as Infraestruturas de Dados Espaciais - IDE podem ser desenvolvidas em níveis diferenciados de abrangência territorial: nacional, estadual, regional, global e local. Alguns estados brasileiros iniciaram o desenvolvimento da sua IDE, a exemplo de Minas Gerais e Bahia. Nesse contexto, este trabalho teve como propósito contribuir para o desenvolvimento de uma IDE para o Estado de Pernambuco – IDE-PE, que passa por transformações territoriais importantes nos últimos anos e não dispõe de um sistema de informações territoriais consolidado. Um dos pontos fortes da pesquisa é o estudo dos processos de controle de qualidade previstos nos projetos de IDEs, fundamental para que a utilização dos dados e informações produzidas sejam utilizados de forma correta e satisfatória. Para isso, foram identificados os conceitos, normas e padrões para o controle e verificação da qualidade de produtos das IDEs e analisados modelos e casos de implementação e as características específicas daquelas de caráter estadual. O modelo da IDE-PE foi estruturado com base no estudo teórico realizado e testado a partir de um estudo de caso envolvendo dados da Região Metropolitana de Recife – RMR. Foram demonstrados os testes de qualidade de dados espaciais propostos, utilizando a base de dados do Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções – CACI da Agência CONDEPE-FIDEM, verificando a viabilidade de sua utilização como base de dados preliminar da IDE-PE. A experiência da estruturação do CACI foi considerada importante e plausível de ser aproveitada numa iniciativa para a estruturação da IDE-PE, destacando-se as possibilidades criadas a partir da parceria entre administrações municipais e outras instituições. O estudo de caso permitiu

evidenciar as dificuldades técnicas de se integrar bases de dados de fontes distintas e a necessidade de descrição detalhada de cada dado incorporado ao sistema, para que o usuário seja capaz de verificar a viabilidade de sua utilização para cada caso.

Palavras-chaves: Infraestrutura de Dados Espaciais, controle de qualidade, informações geográficas

ABSTRACT AND KEYWORDS

In Brazil, Decree 6.666/08 established the creation of the National Spatial Data Infrastructure - NSDI and since then, norms and standards for the integration of available spatial data produced by public institutions has been prepared. However, the Spatial Data Infrastructures - SDI can be developed at different levels of territorial coverage: national, state, regional, global and local. Some Brazilian states have initiated the development of their SDI, like Minas Gerais and Bahia. This work aimed to contribute to the development of an SDI for the state of Pernambuco - SDI -PE, which undergoes major territorial transformations in recent years and does not have a system of consolidated territorial information. One of the strengths of the research is the study of the processes of quality control projects planned in SDIs, fundamental to the correctly and satisfactory use of data and information produced. For this, the concepts, norms and standards for the control and verification of product quality SDIs were identified and analyzed models and implementation cases and the specific characteristics of those state character. The model of SDI -PE was structured based on the theoretical study and tested from a case study involving data from the Metropolitan Region of Recife - RMR. Quality tests proposed spatial data were demonstrated using the database of the Cadaster of Committed Areas of Interventions – CACI, by Agency CONDEPE-FIDEM, checking the feasibility of their use as the basis of preliminary data for a SDI -PE. The experience of structuring CACI was considered important and plausible to be harnessed in the initiative for structuring the SDI -PE, highlighting the possibilities created through a partnership between local governments and other institutions. The case study has highlighted the technical difficulties of integrating databases of different sources and the need for detailed description of each data built into the system, so the user is able to verify the feasibility of its use in each case.

Keywords: Spatial Data Infrastructure, quality control, geographic information.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acumulação do erro nos processos de Sensoriamento Remoto.....	pág. 8
Figura 2 - Evolução da Cartografia Digital.....	pág. 9
Figura 3 - Diferenças entre precisão e exatidão.....	pág. 12
Figura 4 – Modelo proposto para análise qualidade dos subelementos de Consistência Lógica da IG.....	pág. 19
Figura 5 – Duplicidade de feição.....	pág. 20
Figura 6 – Ausência de sobreposição de nós.....	pág. 21
Figura 7 – Descontinuidade de linhas.....	pág. 21
Figura 8 – Vértices insuficientes.....	pág. 21
Figura 9 – Digitalização errônea.....	pág. 21
Figura 10 – Limites mal definidos.....	pág. 22
Figura 11 – Componentes da IDEs.....	pág. 39
Figura 12 - Hierarquia da IDE: Vista em ‘building block’ (Blocos).....	pág. 40
Figura 13 - Hierarquia da IDE: Vista em ‘Umbrella’ (Guarda-Chuva).....	pág. 41
Figura 14 – Diagrama do modelo organizacional e gestor da INDE.....	pág. 49
Figura 15 – Diagrama Conceitual do DBDG.....	pág.50
Figura 16 – Diagramas de Classe que implementa o modelo conceitual previsto na INDE.....	pág. 51

Figura 17 – Diagrama UML das Seções de Metadados do Perfil MGB.....	pág. 53
Figura 18 – Processos IEDE-MG.....	pág. 55
Figura 19 – Estrutura da IEDE-MG.....	pág. 56
Figura 20 – Visão Geral do Modelo da IEDE-MG.....	pág. 57
Figura 21 – Padrões e Normas da IDE-BA.....	pág. 58
Figura 22 – Esquema das etapas de desenvolvimento desta pesquisa.....	pág. 61
Figura 23 - Mapa da Área de Estudo da dissertação - Bairros da Várzea e Cidade Universitária no Município de Recife - PE.....	pág. 63
Figura 24 - Interface dos mapas do SIUS.....	pág. 68
Figura 25 – Atores da IDE-PE.....	pág. 70
Figura 26 – Proposta de estrutura da IDE-PE.....	pág. 71
Figura 27 - Modelo Conceitual Proposto para o SIUS em conformidade com o modelo da INDE – Parte 1.....	pág. 73
Figura 28 - Modelo Conceitual Proposto para o SIUS em conformidade com o modelo da INDE – Parte 2.....	pág. 74
Figura 29 - Modelo UML dos elementos de qualidade.....	pág. 75
Figura 30 - Subelementos testados para a validação da Consistência Lógica.....	pág. 84
Figura 31 - Erros grosseiros identificados nos vetores que representam a feição de planimetria.....	pág. 85
Figura 32 -Tela principal da ferramenta Drawing Cleanup para verificação de consistência geométrica.....	pág. 86

Figura 33 – Tipos de opções de correções a serem efetuadas.....	pág. 87
Figura 34 - Tela de opções com os tipos de métodos de saída.....	pág. 88
Figura 35 - Relatório de erros.....	pág. 89
Figura 36 - Criando uma Topologia a partir do “feature dataset”	pág. 90
Figura 37 - Regras de validações topológicas apresentadas no ArcMap10.....	pág. 91
Figura 38 – Tela de resultados dos erros de inconsistência Topológicas verificados....	pág. 92
Figura 39- Processo de correção das inconsistências topológicas.....	pág. 93
Figura 40 – Atributos da feição FaceQuadras.....	pág. 99
Figura 41 – Informações de atributos da feição selecionada.....	pág. 99
Figura 42– Distribuição dos Pontos de Controle.....	pág. 101
Figura 43 – Configuração de conformidade de metadados do ArcMap.....	pág. 103
Figura 44 – Tela de pre-visualização.....	pág.107
Figura 45 – Tela de Descrição.....	pág. 108
Figura 46 – Opções de padrões de criação de Metadados no Esri Geoportal.....	pág. 109
Figura 47 – Opções de padrões de criação de Metadados no Esri Geoportal.....	pág. 110

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Subelementos de qualidade dos geodados	16
Tabela 2 – Tabela de Testes de Acurácia Posicional.....	23
Tabela 3 - Desempenho do Índice Kappa.....	32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos Cartográficos Digitais.....	pág. 26
Quadro 2 - Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrica dos Pontos Cotados e do MDT, MDE e MDS para a produção de Produtos Cartográficos Digitais...pág.	26
Quadro 3 - Padrão de Exatidão Cartográfica da Altimetria (curvas de nível) dos Produtos Cartográficos Digitais.....	pág. 26
Quadro 4 – Representação matemática de uma matriz de erro.....	pág. 30
Quadro 5 - Principais normas da série ISO 19100.....	pág. 36
Quadro 6 – Características básicas de IDEs nos diferentes níveis.....	pág. 42
Quadro 7 - Visão Geral das Normas de Controle de Qualidade Aplicados em algumas IDEs Regionais e Nacionais.....	pág. 45
Quadro 8 – Temas do CACI.....	pág. 66
Quadro 9 – Vantagens e dificuldades do uso do SIUS na implementação da IDE-PE.....	pág. 69
Quadro 10 - Feições avaliadas quanto à consistência lógica.....	pág. 81
Quadro 11 - Erros de digitalização (inconsistência geométrica) encontrados nos dados espaciais utilizados na área de estudo.....	pág. 85
Quadro 12 - Quantitativo de erros geométricos.....	pág. 89
Quadro 13 – Valores para a avaliação da consistência conceitual.....	pág. 94
Quadro 14 - Modelagem dos Temas do CACI à ET-EDGV.....	pág. 95
Quadro 15 - Pontos de Controle extraídos para avaliação do CACI, obtidos por RTK.....	pág. 102
Quadro 16 - Desvios de Acurácia Absoluta e de Acurácia Relativa.....	pág. 103
Quadro 17 - Obrigatoriedade no preenchimento de metadados em Geoportais conforme ISO 19115	pág. 110

LISTA DE SIGLA E ABREVIATURAS

ARATU	Sistema de Referência Topocêntrico ARATU
ASDI	Infraestrutura de Dados Espaciais da Austrália
ASPRS	American Society of Photogrammetry and Remote Sensing
CACI	Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções
CEN	Comitê Europeu de Normalização
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CONDEPE/FIDEM	Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
CQ	Controle da Qualidade
DBDG	Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais
DGIWG	Digital Geographic Information Working Group
DIGEST	The Digital Geographic Information Exchange Standard
DP	Desvio-Padrão
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico
EM	Erro Máximo
EMAS	Engineering Map Accuracy Standard
EP	Exatidão do produto
ET- CQPCDG	Especificação Técnica para Controle Qualidade de Produtos de Conjuntos Dados Geoespaciais
ET-ADGV	Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais
ET-EDGV	Especificação Técnica para a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais
ET-RDG	Especificação Técnica para a Representação de Dados Geoespaciais
EU	Exatidão do Usuário
FGDC	Federal Geographic Data Committee
FGDC	Federal Geographic Data Committee

GNSS	Global Navigation Satellite Systems
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA	International Cartographic Association
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IDE-BA	Infraestrutura de Dados Espaciais da Bahia
IDEE	Infraestrutura de Dados Espaciais Estaduais
IDEMex	Infraestrutura de Dados Espaciais do México
IDE-PE	Infraestrutura de Dados Espaciais Pernambucana
IDERC	Infraestrutura de Dados Espaciais da República de Cuba
IDE-RMR	Infraestrutura de Dados Espaciais da Região Metropolitana do Recife
IEDE-MG	Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais
IG	Informação Geográfica
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INSPIRE	Infraestrutura de informação espacial na Europa
IOS	International Organization for Standardization
ISO	Organização de Padrões Internacionais
MDE	Modelo Digital de Elevação
NQA	Nível de qualidade aceitável
NMAS	National Map Accuracy Standard
NSDI	National Spatial Data Infrastructure
NSSOA	National Standard for Spatial Data Accuracy
PCT	Padrão de Classificação Temporal
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfica
PEC-PCD	Padrão de Exatidão Cartográfica para a produção de Produtos Cartográficos Digitais
PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro S/A
RMR	Região Metropolitana do Recife
RTK	Real Time Kinematic

SGR	Sistema Geodésico de Referência
SIG	Sistemas de Informações geográficas
SIRGAS 2000	Sistema de Referência Geocêntrico das Américas 2000
SR	Sensoriamento Remoto
TIG	Tecnologias da Informação Geográfica
UNCED	Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
USGS	U.S. Geological Survey
UTM	Universal Transversa de Mercator

1. INTRODUÇÃO

Uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) é um sistema que visa integrar e disponibilizar dados espaciais produzidos por distintas instituições, que geralmente se encontram dispersos e inacessíveis. Muitos países tem investido na estruturação de tais sistemas, aproveitando as tecnologias atualmente disponíveis, de forma que as informações territoriais possam ser efetivamente utilizadas e proporcionem condições para o apoio à tomada de decisão de entes públicos e promovam o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Os dados espaciais adquiridos e armazenados nos diversos órgãos públicos e privados são, geralmente, produzidos para atender projetos e aplicações específicas, entretanto esses dados têm suas informações reaproveitadas em outros projetos, muitas vezes sem informar e observar as especificações e características técnicas do dado original ou informações sobre a sua produção, finalidade e qualidade.

Segundo a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1992) da qual resultou a Agenda 21, muitas vezes a qualidade dos dados usados é inadequada ou, embora satisfatória, tem seu uso reduzido na aplicação de outros projetos. Dentre os fatores que contribuem para essa situação, pode-se citar: a falta de conhecimento entre órgãos ou setores da existência da informação, a imperícia na aplicação dos produtos, restrições de acesso e falta de padronização dos conjuntos de dados.

No Brasil, o Decreto 6.666/08 instituiu a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE e, desde então, tem sido elaboradas normas e padrões para a integração de disponibilização de dados espaciais produzidos por instituições públicas. As IDEs podem ser desenvolvidas em níveis diferenciados de abrangência territorial: nacional, estadual, local. Alguns estados brasileiros iniciaram o desenvolvimento da sua IDE, a exemplo de Minas Gerais e Bahia, porém em Pernambuco ainda não se identificam iniciativas nesse sentido. Desta forma, o propósito deste trabalho é contribuir para o desenvolvimento de uma IDE para o Estado de Pernambuco, que vem passando por transformações territoriais importante nos últimos anos e não dispõe de um sistema de informações territoriais consolidado.

Um dos focos desta pesquisa é o estudo dos processos de controle de qualidade previstos nos projetos de IDEs, e o trabalho de investigação teórica não se aplica somente ao estado de Pernambuco, já que este controle é fundamental para que a utilização dos dados e informações produzidas sejam utilizados de forma correta e satisfatória.

1.1 Objetivos

Objetivo geral

Elaborar uma proposta de modelagem e teste de qualidade de produtos cartográficos para uma Infraestrutura de Dados Espaciais para o estado de Pernambuco.

Objetivos Específicos

- Identificar e discutir os conceitos, normas e padrões para o controle e verificação da qualidade de produtos das Infraestruturas de Dados Espaciais - IDE;
- Analisar modelos e casos de implementação de Infraestruturas de Dados Espaciais e as características específicas daquelas de caráter estadual;
- Desenvolver um estudo de caso na Região Metropolitana de Recife – RMR, com vistas à elaboração de um modelo para uma IDE para o Estado de Pernambuco – IDE-PE;
- Demonstrar os testes de qualidade de dados espaciais propostos e adotados pelas IDEs, utilizando a base de dados do Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções – CACI da Agência CONDEPE-FIDEM, verificando a viabilidade de sua utilização como base de dados preliminar da IDE-PE.

1.2 Justificativa

Os órgãos que necessitam utilizar dados espaciais gerados por diferentes fontes enfrentam as dificuldades de utilização dos mesmos, seja por desconhecimento técnico do profissional envolvido no seu manuseio ou por ausência de informações quanto à qualidade geométrica e posicional do dado, fato que poderá resultar em uma distribuição e propagação de erros nos produtos cartográficos.

A dinâmica urbanística que ocorre na Região Metropolitana do Recife - RMR, assim como em diversas outras grandes capitais e suas regiões metropolitanas, exige uma cartografia atualizada e de diferentes abordagens temáticas para subsidiar o Planejamento e Gestão Urbana de forma eficiente e eficaz. Um dos maiores problemas dos órgãos estaduais responsáveis por decisões relacionadas ao controle do uso e ocupação do solo está na integração das informações urbanísticas e ambientais, que subsidiem as respostas aos pleitos de anuências e consultas prévias, como é o caso da Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco - CONDEPE/FIDEM, órgão responsável por tais questões no Estado de Pernambuco.

Tais respostas são realizadas através de sobreposição de dados espaciais oriundos de diferentes interferências na gleba analisada. Essas interferências são originárias de diferentes órgãos públicos e privados, em variadas escalas, sistemas de referências geodésicos, convenções cartográficas, entre outros. Por exemplo, uma gleba analisada pode ser seccionada por um gasoduto da Petrobrás (Petróleo Brasileiro S/A) que trabalha no Sistema de Referência Topocêntrico ARATU, em escala 1:1.000, ou ainda ser margeada por uma informação fornecida pela Agência Estadual de Meio Ambiente - CPRH de área de reserva legal representada em escala 1:10.000 no Sistema de Referência Geocêntrico das Américas 2000, o SIRGAS 2000, devendo então ser observados os parâmetros de transformação e precisão dos dados espaciais e sua influência, conforme aplicação e escala da gleba analisada. Neste exemplo, os dados fornecidos pela Petrobrás devem ser convertidos do Sistema de ARATU para o SIRGAS 2000 e, por se tratar de diferentes escalas, ocorrerá ainda um processo de generalização cartográfica dos dados.

O fornecimento e a aquisição de dados oriundos de diferentes órgãos públicos e privados, como visto nos exemplos anteriores, causam grande dificuldades para a integração de dados de mapeamento em uma escala compatível, que possam responder aos pleitos de uso do solo com eficiência e eficácia.

Pelo exposto, fica clara a necessidade da implantação de uma IDE para o estado de Pernambuco, capaz de subsidiar a integração e o compartilhamento das informações dos diferentes órgãos, não apenas para responder às questões do parcelamento do solo urbano, mas também as questões de planejamento e gestão territorial.

A estruturação da IDE-PE deve possibilitar a homogeneização dos dados através de critérios técnicos que garantam a coerência da informação geográfica, pela padronização da informação existente, permitindo maior interoperabilidade, atualização e reutilização da informação. Outra vantagem da implantação de uma IDE estadual é evitar a duplicidade, com o catálogo das fontes de dados, facilitando também o acesso do usuário.

1.3 Estrutura da dissertação

O capítulo 1 apresenta as justificativas para o desenvolvimento da pesquisa e os objetivos a serem alcançados.

Os capítulos 2 e 3 tratam do embasamento teórico que confirma o caráter científico da pesquisa, sua relevância e atualidade. O capítulo 2 trata dos conceitos básicos e métodos aplicados na avaliação de qualidade nas IDEs. Já o capítulo 3 trata das próprias IDEs, sua implementação e normas utilizadas para o controle de qualidade destas IDEs e seus produtos.

O capítulo 4 apresenta a proposta de modelagem de uma IDE para o estado de Pernambuco: a IDE-PE. A agência responsável pelo planejamento territorial do estado – Agência CONDEPE/FIDEM dispõe de um sistema integrado de informações desenvolvido e utilizado para a análise de interferências nos processos de aprovação de projetos de obras e loteamentos na Região Metropolitana do Recife – RMR. As características deste sistema apresentam similaridade com as estruturas das IDEs apresentadas no capítulo 3, por isso foi realizado um estudo de caso para verificar a pertinência da utilização deste sistema como um esboço da IDE-PE. O experimento serviu de base para a modelagem da estrutura da IDE-PE e também para o teste e demonstração da aplicação dos métodos de verificação de qualidade expostos no capítulo 2.

O capítulo 5 apresenta as conclusões da pesquisa e recomendações para desenvolvimentos futuros.

2. QUALIDADE DE DADOS NA INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentadas as abordagens históricas e as conceituações que tratam da qualidade, incluindo as normas e padrões que dispõem sobre a qualidade da IG nas Infraestruturas de Dados Espaciais de diferentes níveis.

2.1 Da qualidade

As transformações tecnológicas, científicas, políticas e culturais das últimas décadas exigem novas adequações quanto à geração de produtos e prestação de serviços que atendam satisfatoriamente às expectativas e necessidades dos diferentes usuários.

Neste contexto surge o termo qualidade como um ideal de satisfação em distintas situações. O tema qualidade tem sido cada vez mais debatido e explorado pelas comunidades acadêmicas, em reuniões de dirigentes, e em pesquisas de mercado. Mas afinal, o que é qualidade?

Considerado uma autoridade em qualidade Juran (1991) afirma que, “A qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades do cliente e dessa forma proporcionam satisfação em relação ao cliente”; e “A qualidade é a ausência de falhas”. Ou seja, na conceituação de qualidade, sua primeira definição refere-se às chamadas características da qualidade e em sua segunda concepção aborda as garantias de um produto ou serviço.

Enfim, a qualidade não se limita à uma única propriedade e sim a um conjunto delas. Ela deve ser analisada e comparada em diversos aspectos. Cada indivíduo e elemento tem critérios diferentes de avaliação.

2.2 A qualidade e a Cartografia

A gênese da cartografia é relatada na história no período do nomadismo, através dos mapas itinerários, que, sem qualquer técnica ou qualidade, tratavam de representar o espaço por onde os povos nômades passavam (IBGE, 2013).

Em meados de 2.400 anos a.C, na babilônia surgiu o primeiro documento cartográfico preocupado com a veracidade das informações. Trata-se de um mapa confeccionado em argila cozida apresentando detalhes topográficos como relevo e hidrografia, além de aspectos da organização social, como áreas de moradia, caça e cultivo agrícola (IBGE, 2013).

Na antiguidade Clássica definiu-se os sistema de coordenadas geográficas (latitude e longitude) e a esfericidade da Terra (IBGE, 2013). Ao longo dos anos técnicas de mensuração, representações e de projeções cartográficas foram sendo aprimoradas buscando melhorar a qualidade das informações retratadas nos mapas e cartas. Com o passar dos séculos, a cartografia, em virtude dos avanços da Geodésia e da Astronomia, passou a ser reconhecida como uma ciência.

Segundo Ribeiro e Ghizzo (2012), os avanços técnico-científicos da Idade Contemporânea nos campos de comunicação e transportes exigiam levantamentos topográficos de precisão e em certos países, o que despertou uma evolução no sistema de representação respondendo às novas exigências no que se concerne à agilidade, precisão, arte e fidelidade das informações representadas.

O presente século vem sendo marcado por uma evolução tecnológica e computacional intensa, inclusive na área da geomática. Neste contexto, a cartografia digital e as novas técnicas de aquisição e compartilhamento de dados espaciais tem ganhado caráter decisivo nas tomadas de decisões, disseminando a informação territorial.

A Fotogrametria Digital, os Sistemas de Informações Geográficas, o Sensoriamento Remoto, GNSS, entre outros; fazem parte das chamadas novas tecnologias que permitem não somente obter os mesmos produtos de antigamente com algumas vantagens e facilidades em um curto tempo, mas também possibilitar o suporte de múltiplas informações até então não imagináveis ou inviáveis. (ARIZA, 2002).

As vantagens e facilidades nas novas técnicas de aquisição de dados permitem cada vez mais a completude das informações geográficas, melhores resultados quanto à acurácia posicional, entre outros benefícios. Diante disso surge a necessidade de implementações de técnicas e normativas que indiquem até que ponto determinada ferramenta espacial pode ser potencialmente aplicada.

Sato (2003) explica que, os documentos cartográficos devem ser confiáveis, e portanto devem ser: completos, corretos e atuais. Afirma ainda que, a má

qualidade de documentos cartográficos podem induzir a decisões erradas. Tais erros devem portanto ser: caracterizados, minimizados e eliminados.

Uma produção cartográfica consistente só é garantida através de procedimentos mínimos que promovam a sua qualidade em todos os aspectos.

A qualidade de qualquer produto ou serviço pode ser testada de forma interna ou externa. A qualidade interna é aquela vinculada aos processos, enquanto a externa avalia os produtos finais e subprodutos quanto ao seu atendimento aos usuários (JURAN, 1991). Logo, quando a informação geográfica (IG) está sendo gerada, nas etapas de aquisição e geração de informações, é possível avaliar sua qualidade interna. Por outro lado, quando finalizado o produto cartográfico pode-se avaliar a sua qualidade externa.

Para que um produto cartográfico atenda aos objetivos do usuário é necessário que a metodologia para a confecção de tal documento atenda a certos padrões de qualidade, através de indicadores de qualidade de modo a atender as necessidades do usuário (SILVA e SILVA, 2003). Estes padrões variam conforme o produto cartográfico e, caso não sejam observados durante o processo de construção da informação geográfica, os erros serão acumulados. Na figura 1, adaptada de Ariza (2002), é possível verificar um exemplo do o que acontece na propagação dos erros durante as etapas de produção de um mapeamento produzido por sensoriamento remoto.

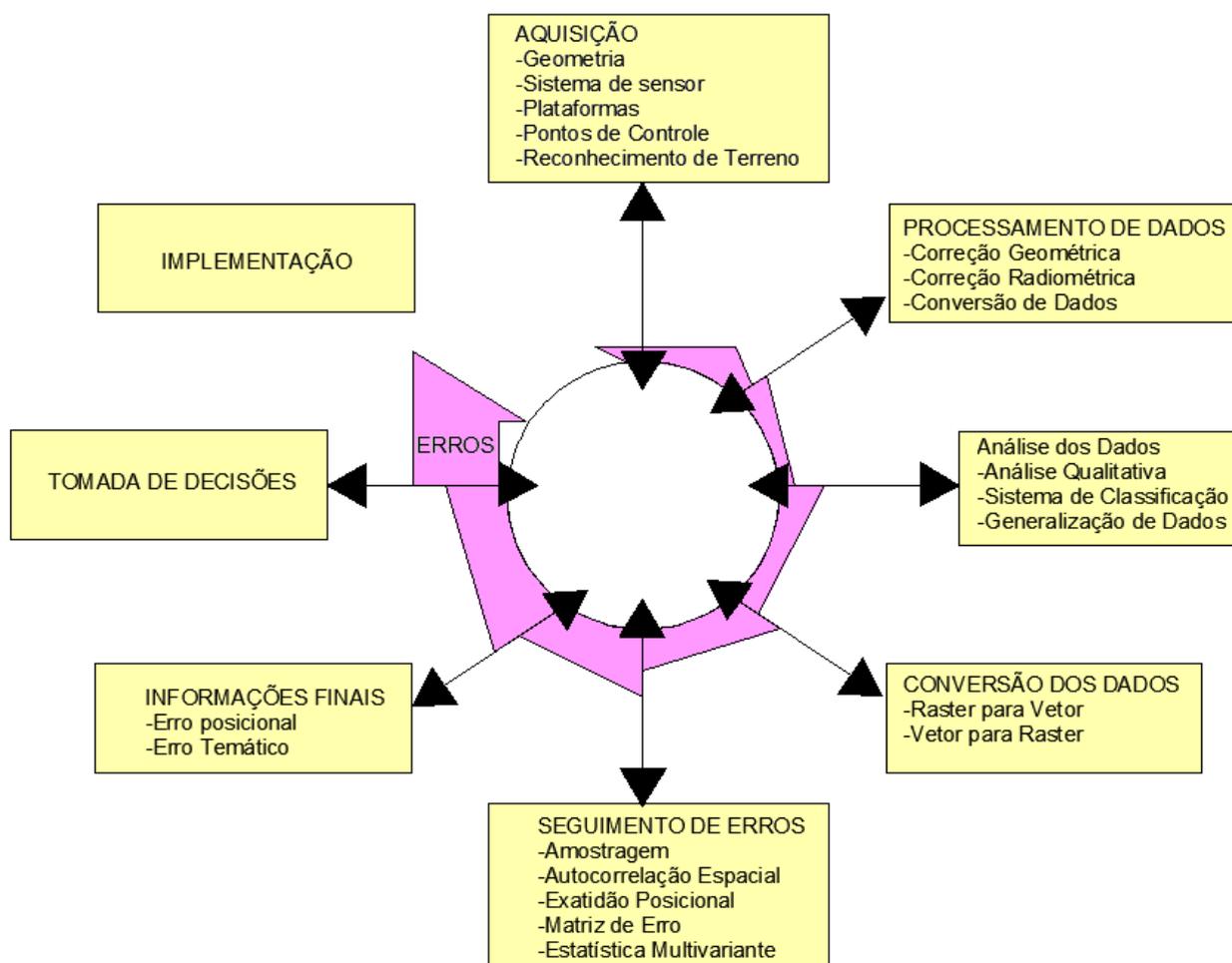


Figura 1 – Acumulação do erro nos processos de Sensoriamento Remoto.

Fonte: Adaptada de Ariza (2002, p. 24).

Falhas de qualidade geram custos tangíveis e intangíveis. Quando há falhas internas de um produto cartográfico, por exemplo, este poderá ser reprocessado ou até mesmo descartado da produção precisando ser refeitas etapas por não atender as especificações. Enquanto que problemas de falhas externas geram custos ainda mais altos como substituição de produtos e até outros mais graves, como exemplo o naufrágio do petroleiro Espanhol *Urquiola*, que em 1976, carregando 107.678 toneladas de petróleo, em Galiza, chocou-se num elevado rochoso submerso representado erroneamente nas cartas náuticas espanholas. O baio estava submerso a 11,2 metros da água, em um ponto em que nas cartas náuticas marcavam 29 metros, resultando em cerca de 40.000 toneladas de óleo em águas continentais. Tais erros são muito mais onerosos que as atividades de preventivas como inspeção e controle (JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA, 2002).

Em paralelo à evolução tecnológica dos equipamentos vinculados à geomática, a evolução computacional vem permitindo maior rapidez na produção cartográfica e disseminação das informações. Morrison (1995, p.3) explica que, a informática tem mudado o tradicional papel do cartógrafo, e simultaneamente o produto cartográfico final, permitindo um aumento na produção de dados espaciais, e mais importante, promovendo uma grande expansão do número de potenciais usuários que empregam produtos cartográficos. Na figura 2, é possível observar a evolução de processos computacionais que ocorreram entre os meados do século XX e o início do século XXI e que beneficiaram o desenvolvimento e disseminação da cartografia.



Figura 2 - Evolução da Cartografia Digital.

Fonte: Adaptada de Oliveira, 2012.

Observa-se, na figura 2 que, um pouco após o surgimento do primeiro computador, iniciou-se um processo de mudanças na produção cartográfica. Embora a cartografia analógica ainda fosse usual, a sociedade passou a conhecer os benefícios da cartografia digital e dos softwares computacionais específicos para produção cartográfica. Tal evolução é constante até os dias atuais, e várias formas de aquisição de dados espaciais proporcionam maior rapidez na geração e disseminação das IG à população.

Com a crescente variedade de origens da IG e da sua disseminação, evidencia-se a necessidade de conhecer a origem dos dados (linhagem), a sua acurácia, a sua aplicabilidade, entre outros. A funcionalidade cartográfica só pode ser afirmada a partir do conhecimento da qualidade de seus dados. Mas, como avaliar os erros contidos na informação espacial? Quais são os parâmetros capazes de identificar a qualidade desses dados? Como corrigi-los?

Além disso, a IG e os seus dados não podem ser estudados de maneira isoladas. Existe ainda a necessidade de relacionamento com as opções de serviços web, as chamadas Tecnologias da Informação Geográfica (TIG), bem como o grande potencial econômico e administrativo gerando diversos benefícios à sociedade. Numa perspectiva mais ampla, as IG segue em mão às IDEs que vem se apresentando como uma elemento dinamizador que dispõe a IG a partir de normativas incluindo a ideia de qualidade. (ARIZA e ALCÁZAR, 2010).

Assim, os próximos itens, apresentam uma abordagem geral sobre a teoria dos erros, incertezas e amostragens. Expõe alguns métodos aplicados pela comunidade científica de como e quais indicadores avaliam a qualidade dos geodados para evitar custos excessivos, e como estes indicadores contribuem para a qualificação dos dados inclusos nas várias IDEs.

2.3 Noções sobre erros, incertezas e amostragem

A cartografia é uma ciência de observação, mensuração e representação espacial, e como tal suscetível a erros. Para Gemael (2004), as observações conduzidas pelo homem se caracterizam pela inevitável presença de “erros de medida”. Erros que ocorrem não somente por falhas humanas mas também por imperfeições do equipamento e da influência das condições ambientais nas quais se processa a mensuração.

Além dos “erros de medida”, o termo incerteza é comum quando tratamos da representação de dados ou objetos geográficos, isso porque é impossível fazer uma representação fiel do mundo, por isso as incertezas sobre as IG são inevitáveis. Erro, falta de acurácia, ambiguidade e indefinição contribuem para a noção de incerteza no sentido amplo; assim, podendo ser definida como uma medida da compreensão do usuário sobre a diferença entre o conteúdo de um conjunto de dados e os fenômenos reais que os dados devem representar (LONGLEY et al., 2013).

Neste contexto alguns termos surgem com frequência nas áreas de Ciências Geodésicas e Cartográficas, para indicar a qualidade de uma grandeza observada ou parâmetro estimado, entre eles acurácia e precisão.

Mikhail e Ackerman (1976) apud Mônico et al.(2009), apresentam o termo acurácia como o grau de proximidade que uma estimativa tem de seu parâmetro, ou seja, proximidade do valor verdadeiro. Enquanto o termo precisão expressa o grau de consistência da grandeza medida com sua média, estando diretamente ligada com a dispersão da distribuição das observações. Andrade (2003) apud Mônico et al. (2009) apresenta o conceito de exatidão como o sinônimo de acurácia.

Um evento qualitativo pode considerar mensurações que poderão ter natureza quantitativa, quando estabelece padrões de comportamento verificados através de fatos observáveis, ou qualitativa, quando estabelece padrões de comportamento que possam ser medidos através de números. As qualitativas, por sua própria natureza, implicam em perda de precisão da medida, o que no entanto, não implica necessariamente na perda de acurácia. Concessões em precisão, podem até mesmo contribuir para uma melhor acurácia e conseqüentemente uma melhor representação do evento estudado (PEREIRA, 2004).

A Figura 3, usa o clássico exemplo do tiro ao alvo para ilustrar graficamente a diferença entre exatidão e precisão. Na analogia, o centro do alvo seria o valor verdadeiro e as coordenadas dos tiros seriam as medições.

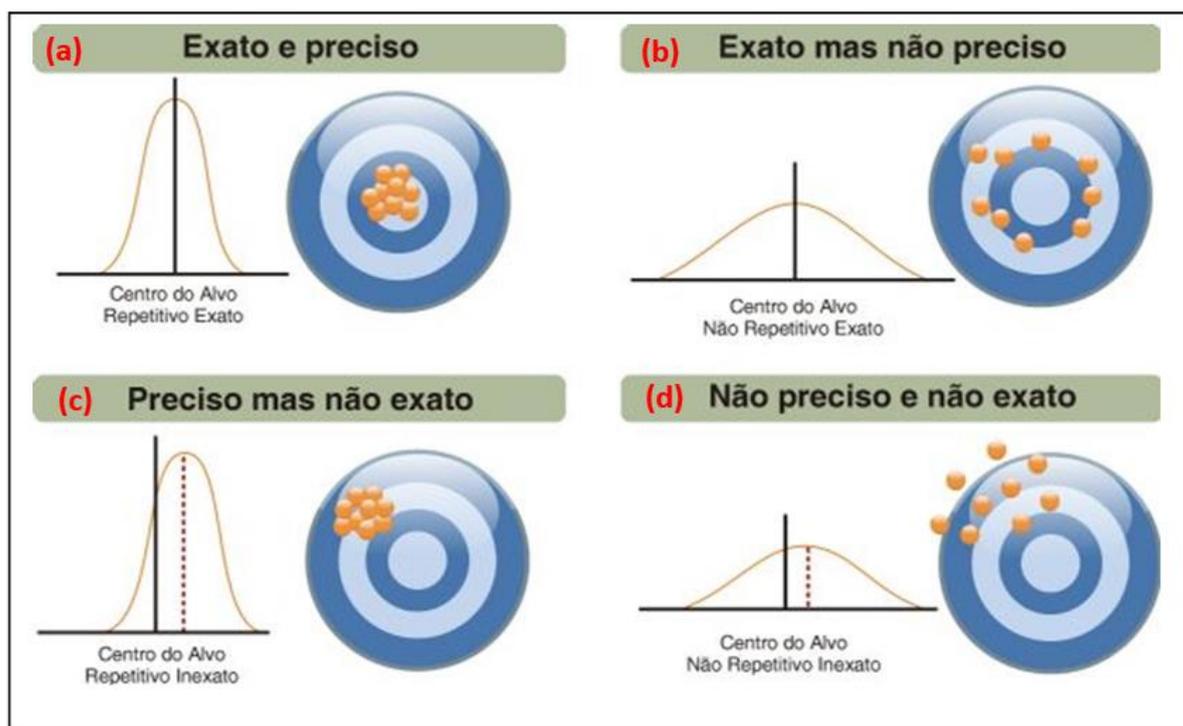


Figura 3 - Diferenças entre precisão e exatidão. Em (a) a situação ideal (resultados precisos e exatos); Em (b) os resultados são exatos porque, em média, estão próximos do valor verdadeiro, mas não são precisos porque há certa dispersão; Em (c) os resultados são precisos porque estão próximos entre si, mas não são exatos porque estão distantes do valor verdadeiro. Em (d) os resultados não são nem precisos nem exatos (NOVUS, 2013).

Quanto aos Tipos de Erros, estes podem ser: Grosseiros (fáceis de detectar), Sistemáticos (produzidos por causas conhecidas e que podem ser evitados através de técnicas adequadas nas medições), ou Acidentais (ocorrem ora num sentido, ora no outro, e não possuem causa conhecida) (SATO, 2003)

Quando não se pode mapear toda a população e ainda verificar todos os erros de observações, como é o caso das IG, processos de amostragem devem ser cuidadosamente considerados. Essa amostragem pode ser Aleatória ou Sistemática. Wong e Lee (2005) apud Santos (2010), afirmam que a Amostragem Aleatória é o processo de selecionar amostras aleatoriamente de uma população, sem nenhuma regra ou estrutura pré-estabelecida. Enquanto a Amostragem Sistemática é o processo de selecionar amostras a partir de certas regras já previamente definidas baseada no objetivo dos estudos.

2.4 Elementos de qualidade na IG

Para Ariza (2002, p. 19), a qualidade é entendida como a conformidade com especificações projetadas ou prescritas, e sua importância na cartografia é determinada em função da finalidade. Assim, a cartografia representa modelos da realidade e estes serão utilizados nas tomadas de decisões. Quanto maior o grau de detalhe da informação necessária para uma decisão vinculada ao dado geoespacial, maior cuidado se deve ter com a sua qualidade. A caracterização do dado geográfico é dada pela posição espacial (x,y,z), seus atributos (a₁, a₂, a₃,...) e a sua variação temporal (t₁, t₂, t₃,...) composta de maneira que responda às perguntas: Onde?, O quê? , Como?, Quando?, Quanto?

Para Lazzarotto (2005, p.22 apud BARROS, 2011) o conceito de 'qualidade' é subjetivo e está ligado à satisfação funcional, possuindo, assim, uma gama considerável de variação. Esta variação ocorre tanto na identificação dos parâmetros que devem ser considerados na conceituação de qualidade, como também na avaliação individual dos atributos de cada um dos parâmetros. A qualidade de um produto ou serviços está sempre atrelada a algumas características que lhe são específicas e nem sempre são óbvias na sua definição. Na definição de qualidade dos produtos cartográficos ocorre a mesma indeterminação, ou seja, incerteza relativa aos parâmetros que devem ser avaliados.

Lazzarotto (2005, p.22 apud BARROS, 2011) ainda ressalta a necessidade de definição dos seguintes termos, exemplificando-os:

- Parâmetros: característica que define um elemento. Em um mapa, por exemplo, a resolução ou a escala, o sistema de projeção, a acurácia, entre outros são as características que o caracterizam, ou seja, seus parâmetros.
- Variável: elemento que assume diferentes valores quando submetidos às diferentes condições ou situações. Como a exemplo em um mapa vetorial as primitivas gráficas (ponto, linha, área) que podem variar conforme a representação de uma feição em mapas de diferentes escalas.
- Atributo: é uma característica de um parâmetro ou de uma variável, podendo ser 'tamanho', 'cor', 'espessura', 'quantidade', etc. Por exemplo, verde pode ser o valor do atributo 'cor' da variável 'linha'.

Laurini e Thompson (1992, apud NAVRATIL, 2004) afirmam que, em geral a qualidade dos dados é necessária para atributos, propriedades topológicas, informação posicional e temporal.

Guptill e Morrison (1995) apud Lazarotto (2005, p. 22), especificam cinco componentes que se reportam à qualidade do dado espacial relativos a fidelidade em aspectos semânticos e temporais, sendo os mesmos aceitos pela Comissão de Qualidade de Dados Espaciais da *International Cartographic Association (ICA)*: linhagem, acurácia posicional, fidelidade do atributo ou acurácia temática, coerência lógica e completeza ou completude.

A nível de aceitação mundial, estes indicadores são considerados satisfatórios, destacando-se nas especificações da ISO 19113 e 19114 (ISO/TC211, 2003), estabelecendo princípios para identificação, avaliação e registro sobre a qualidade da IG. A ISO 19113 fornece o conjunto de padrões indicadores de qualidade do geodado enquanto, a ISO 19114 orienta sobre a organização de procedimentos para a avaliação de métricas de qualidade do geodado.

No Brasil, vários estudiosos de qualidade na IG também consideram estes cinco indicadores como aceitáveis, sendo verificável em trabalhos como o de Nogueira Júnior (2003) que propõe a avaliação da qualidade da IG através de procedimentos por amostragens e testes estatísticos de análise de tendência e precisão para avaliar a acurácia posicional, linhagem, fidelidade de atributos, completeza, consistência lógica, fidelidade à semântica e temporalidade. Sato (2003) propõe um modelo para o controle de qualidade dos processos envolvidos na produção cartográfica. Souza (2009) e Nero (2005) concentram-se na avaliação da acurácia posicional. Rocha (2002) direciona seus estudos na avaliação da produção das cartas digitais urbanas, enquanto Barros (2011) nas cartas digitais rurais.

Segundo Cintra e Nero (2005a) não existe no Brasil o controle de qualidade de documentos cartográficos, quer por desconhecimento da lei vigente, quer por imediatismo dos resultados, quer ainda pela falta de uma metodologia prática adequada.

As ideias disseminadas por Devillers e Jeansoulin (2006) e outros, seguem os conceitos mais característicos dos propostos pelas IDEs, apresentando a qualidade no campo da geomática definida em dois grandes grupos: **qualidade interna** (produtos que estão isentos de erro) e **qualidade externa** (produtos que atendem à necessidade do usuário).

Se, quando falamos de qualidade de dados espaciais, a maioria das pessoas pensam, principalmente sobre a precisão espacial dos dados (um critério incluso na qualidade de dados interno), definições mais oficiais de qualidade correspondem, no entanto, à qualidade externa, esta vinculada ao que o usuário necessita.

Num contexto geral, a avaliação da qualidade interna inclui uma parte externa (comparação com os dados de referência), assim como uma parte interna, de acordo com os elementos de qualidade a serem verificadas. A avaliação de precisão espacial, por exemplo, vai ser feita externamente, enquanto a avaliação da consistência topológica será feita internamente (BARROS e CARNEIRO, 2012).

Os métodos de avaliação da qualidade de dados interna são realizados geralmente por procedimentos estatísticos enquanto a avaliação da qualidade externa, ainda pouco explorado, é baseado no conceito de ontologia¹.

Essa ideia de qualidade externa e interna se encaixa perfeitamente nas propostas de IDEs, já que regem a qualidade num contexto geral, permitindo verificar suas possibilidades e usos. Nos tópicos a seguir são apresentados os procedimentos de avaliação da qualidade interna e externa. Alguns destes procedimentos serão utilizados para a estruturação do escopo metodológico deste trabalho.

2.4.1 Qualidade Interna de Dados Geoespaciais

A qualidade interna está baseada na suposição da ausência de erros grosseiros nos dados, corresponde às descrições inclusas nos metadados da IG, tais como escalas, resoluções espaciais e temporais, data de coleta, métodos de aquisição, entre outros. São qualidades intrínsecas ao geodado e a sua capacidade de representar a realidade geográfica (DEVILLERS et al. 2007).

¹ Na definição de Lucas e Rubio de 1971, sobre Ontologias na geoinformação: trata-se de uma teoria que explica como um indivíduo, grupo, linguagem ou ciência entende um determinado domínio. Ou seja, ela torna-se uma conceitualização explícita, forma e compartilhada, de uma área de conhecimento, como por exemplo, a agricultura e, inclui vocabulários correlatos, conceitos e instâncias desse domínio. Este vocabulário define entidades, classes, propriedades, funções, e as relações implícitas ao domínio entre tais componentes.

Embora, as qualidades internas possam ser descritas usando diferentes critérios, nas principais normas geomáticas (por exemplo, ISO, FGDC, CEN) tem havido um consenso sobre os critérios (DEVILLERS e JEANSOULIN, 2006).

Na família ISO19100, a norma ISO 19113 (ISO, 2002) rege os princípios de qualidade, apresentando como elementos de qualidade:

- Completude - presença e ausência de características, seus atributos e relacionamentos;
- Consistência lógica - grau de aderência às regras lógicas de estruturas, atribuições e relacionamentos dos dados;
- Exatidão posicional - acurácia da posição; precisão da posição das feições;
- Exatidão temporal - acurácia dos atributos temporais e relações de características temporais;
- Exatidão temática - acurácia de atributos quantitativos, correção de atributos não quantitativos, classificação das características e seus relacionamentos.

Cada elemento é compreendido por aspectos chamados de subelementos, que orientam como o componente da qualidade deve ser avaliado, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Subelementos de qualidade dos geodados

ELEMENTOS	SUBELEMENTOS	DEFINIÇÕES
Completude	Comissão	Presença de excesso de dados.
	Omissão	Ausência de dados.
Consistência Lógica	Conceitual	Aderência a regras de esquema conceitual.
	Domínio	Aderência de valores para os domínios de valores.
	Formato	Grau com que o dado é armazenado de acordo com a estrutura física da base de dados.
	Topológica	Verificação de incorreções de características topológicas explicitamente.
Acurácia posicional	Acurácia absoluta ou externa	Proximidade de valores das coordenadas relatadas aos valores aceitos como verdadeiros.
	Relativa ou interna	Proximidade das posições relativas de

		características em um conjunto de dados para suas respectivas posições relativas aceitas como verdadeiras
	Dado posicional da malha de coordenadas	Proximidade de valores de posição de dados em grades para valores aceitos como verdadeiros
Acurácia temporal	Medidas de tempo	Correções de referências temporais de um item (comunicação de erro na medição do tempo).
	Consistência temporal	Incorreções de eventos ordenados e sequencias, se registrados.
	Validade temporal	Validade de dados em relação à data (tempo).
Acurácia Temática	Correção de classificação	Comparações das classes atribuídas às características ou aos seus atributos para um universo de discurso (por exemplo, a realidade no terreno ou conjunto de dados de referência).
	Correção de atributos não quantitativos	Correção de atributos não quantitativos ou qualitativos, ou seja, aqueles que mapeiam um atributo nominal. São exemplos deste tipo de atributo: nomes de bairros, regiões, estados, países, etc.
	Correção de atributos quantitativos	Correção de atributos quantitativos, ou seja, aqueles que mapeiam um atributo numéricos. São exemplos deste tipo de atributo: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), população, número de nascimentos etc.

Fonte: Adaptada da ISO19113 (ISO,2002).

A modelagem e a verificação da acurácia permite a identificação de falhas de conformidade podendo evidenciar situações de uso inadequado da IG e, desta forma sua identificação permite promover a execução de algumas adoções para tratamento da situação encontrada. Os procedimentos de avaliação de qualidade da IG, em geral, permitem visualizar as limitações de uso do geodado, assim as próximas linhas dão uma visão geral de alguns aspectos dos indicadores de qualidade cartográfica mencionados anteriormente.

2.4.1.1 Completude

De forma geral, o termo completude está relacionado com a perfeição. Para Östman (1997), a completude está relacionada com a quantidade de informações ausentes em uma base de dados ou que não devem estar presentes na mesma, podendo ser aplicada tanto para as feições quanto para os atributos.

Na validação de completude poderá ser avaliada: percentagem de dados omitidos ou em excesso no número de amostra ou no tamanho da área, o número de erros correspondendo à soma dos dados omissos e os excessos da completude ou tipo de avaliação, incluindo a data da avaliação.

Na obra de Lo e Yeung (2002), os autores defendem ainda a distinção entre a completude espacial e a completude temática, onde a primeira pode ser determinada visualizando a distribuição dos dados geograficamente e fazendo a verificação de que todos os objetos da realidade estão representados. Neste sentido, a verificação da completude espacial é idêntica à verificação dos erros por omissão. Já na completude temática refere-se à cobertura de todos os conjuntos de temas relevantes para o projeto.

Para Ariza (2002) a completude dos dados é uma qualidade técnica que indica omissão ou excesso dos objetos presentes numa base de dados que cumpra prescrições estabelecidas. A primeira análise referencia-se à presença de objetos na base de dados em relação às especificações de aquisição, a segunda análise é estabelecida diante da presença dos elementos gráficos.

Uma das modelagens matemáticas para a verificação de completude dos geodados é através da avaliação semântica de exatidão mediante amostragem, estabelecendo mensuração de excessos e omissões para atributos, classes, modelos, metadados, entre outros (ARIZA, 2002).

Ariza (2002), apresenta a equação 1 para cálculo de Completude:

$$\tau^+ = \frac{N^+}{\max(N, N^0)} \qquad \tau^- = \frac{N^-}{\max(N, N^0)} \qquad (1)$$

Onde: τ^+ Exatidão de Excesso.

τ^- Exatidão de Omissão.

N Número de elementos de amostragem ($N = N^0 + N^+ - N^-$).

N^+ Número de ocorrências na amostra que não ocorrem na realidade percebida.

N^- Número de ocorrências na realidade percebida que estão omissas na amostra.

N^0 Número de ocorrências na realidade percebida.

2.4.1.2 Consistência Lógica

A consistência lógica informa sobre a manutenção de relações lógicas e topológicas consistentes. Seus testes incluem testes de valores válidos, testes gerais para dados gráficos (ex.: se os nós estão todos unidos, se os polígonos estão todos fechados) e testes topológicos específicos (ex.: se limites de polígonos vizinhos não estão se cruzando, se o sentido de fluxo não é contrário em elementos de uma rede) (WEBER et al., 1999).

Os testes de consistência lógica dos dados espaciais são necessários em várias etapas de manipulação dos dados, seja ela durante o processo de coleta ou após o seu processamento e análise. As incompatibilidades de consistência lógica mais verificadas nas IG são ocorrências de inconsistências geométricas, falhas geradas na digitalização e atualização, propagação de erro devido ao processamento ou não codificação das relações topológicas (FRANCISCO, 2001).

Para Ceballos e Gatica (2012), a consistência lógica descreve o grau de confiança no qual um determinado conjunto de dados cumpre especificações no que diz respeito à estrutura interna dos dados e da topologia. Considera ainda que a melhor forma de testar este elemento de qualidade é através de seus subelementos. A proposta de Ceballos e Gatica (2012) obedece as seguintes ideias (figura 4):

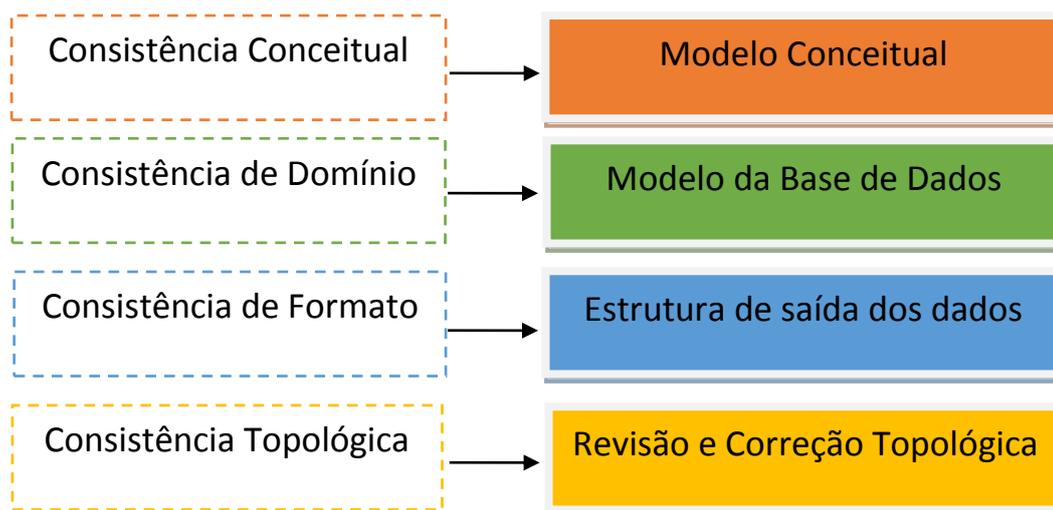


Figura 4 – Modelo proposto para análise qualidade dos subelementos de Consistência Lógica da IG. Fonte: Ceballos e Gatica (2012)

Conforme a figura 4:

- a) A análise da **Consistência Conceitual** deve obedecer um Modelo Conceitual que atenda às necessidades dos usuários. Por estar diretamente vinculada aos dados e seus atributos propõe-se o uso da Norma “ISO2859-1 Procedimentos de amostragem para inspeção por atributos. Parte 1: Plano de amostragem para inspeção lote por lote, tabelados segundo o nível de qualidade aceitável (NQA)”. A NQA é um parâmetro do sistema de amostragem, nele o grau das amostras analisadas que não obedecem à conformidade não deve exceder 10% do total.
- b) Na **Consistência de Domínio** verifica-se a pertinência dos valores dos atributos ao domínio da base de dados;
- c) A estrutura de saída dos dados é testada na **Consistência de Formato**.
- d) E por fim, a **Consistência Topológica** revisa e corrige os erros de topologia.

Para Longley et al. (2013), testar a integridade topológica de um conjunto de dados é uma maneira útil de validar a qualidade geométrica dos dados e avaliar sua adequação para análise geográfica.

Sobre as inconsistências geométricas, Kainz (1997 apud Barros, 2011, p.25) exemplifica como inconsistências geométricas as linhas duplicadas, linhas desconexas, linhas conectadas com ausência de pontos de interseção (nós), linhas estendidas excessivamente, polígonos sem centroides, polígonos abertos, áreas pequenas existentes resultantes da sobreposição de mapas.

Na práticas, os principais erros de inconsistência geométrica geralmente encontrados nos mapas são:

- **Primitivas Geométricas duplicadas:** Duplicidade de uma mesma feição representada (linha, ponto ou polígono) (figura 5).



Figura 5 – Duplicidade de feição.

- **Ausência de sobreposição de nós (polígonos):** Polígonos abertos ou com linha que não alcança ou ultrapassa o ponto de interseção necessitam a edição manual destes nós, aproximando-os ou juntando as linhas (figura 6).



Figura 6 – Ausência de sobreposição de nós.

- **Linhas descontínuas:** Um objeto contínuo é representado descontinuamente ou com quebras (figura 7).

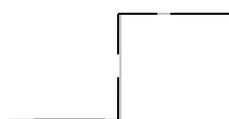


Figura 7 – Descontinuidade de linhas.

- **Presença de objetos curtos:** Representação de feições invisíveis à escala do mapa, popularmente chamadas de “sujeiras de mapa”.
- **Digitalização de número de pontos insuficientes:** Uma representação curva depende do número de vértices utilizados. Conseqüentemente, o erro relativo à digitalização de linhas retas é muito menor que o resultante da digitalização de curvas complexas (figura 8).

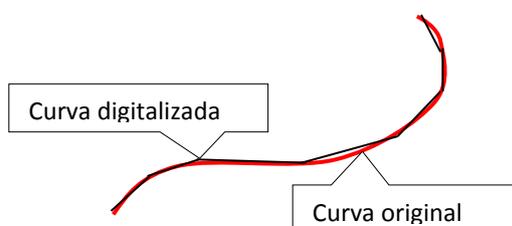


Figura 8 – Vértices insuficientes.

- **Digitalização errônea de feição:** A feição vetorial digitalizada não corresponde à realidade (figura 9).

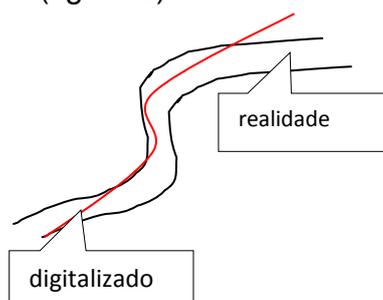


Figura 9 – Digitalização errônea.

- **Limites entre polígonos não definido corretamente:** As linhas que compõem um polígono se sobrepõem ou existe uma lacuna entre elas (figura 10).

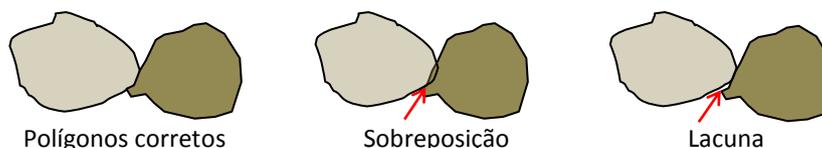


Figura 10 – Limites mal definidos.

Ainda, para Kainz (1997 apud Barros, 2011, p.26), um conjunto de dados separados em níveis de informações pode ser consistente dentro de cada nível de informação, mas inconsistente entre os outros níveis de informações e dados oriundos de diferentes escalas ou fontes cobrindo a mesma área.

Na questão de consistência conceitual, Gática (2010) propõe uma tabela² para a avaliação da consistência conceitual através da atribuição de cada entidades representada conforme suas características, nesta pesquisa tal tabela foi adaptada no quadro 14. No caso, cada entidade e seu uso definido conforme as características aceitáveis do universo abstrato. Este tipo de validação é verificada em cada entidade e depende do universo abstrato e do conceito utilizado na criação de cada base de dados, esta forma de avaliação da consistência conceitual foi utilizada no desenvolvimento desta dissertação e o seu nível de conformidade baseou-se na ISO2859-1.

2.4.1.3. Acurácia Posicional

Representa a proximidade entre a posição em que um objeto é representado no documento cartográfico e uma posição de referência na carta de teste tida como mais confiável ou em campo.

Os subelementos de avaliação da exatidão posicional são: Exatidão Absoluta, aqueles testados em relação a uma fonte de alta precisão (como por exemplo GNSS), Exatidão Relativa, obtidas em relação à fonte de maior exatidão. Exatidão de dados da malha, verificado em relação à grade de coordenadas (CEBALLOS e GÁTICA, 2012).

² GÁTICA, N. P. SIG y Consistència Logica. 2010. Notas de Aula da USACH,.

A acurácia posicional é determinada por meio de uma avaliação estatística de erros aleatórios e sistemáticos. Seus testes são realizados através de funções trigonométricas ou estatísticas conhecidas e os valores podem ser absolutos ou relativos. Exprime o grau de atendimento às normas de registro espacial ou normas geodésicas (WEBER et al, 1999).

No Brasil, a manutenção e a verificação da qualidade de documentos cartográficos voltados principalmente para a exatidão posicional de seus dados vem sendo objeto de estudos de: Novaes (1971); Brito (1987); Telles e Rodrigues (1990); Galo e Camargo (1994); Leal e Dalmolin (1999); Rocha (2002); Nogueira Júnior (2003), Mello (2003); e Cintra e Nero (2005b); os quais propõem o emprego de amostra de pontos de teste de carta, necessários à inferência estatística, que não implique em desperdício de recursos e, que ao mesmo tempo seja suficiente para gerar resultados confiáveis (LEAL, 2007).

Segundo Ariza (2002), existem diferentes métodos para testes de Acurácia Posicional. Em geral, tais métodos são empregados conforme as classes de elementos, tipos de componentes (vertical e/ou horizontal), correspondência de exatidão assumida, entre outros. Exemplificando alguns testes Ariza (2002) destaca, NMAS, EMAS, ASPRS, NSSDA, Fórmula de Koppe e o Teste da USGS para MDE. A tabela 2, apresenta algumas características destes testes.

Tabela 2 – Tabela de Testes de Acurácia Posicional.

TESTE DE ACURÁCIA	MÉTODO DE COMPARAÇÃO	COMPONENTE POSICIONAL	DESCRIÇÃO
NMAS (<i>National Map Accuracy Standard</i>)	Fontes de maior exatidão	Horizontal e vertical	Estabelecimento do erro comparando as coordenadas de amostragem de pontos no produto com as coordenadas de pontos em fontes de maior exatidão dentro de um limite das componentes.
EMAS (<i>Engineering Map Accuracy Standard</i>)	Fontes de maior exatidão	Horizontal e vertical.	Baseado na hipótese sobre limites aceitáveis para erros aleatórios e sistemáticos. Avalia valores aceitáveis de erros e níveis de confiança. Especifica a exatidão de mapas topográficos em escalas grandes.
Teste da ASPRS (<i>American Society of Photogrammetry and Remote Sensing</i>)	Fontes de maior exatidão	Horizontal e vertical.	Para mapas de melhor qualidade (Classe I), se estabelece limites ao EMQ para as componentes X e Y conforme escala do mapa. Na altimetria se considera que o EMQ é de 1/3 do intervalo entre curvas de nível, exceto em caso de pontos cotados que será de 1/6. Os limites para os mapas de

			classes II e III se obtêm multiplicando os valores dados para classe por dois e por três. Especifica a exatidão de mapas topográficos em escalas grandes.
NSSOA (<i>National Standard for Spatial Data Accuracy</i>).	Fontes de maior exatidão	Horizontal e vertical.	Com a obtenção do EMQ para XY por um lado, e para Z por outro, calcula-se o erro real da amostra em função de um determinado nível de confiança imposto pelo usuário (geralmente 95 %). Este teste mostra um índice de qualidade da cartografia em unidades reais sobre o terreno,
Teste da USGS (<i>U.S. Geological Survey</i>) para MDE (<i>Modelo Digital de Elevação</i>)	Fontes de maior exatidão	Vertical.	O teste baseia-se na quantificação de níveis de precisão, que depois são utilizados para determinar a categoria de precisão do MDE.
Fórmula de Koope	Fontes de maior exatidão	Vertical.	Utiliza coeficientes derivados empiricamente para avaliar os efeitos dos valores de terreno sobre o erro médio vertical segundo as relações estabelecidas por Koppe.

Fonte: Adaptada de Ariza (2002).

A maioria das normas de controle de qualidade posicional utiliza metodologias de avaliação baseadas em pontos de controle bem definidos e distribuídos espacialmente. Entretanto pode-se testar os dados através de feições lineares e polígonos quando não se tem uma boa distribuição espacial de pontos, desde que se tenha pontos em boa parte da área de estudo. Galo, Dal Poz e Ferreira (2001), explicam que nos casos em que o número de pontos de controle seja insuficiente, e a distribuição não seja homogênea, uma alternativa é a utilização de feições lineares ou áreas utilizando o índice do PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) para avaliação da acurácia posicional em dados espaciais.

Com o objetivo de aplicar os fundamentos estatísticos à avaliação da qualidade cartográfica nacional, na legislação brasileira a comprovação da acurácia posicional dos documentos cartográficos surgiu no Decreto nº89.817 de 20 de Junho de 1984, estabelecendo Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira, onde foram utilizados como referência os parâmetros que as constituem e dividem o Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC em diferentes classes, considerando 90% de probabilidade (BRASIL, 1984).

Entretanto o Decreto-Lei nº89.817, além de não prever um número mínimo de pontos de verificação necessários à comprovação da acurácia dos documentos, apresenta Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), dividido em 3 classes: A, B e C,

refletido por métodos e tecnologias existentes para a época (processos ópticomecânicos).

Havendo uma necessidade de revisão sobre a qualidade diante das novas geotecnologias a norma precisou ser revista, tal revisão está prevista nas metas do Plano de Ação para Implantação da INDE, Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais onde, a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) em conjunto com a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), está elaborando as novas Especificações Técnicas relativas aos Produtos dos Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG) definindo os padrões de qualidade de cada tipo de produto, entre os quais, os padrões de acurácia e precisão sugeridos para os dados espaciais vetoriais, produzidos para o Sistema Cartográfico Nacional, e por consequência, para a INDE-Brasil (BRASIL, 2008).

A INDE, ainda contemplará a Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) e a Especificação Técnica para Controle Qualidade de Produtos de Conjuntos Dados Geoespaciais (ET- CQPCDG). O primeiro já com sua versão preliminar divulgada apresenta a tabela do Padrão de Exatidão Cartográfica para a produção de Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD) com um conjunto de valores para alguns produtos cartográficos digitais, onde o enquadramento das classes devem atingir 90% dos pontos coletados do produto cartográfico em relação às coordenadas comparadas com as levantadas em campo, por método de alta precisão. Devem apresentar valores iguais ou inferiores de Erro Máximo (EM) e de Erro Médio Quadrático ou Desvio-Padrão (DP) dos quadros a seguir apresentadas pela ET-ADGV (quadros 1, 2 e 3), tal padrão foi utilizado como referência neste trabalho:

Quadro 1 - Padrão de Exatidão Cartográfica da Planimetria dos Produtos Cartográficos Digitais.

PEC(1)	PEC-PCD	1:1.000		1:2.000		1:5.000		1:10.000		1:25.000		1:50.000		1:100.000		1:250.000	
		PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
-	A(2)	0,28	0,17	0,56	0,34	1,40	0,85	2,80	1,70	7,00	4,25	14,00	8,51	28,00	17,02	70,00	42,55
A	B(1)	0,50	0,30	1,00	0,60	2,50	1,50	5,00	3,00	12,50	7,50	25,00	15,00	50,00	30,00	125,00	75,00
B	C(1)	0,80	0,50	1,60	1,00	4,00	2,50	8,00	5,00	20,00	12,50	40,00	25,00	80,00	50,00	200,00	125,00
C	D(1)	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00	25,00	15,00	50,00	30,00	100,00	60,00	250,00	150,00

(1) Baseado no Decreto nº 89817, de 20 de junho de 1984; (2) Produtos Cartográficos Digitais, baseado nos valores utilizados pelo "Ordinance Survey" e "National Joint Utilities Group" do Reino Unido.

Fonte: ET-ADGV (CONCAR, 2011)

Quadro 2 - Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrica dos Pontos Cotados e do MDT, MDE e MDS para a produção de Produtos Cartográficos Digitais

PEC-PCD (3)	1:1.000 (Eqd = 1 m)		1:2.000 (Eqd = 1 m)		1:5.000 (Eqd = 2 m)		1:10.000 (Eqd = 5 m)		1:25.000 (Eqd = 10 m)		1:50.000 (Eqd = 20 m)		1:100.000 (Eqd = 50 m)		1:250.000 (Eqd = 100 m)	
	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
A	0,27	0,17	0,27	0,17	0,54	0,34	1,35	0,84	2,70	1,67	5,50	3,33	13,70	8,33	27,00	16,67
B	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	0,66	2,50	1,67	5,00	3,33	10,00	6,66	25,00	16,66	50,00	33,33
C	0,60	0,40	0,60	0,40	1,20	0,80	3,00	2,00	6,00	4,00	12,00	8,00	30,00	20,00	60,00	40,00
D	0,75	0,50	0,75	0,50	1,50	1,00	3,75	2,50	7,50	5,00	15,00	10,00	37,50	25,00	75,00	50,00

(3) Valor calculado levando-se em consideração os erros existentes nos processos de medição de pontos apoio e de fototriangulação.

Fonte: ET-ADGV (CONCAR, 2011)

Quadro 3 - Padrão de Exatidão Cartográfica da Altimetria (curvas de nível) dos Produtos Cartográficos Digitais.

PEC(1)	PEC-PCD	1:1.000 (Eqd = 1 m)		1:2.000 (Eqd = 1 m)		1:5.000 (Eqd = 2 m)		1:10.000 (Eqd = 5 m)		1:25.000 (Eqd = 10m)		1:50.000 (Eqd = 20m)		1:100.000 (Eqd = 50m)		1:250.000 (Eqd = 100m)	
		PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)	PEC (m)	EP (m)
A	A	0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	0,67	2,50	1,67	5,00	3,33	10,00	6,67	25,00	16,67	50,00	33,33
B	B	0,60	0,40	0,60	0,40	1,20	0,80	3,00	2,00	6,00	4,00	12,00	8,00	30,00	20,00	60,00	40,00
C	C	0,75	0,50	0,75	0,50	1,50	1,00	3,75	2,50	7,50	5,00	15,00	10,00	37,50	25,00	75,00	50,00
	D(4)	1,00	0,60	1,00	0,60	2,00	1,20	5,00	3,00	10,00	6,00	20,00	12,00	50,00	30,00	100,00	60,00

(4) Valores do PEC-PCD iguais a 1 equidistância e EP de 3/5 da equidistância do produto cartográfico

Fonte: ET-ADGV (CONCAR, 2011).

O controle da qualidade posicional ou geométrica através da avaliação do PEC, normalmente é realizada pela comparação entre a posição de alguns pontos bem distribuídos a serem validados (x_r, y_r), com suas coordenadas homólogas de referência, obtidas através da fonte de maior exatidão (x_c, y_c), avaliando as discrepâncias por $(\Delta x_i, \Delta y_i) = (x_{ci} - x_{ri}, y_{ci} - y_{ri})$ e obtendo as estatísticas das amostras como a média, desvio padrão e erro máximo para cada uma das componentes.

Pode-se assim obter as estatísticas em planimetria, sendo os valores médios representado por $(\sum \Delta xy_i)/n$ com $\Delta xy_i = \sqrt{\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2}$ e n sendo o número de elementos da amostra.

De forma análoga à planimetria, o erro altimétrico de cada ponto isolado de um documento cartográfico é calculado por: $\Delta z_i = Z_{ci} - Z_{ri}$. De posse destas estatísticas amostrais, realizamos testes específicos para a análise de tendência, com o objetivo de se averiguar a presença de erros sistemáticos, e a análise de precisão.

O teste de acurácia posicional utilizado neste trabalho foi fundamentado nas pesquisas bibliográficas realizadas, e buscou a inferência estatística adequada para o enquadramento da acurácia do produto cartográfico analisado a um padrão pré-estabelecido. Desta forma o procedimento estabelecido nesta dissertação foi o teste EMAS, tal teste foi desenvolvido pela Sociedade Americana de Engenheiros Civis, no Congresso americano em Agrimensura e Cartografia e da Sociedade Americana de Fotogrametria, e é significativamente usado em trabalhos de avaliação da acurácia posicional.

A justificativa do uso do teste EMAS está na grande flexibilidade do seu uso e suas características, apresentadas e recomendados por Ariza (2002), Calvache (2007), Camargo et al. (2007), Pereira e Nero (2012), e Vieira e Genro (2013):

- Aplicações atuais: demonstram que EMAS especifica a precisão de mapas em escalas grandes com satisfação;
- Método de Comparação: Com fontes mais precisas;
- Componente posicional: horizontal e vertical. Os componentes "X" e "Y" são avaliadas separadamente. Os erros verticais e horizontais são analisadas individualmente;
- Tipo de feição: Ponto;
- Correspondência com padrão de precisão pré-definido: Baseia sua hipótese de limite de erro para erros aleatórios e sistemáticos; e
- Descrição: O teste é uma expressão estatística da precisão. Calculado sobre a componente das coordenadas de erro em relação a "X", "Y" e "Z" para uma amostra de pelo menos 20 pontos. Onde a localização dos pontos sobre a carta é comparada com a localização dos mesmos sobre a fonte de maior exatidão. Se efetua um teste sobre a média, sobre a suposição de população de variância desconhecida para determinar se o

erro sistemático está dentro dos limites aceitáveis, e um teste de variância para determinar se o erro aleatório é aceitável.

Desta forma, todo o procedimento é realizado em duas etapas, sendo primeiramente a análise de tendência usando a distribuição t-Student destinada à verificação da ausência de tendência (erro sistemático), seguido da distribuição Qui-Quadrado destinada à verificação da validade do Erro-Padrão obtido da amostra em relação à precisão requerida para o produto. De maneira combinada, garante-se assim a análise completa de acurácia.

Segundo Dalmolin e Leal (2001), o teste de tendência é realizado a partir da análise das discrepâncias médias amostrais. Enquanto, o teste de precisão é feito a partir da comparação entre a variância das discrepâncias amostrais com os valores pré-estabelecidos no PEC. Estes testes são realizados a partir de testes de hipóteses sobre a média e o desvio padrão amostral das discrepâncias obtidas em cada uma das coordenadas.

A análise de tendência por distribuição t-Student permite utilizar amostras pequenas (no mínimo 20 amostras) ou grandes, a partir dos resíduos das diferença entre as coordenadas de pontos notáveis obtidas no produto cartográfico e em levantamentos ou documentos de referência (VIEIRA E GENRO, 2011).

A análise é feita também considerando uma probabilidade de 90%. Onde, o intuito é demonstrar que a média dos resíduos é considerada estatisticamente igual a zero, com 90% de probabilidade (MERCHANT, 1982 apud. VIEIRA E GENRO, 2011). O teste “t” permite verificar se a média das discrepâncias é igual a zero e indica a ocorrência de tendência ou deslocamento sistemático. Nesse teste, são avaliadas as seguintes hipóteses: $H_0 : \Delta \bar{X} = 0$ e $H_1 : \Delta \bar{X} \neq 0$. Onde $\Delta \bar{X}$ é a média dos resíduos.

Esse teste exige o cálculo da estatística amostral “t” e do seu respectivo intervalo de confiança. Deve-se verificar se o valor de “t” amostral se encontra no intervalo de aceitação ou rejeição da hipótese nula.

O valor de “t” amostral é calculado a partir da expressão 2:

$$t_{\text{cálculo}} = \frac{\Delta \bar{X}}{s} \sqrt{N} \quad (2)$$

Onde $\Delta \bar{X}$ é a média dos resíduos, s é o desvio-padrão e N é tamanho da amostra.

O desvio-padrão amostral s é dado pela expressão 3:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i - \Delta \bar{X})^2}{N-1}} \quad (3)$$

Onde ΔX_i é o resíduo de uma amostra.

O intervalo de confiança condicionante à aceitação da hipótese H_0 é: $|tx| < t_{n-1, \alpha/2}$. Onde um valor limite $t_{n-1, \alpha/2}$ pode ser calculado ou obtido por meio de tabelas.

A próxima etapa é estabelecida pela análise de precisão, onde através do teste do Qui-Quadrado é possível estimar dentro dos limites de confiança, o desvio-padrão populacional σ , a partir do desvio-padrão amostral s e compará-lo ao Erro-padrão esperado da classe do PEC almejado (VIEIRA E GENRO, 2011).

As hipóteses avaliadas no teste do Qui - Quadrado são as seguintes: $H_0: S^2 \leq \sigma^2_{PEC}$ e $H_1: S^2 > \sigma^2_{PEC}$. Onde σ varia em função da escala da carta, sendo calculado por $\sigma = EP/\sqrt{2}$.

A partir da variância amostral, calcula-se a seguinte estatística (4):

$$\chi^2_{a, n-1} = (n-1) \times \left(\frac{s^2}{\sigma^2} \right) \quad (4)$$

O cálculo é realizado para cada coordenada. Posteriormente, verifica-se se o valor calculado encontra-se no intervalo de aceitação da hipótese nula. Caso o valor não se encontre no intervalo estabelecido, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, a carta não atende à precisão pré-estabelecida.

2.4.1.4. Acurácia Temática

Não somente os mapas temáticos necessitam de verificação da acurácia temática, pois qualquer elemento de um mapa representa um tema e necessita da verificação de seu correto significado, como a exemplo a interpretação correta entre estradas não pavimentadas e pavimentadas, comparação entre nomes existentes no mapa e a comparação com os nomes oficiais em campo.

Existem diversos métodos para avaliar a acurácia temática, entre eles o método da matriz de confusão ou matriz de erro, que permite realizar tanto análises descritivas como analíticas (FIGUEIREDO, 2007).

A matriz de erro é formada por um arranjo quadrado de números dispostos em linhas ou colunas que expressam o número de unidades de amostras de uma categoria particular relativa – inferida por um classificador (ou regra de decisão), comparado com a categoria atual verificada no campo. Normalmente abaixo das colunas representa-se o conjunto de dados de referência que é comparado com os dados do produto da classificação que são representados ao longo das linhas. Os elementos da diagonal principal indicam o nível de acerto, ou concordância, entre os dois conjuntos de dados (quadro 4) (CONGALTON e GREEN, 1999; FIGUEIREDO, 2007).

Quadro 4 – Representação matemática de uma matriz de erro.

		Dados de referência				
		1	2	...	k	\sum (Total nas colunas n_{i+})
Classificação	1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1k}	X_{1+}
	2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2k}	X_{2+}
	⋮
	k	X_{31}	X_{32}	...	X_{3k}	X_{k+}
	\sum (Total nas colunas n_{+i})	X_{+1}	X_{+2}	...	X_{+k}	n

Fonte: Adaptada de Figueiredo (2007).

Para matriz de erro as medidas derivadas são: exatidão global, precisão de classe individual, precisão de produtor, precisão de usuário e índice Kappa, entre outros.

Da matriz de erro é possível calcular a exatidão global, assim como outras medidas que expressam a exatidão para as classes individuais. Para a exatidão global (EG) soma-se a diagonal principal da matriz de erros X_{ii} e divide pelo número de amostras coletadas n . Assim, a exatidão global é obtida através da expressão 5 (SARTORI, 2006):

$$EG = \frac{\sum_{i=1}^k X_{ii}}{n} \tag{5}$$

onde, X_{ii} número de observações na linha i e coluna i

n número total de observações

Na matriz de erro as precisões de usuário e do produtor fornecem os valores de erros de exagero (inclusão) e erros de omissão (exclusão) presentes na classificação (GONGALTON e GREEN, 1999).

A exatidão do usuário (*EU*) é expressa pela razão do número de elementos distribuídos corretamente em uma classe pelo número total de elementos classificados na mesma, refletindo os erros de exagero. Já a exatidão do produtor (*EP*) é a razão entre o número de elementos classificados corretamente em uma determinada classe pelo número de elementos de referência amostrados para a mesma classe ou seja, refletindo os erros de omissão (LILLESAND e KIEFER, 1994). Assim *EU* e *EP* são calculados segundo as expressões apresentadas em 6:

$$EU = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \quad \text{e} \quad EP = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \quad (6)$$

Onde, x_{ii} Número de feições classificados corretamente

x_{i+} Total de feições classificados para uma classe *i*

x_{+i} Total de feições de referência classificados para uma classe *i*

A análise de Kappa (*K*) é uma técnica multivariada discreta usada na avaliação da precisão temática e utiliza todos os elementos da matriz de erro no seu cálculo, podendo ser calculado através da seguinte equação 7:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^k X_{ii} - \sum_{i=1}^k X_{i+} X_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k X_{i+} X_{+i}} \quad (7)$$

Onde, x_{ii} valor na linha *i* e coluna *i* da matriz de erro;

x_{i+} soma da linha *i* da matriz de erro;

x_{+i} soma da coluna *i* da matriz de erro;

n número total de amostras;

k número total de classes.

Figueiredo e Vieira (2007), afirmam que embora o coeficiente Kappa seja muito utilizado na avaliação da exatidão de mapeamento, não exista uma fundamentação teórica que recomende quais os níveis mínimos aceitáveis deste coeficiente numa classificação. Entretanto, usualmente a comunidade científica usa a tabela 3, na de avaliação da qualidade da classificação.

Tabela 3 - Desempenho do Índice Kappa.

Desempenho do Índice Kappa	
K<0	Péssimo
0<k≤0,2	Ruim
0,2<k≤0,4	Razoável
0,4<k≤0,6	Bom
0,6<k≤0,8	Muito Bom
0,8<k≤1,0	Excelente

Fonte: Figueredo e Vieira (2007).

2.3.1.5. Acurácia Temporal

Ainda não existe um Padrão de Classificação Temporal (PCT) que permita avaliar a qualidade temporal de um documento cartográfico. Com isso, para se determinar a acurácia temporal de um produto final cartográfico deve-se verificar o ano de aquisição e de edição das IG, definindo assim a “idade” do documento cartográfico e a sua associação temporal.

Entre as determinações geométrica e temporais, observa-se uma analogia. Silva e Silva (2003) exemplifica que, o ano em que foram adquiridos dados para a produção do documento cartográfico pode ser interpretado como uma posição no tempo, ao passo que uma coordenada planimétrica ou altimétrica de determinando ponto pode ser entendida como uma posição no espaço. Da mesma forma, a idade cronológica de um documento cartográfico mensura um afastamento ou comprimento temporal, estabelecendo uma analogia com o comprimento geométrico das feições lançadas no documento cartográfico.

2.4.2 Qualidade Externa de Dados Geoespaciais

A avaliação externa de qualidade analisa como os dados se ajustam às necessidades dos usuários. A qualidade externa também é caracterizada pelo conceito de bom estado para o uso e tem sido oficialmente acordado por organismos de normalização, tais como a ISO. Considerando a qualidade externa, Devillers et al. (2007), definem a qualidade com mais precisão como o grau de concordância entre

as características de dados e as necessidades explícitas e / ou implícitas de um usuário para uma determinada aplicação em determinada área.

O conceito de qualidade externa corresponde ao nível de concordância de que existe entre um produto e as necessidades do usuário, ou expectativas, em um dado contexto. Bedard e Vallière (1995) propuseram seis características para definir a qualidade externa de um grupo de dados geoespaciais conforme seus usos:

- Definição: avalia a natureza de um conjunto de dados e o objeto que ele descreve, isto é, "o que", corresponde às necessidades do usuário;
- Cobertura: avalia a área de abrangência e o período de tomada dos dados, ou seja, o "onde" e o "quando" e sua função é atender às necessidades do usuário;
- Linhagem: informa de onde os dados vêm, seus objetivos de aquisição, os métodos utilizados para obtê-los, isto é, o "como" e o "porquê", serve para ver se os dados atendem às necessidades do usuário;
- Precisão: avalia a confiabilidade dos dados e se ele é aceitável para uma necessidade expressa (precisão semântica, temporal e espacial do objeto e seus atributos);
- Legitimidade: avalia o reconhecimento oficial e legal do escopo de dados e se eles atendem aos padrões necessários, respeito padrões reconhecidos, se tem reconhecimento legal ou administrativo de um órgão oficial, ou se possui garantias do fornecedor, etc;
- Acessibilidade: avalia a facilidade com a qual o utilizador pode obter os dados analisados (de custo, de tempo, formato, confidencialidade, respeito de padrões reconhecidos, direitos de autor, etc.).

Já Wang e Strong (1996) identificaram quatro dimensões de qualidades dos dados geoespaciais de âmbito externo:

- Qualidade Intrínseca de Dados: credibilidade, precisão e objetividade;
- Qualidade Contextual de Dados: valor agregado, relevância, atualidade, integralidade e quantidade adequada de dados;
- Qualidade Representacional de Dados: interpretabilidade, facilidade de compreensão, consistência de representação, representação concisa;
- Qualidade de Dados com Acessibilidade: acessibilidade, segurança de acesso.

A Avaliação da qualidade externa se dá em nível semântico, podendo ou não derivar da qualidade interna ou de parâmetros de qualidade descritos nos metadados (CRUZ, MONTEIRO e SANTOS, 2011).

2.5 Documentos com Indicadores de Qualidade de Dados Espaciais

Os indicadores de Qualidade de dados Espaciais apresentados nos itens 2.4.1 e 2.4.2 foram em sua maioria derivados de diversas fontes. Devillers, Bedard e Jeansoulin (2005) apresentam:

- O *Spatial Data Transfer Standard*, o Padrão de Transferência de dados Espaciais dos Estados Unidos da América contém uma seção sobre elementos de qualidade de dados espaciais. O padrão de transferência de dados espaciais Americano foi aceito em 1992 (DEPARTMENT OF COMMERCE, 1992) e mais tarde, em 1998, foi incorporado o padrão de metadados dos EUA pela FGDC – *Federal Geographic Data Committee* que é um comitê interinstitucional que promove o desenvolvimento coordenado, uso, compartilhamento e disseminação de dados geoespaciais em uma base nacional. Este esforço editorial nacional de dados é conhecido hoje como a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais dos EUA, o NSDI - *National Spatial Data Infrastructure*);
- ICA - *International Cartographic Association*. A Associação Cartográfica Internacional, em 1995, publicou o livro intitulado "Elementos de Qualidade espacial". O livro contém contribuições de uma série de autores (GUPTILL e MORRISON, 1995)
- CEN/TC287 (1998). O Comitê Técnico 287, parte do Comitê Europeu de Normalização (CEN), desenvolveu a Pré-norma europeia ENV12656. Durante o processo de iniciação de normalização da ISO e da CEN/TC287. O ISO/TC211 - Comitê Técnico 211 da Organização Internacional de Normalização (ISO) tem desenvolvido uma série de normas internacionais para informações geográficas, hoje destaca-se como as mais usuais no mundo para guiar as implementações de

Infraestruturas de Dados Espaciais com qualidade a série ISO 19100 (ISO, 2010).

2.6 Normas da família ISO/TC211 - ISO 19100

O ISO/TC211, tem entre outras funções desenvolver um conjunto abrangente de padrões de cunho geográfico, promovendo o desenvolvimento, implantação e normalização da IG. Neste contexto o comitê desenvolveu a série de normas ISO19100 que fornece visões gerais de qualidade cartográfica para as categorias de padronização de Infraestrutura Geoespacial, modelagem de dados de geoespaciais, gestão da IG, serviços de IG, codificação da IG e temas específicos.

A ISO 19100 é uma série de normas para a definição, descrição e gestão da IG, ou seja, informações sobre objetos ou fenômenos que estão direta ou indiretamente associados a uma localização relativa à Terra. Esta série de normas especifica métodos, ferramentas e serviços para gestão de informações, incluindo a definição, aquisição, análise, acesso, apresentação e transferência de tais dados em formato digital / eletrônico entre diferentes usuários, sistemas e locais (CBS/ITT-FWIS, 2004).

Os padrões da série ISO 19100, publicados pelo ISO/TC211, estão divididos em grupos listado no 'Guia de Normas - Informação Geográfica / Geomática do ISO/TC211' (ISO, 2010). Neste guia, há uma série de normas que especificam a infraestrutura para a padronização geoespacial. Normas estas que, descrevem modelos de dados para informação geográfica, padrões de gerenciamento da informação geográfica e de serviços de informação, como é possível observar no quadro 5:

Quadro 5 - Principais normas da série ISO 19100.

PRINCIPAIS NORMAS DA SÉRIE ISO 19100
Normas que especificam as regras para padronizar a Infraestrutura Geoespacial
ISO 19101 Informação Geográfica - Modelo de referência
ISO/TS 19103 Informação Geográfica – Conceituação ao esquema de linguagem
ISO/TS 19104 Informação Geográfica - Terminologias
ISO 19105 Informação Geográfica – Conformidades e testes
ISO 19106 Informação Geográfica – Perfis
Normas que descrevem modelos de dados para a Informação Geográfica
ISO 19109 Informação Geográfica – Regras para aplicação de esquemas
ISO 19107 Informação Geográfica – Esquema espacial
ISO 19137 Informação Geográfica – Principais perfis de esquema espacial
ISO 19123 Informação Geográfica – Esquema para geometria e funções de cobertura
ISO 19108 Informação Geográfica – Esquema temporal
ISO 19141 Informação Geográfica – Esquema para objetos em movimento
ISO 19111 Informação Geográfica – Referência espacial por coordenadas
ISO 19112 Informação Geográfica – Referência espacial por identificadores geográficos
Normas de manuseio da Informação Geográfica
ISO 19110 Informação Geográfica – Metodologia para catalogação de objetos
ISO 19115 Informação Geográfica - Metadatos
ISO 19113 Informação Geográfica — Princípios de qualidade
ISO 19114 Informação Geográfica — Procedimentos da avaliação da qualidade
ISO 19131 Informação Geográfica — Especificações de produção de dados
ISO 19135 Informação Geográfica — Procedimentos para registro de elementos
ISO/TS 19127 Informação Geográfica — Códigos geodésicos e parâmetros
ISO/TS 19138 Informação Geográfica — Medição da qualidade dos dados
Normas de serviços da Informação Geográfica
ISO 19119 Informação Geográfica — Serviços
ISO 19116 Informação Geográfica — Serviços de posicionamento
ISO 19117 Informação Geográfica — Representação gráfica
ISO 19125-1 Informação Geográfica — Acesso a objetos simples — Parte 1: Arquitetura comum
ISO 19125-2 Informação Geográfica — Acesso a objetos simples — Parte 2: Opção SQL
ISO 19128 Informação Geográfica — Interface de servidor de mapas web
ISO 19132 Informação Geográfica — Serviços baseados na localização — Modelo de referência
ISO 19133 Informação Geográfica — Serviços baseados na localização — Rastreamento e navegação
ISO 19134 Informação Geográfica — Serviços baseados na localização — multicaminhamento de navegação
Normas de codificação da Informação Geográfica
ISO 19118 Informação Geográfica — Codificação
ISO 6709 Representação padrão de localização geográfica por coordenadas

ISO 19136 Informação Geográfica — Linguagem de programação geográfica (Geography Markup Language - GML)
ISO/TS 19139 Informação Geográfica — Metadatos — Implementação de esquema XML
Normas para áreas temáticas específicas
ISO/TS 19101-2 Informação Geográfica — Modelo de referência — Parte 2: Imagens
ISO 19115-2 Informação Geográfica — Metadatos — Parte 2: Extensões para imagens e dados raster.

Fonte: Adaptada do Guia de Normas - Informação Geográfica / Geomática da ISO/TC211 (ISO, 2010).

3. INFRAESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS

A falta de protocolos únicos na geração da IG faz com que inúmeros modelos de dados sejam criados. Cada feição geográfica possui características, representações e atributos próprios, o que várias vezes dificulta e inviabiliza a integração dos dados espaciais. Além do problema da falta de padrões que garantam uma integração homogênea dos dados espaciais. Em particular, ainda há no Brasil a uma preocupação a mais levantada pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão / Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, que afirma que no país, a expansão do uso de geotecnologias por usuários de outros setores de conhecimento com imperícia cartográfica tem ocasionado inadequações na utilização e integração de dados (CONCAR, 2011).

Voltando ao problema de como integrar e normalizar dados espaciais, Ariza (2002) afirma que uma boa solução é a adoção de infraestruturas de dados espaciais, as chamadas IDEs. As IDEs são ferramentas ou estruturas que são implementadas com a finalidade de harmonização e distribuição de informações espaciais de maneira interoperável, ou seja, que os dados possam ser acessados através de diferentes plataformas.

O principal benefício de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) é essencialmente prover as condições para a coordenação, integração, troca e partilha de dados geográficos entre diferentes atores de vários níveis da comunidade de dados espaciais. As IDEs assumem uma grande importância no contexto da gestão de informação espacial para a tomada de decisões, como forma de garantir um desenvolvimento economicamente e ambientalmente equilibrado (LIMA, 2012).

O Comitê Federal de Dados Geográficos ou FGDC³ define infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) como: *“As tecnologias, políticas, critérios, padrões e pessoas necessárias para promover o compartilhamento de dados espaciais em todos os níveis de governo, setores privado, órgãos sem fins lucrativos e a academia. Ele fornece uma base ou estrutura de práticas e relacionamentos entre produtores de dados e usuários que facilitam o uso e compartilhamento de dados e, é um conjunto de ações e novos modos de acessar, compartilhar e usar dados geográficos que permite tornar mais compreensível a análise do dado para ajudar tomadores de decisões escolherem o melhor curso da ação”* (FGDC, 2012).

³ Termo inglês “Federal Geographic Data Committee”

A definição apresentada pela Associação Global de Infraestruturas de dados ou GSDI⁴ considera a Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) como base relevante da coleção de tecnologias, políticas e mecanismos institucionais que facilita a disponibilidade de acesso aos dados espaciais. Afirma ainda que a IDE fornece uma base para a descoberta de dados espaciais e aplicações para usuários e fornecedores contidos em todos os níveis do governo, setores comerciais, setores sem fins lucrativos, das universidades e dos cidadãos em geral. Deve incluir também os critérios organizacionais necessários para coordenar e administrar essa infraestrutura nas escalas locais, nacionais ou transnacionais. GSDI (2004, p. 8).

Conforme definições já apresentadas, as principais componentes da IDEs incluem pessoas, dados, acesso à rede, políticas e normas. Rajabifard et al. (2000) apud Nakamura (2010), propôs como componentes centrais das IDEs as políticas de acesso, redes, normas técnicas, pessoas (incluindo parcerias) e dados espaciais. Este modelo propõe que a interação fundamental entre dados espaciais / recursos e as partes interessadas (pessoas) é regido pelos componentes dinâmicos da IDE incluindo redes de acesso tecnológico, políticas e normas (figura 11).



Figura 11 – Componentes da IDEs.

Fonte: Figura adaptada de Rajabifard, Feeney e Williamson (2002)

3.1 Níveis de IDEs

Os comitês de Infraestruturas de dados espaciais possuem caráter fundamental na composição, gerenciamento e estruturação das metodologias a serem seguidas para implantação e acompanhamento das diversas IDEs desde seu nível Global até o Institucional.

⁴ Termo inglês “*Global Spatial Data Infrastructure Association*”

Os diferentes níveis de IDEs possuem uma estruturação hierárquica em sua forma de apresentação. Rajabifard et al. (2000) apud Nakamura (2010) elucida os níveis de relação entre os diferentes níveis das IDEs em duas vertentes:

Na primeira (figura 12), denominada *building block*, o nível superior é sustentado pelos níveis inferiores representados como uma pirâmide, os níveis inferiores, por sua vez, são alimentados com as informações dos níveis superiores. O nível superior engloba um nível global, que possui elementos de orientação e estruturação básica aos demais níveis. Como exemplo de níveis inferiores pode-se citar as IDEs regionais que tratando-se desta vertente além de obedecer os aspectos globais também é embasada por uma estruturação de componentes particulares às realidades e necessidades locais.

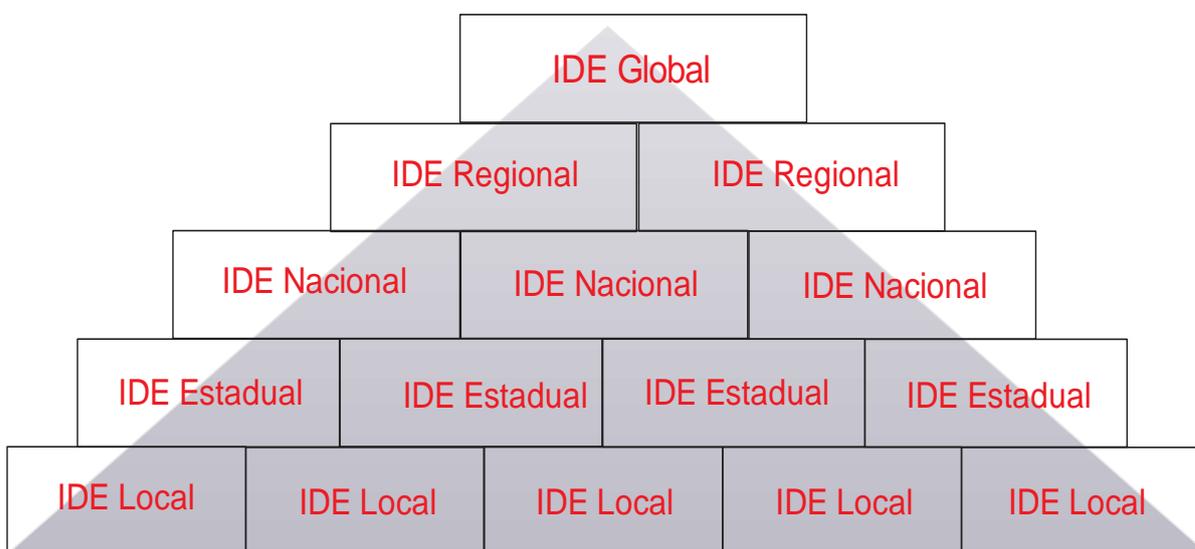


Figura 12 - Hierarquia da IDE: Vista em 'building block' (Blocos).

Fonte: Figura adaptada de Rajabifard, Chan e Williamson (1999 apud NAKAMURA, 2010).

A segunda (figura 13) é a *umbrella* em que todos os princípios e componentes das IDE são definidos no nível global e mantidos nos níveis hierarquicamente inferiores.

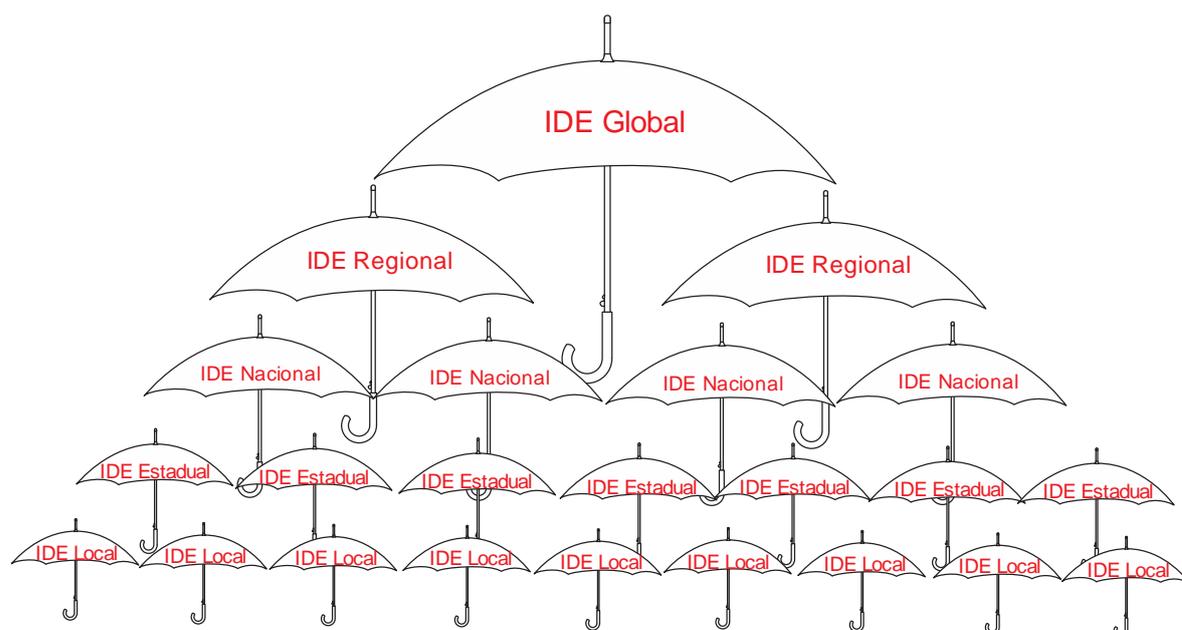


Figura 13 - Hierarquia da IDE: Vista em 'Umbrella' (Guarda-Chuva). Fonte: Figura adaptada de Rajabifard et al. (2000 apud NAKAMURA, 2010).

Segundo Nakamura (2010), o nível de base da hierarquia das IDEs podem ser cooperativas (organizacionais), permitindo compartilhar e integrar dados de diferentes unidades de negócio em uma organização. Esses conjuntos de dados deveriam ser compartilhados por todos os usuários na organização. Unidades de negócio podem criar suas próprias estruturas para atender a uma unidade maior. A interoperabilidade entre as IDEs é garantida diante da utilização de normas, padrões e instrumentos legais.

Rajabifard et al. (2000) apud Nakamura (2010), apresentam uma comparação entre os componentes básicos das IDEs nos diferentes níveis, e normativas geralmente utilizadas e possíveis coordenadores. Tais informações ajudam a identificar as semelhanças e diferenças dos diferentes níveis de IDEs, conforme é possível verificar na quadro 6:

Quadro 6 – Características básicas de IDEs nos diferentes níveis.

Níveis	IDE Global	IDE Regional	IDE Nacional	IDE Estadual	IDE Local
Características					
Quadro Institucional	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), acesso a dados, financiamentos, lideranças e treinamentos	Idem anterior	Idem anterior	Idem anterior	Idem anterior
Conjuntos de dados fundamentais	Rede Global de Controle Geodésico, elevações, fronteiras administrativas, transportes, principais recursos hídricos, locais populares, nomes geográficos, acidentes naturais	Rede Regional de Controle Geodésico, elevações, fronteiras administrativas, transportes, principais recursos hídricos, locais populares, nomes geográficos, uso e ocupação do solo, acidentes naturais, projetos regionais	Rede Nacional de Controle Geodésico, informações topográficas, uso e ocupação do solo, acidentes naturais, projetos nacionais e regionais, Informações Cadastrais	Rede Nacional e Estadual de Controle Geodésico, informações topográficas, mapas cadastrais, acidentes naturais, projetos nacionais e estaduais, Informações Cadastrais	Rede Nacional e Local de Controle Geodésico, informações topográficas, mapas cadastrais, acidentes naturais, projetos nacionais e locais
Escala Cartográfica	Pequena	Pequena - Média	Pequena - Média	Grande - Média	Grande
Normas Técnicas	Normas Internacionais (ISO/TC211)	Normas Internacionais (ISO/TC211) ou Normas Regionais	Normas Internacionais (ISO/TC211) ou Normas Nacionais	Normas Nacionais	Normas Nacionais
Rede de Acesso	Sistema de diretório Global, Estruturação Tecnológica em World Wide Web (WWW)	Sistema de diretório Regional, Estruturação Tecnológica (Banco de Dados Distribuídos (BDD))	Sistema de diretório Nacional, Estruturação Tecnológica (Banco de Dados Distribuídos (BDD) e Wide Area Network (WAN) ou 'rede geograficamente distribuída'	Idem anterior	Idem anterior
Pessoas ou Atores	Governos, universidades, organizações globais (governamentais ou não)	Os governos regionais, universidades, organizações regionais	Todos os níveis de governos, universidades, setores privados, organizações sem fins lucrativos	Todos os níveis de governos estaduais, universidades, setores privado, organizações sem fins lucrativos	Todos os níveis de governos locais, universidades, setores privado, organizações sem fins lucrativos
Coordenação	Comissão de Coordenação Internacional	Comitês Regionais de GIS e Infraestrutura	Governo Federal	Governo Estadual	Governo Local
Fatores de Influências Externas	Questões Legais e Administrativas, Sistemas políticos, Falta de consciência, segurança em dados espaciais	Sistemas políticos, questões jurídicas e administrativas, segurança em dados espaciais, diversidades sociais e culturais, de línguas, área dos países	Falta de consciência do valor das IDEs, prioridades	Falta de consciência do valor das IDEs, prioridades	Falta de consciência do valor das IDEs, prioridades

Fonte: Quadro adaptado de Rajabifard et al. (2000).

Na infraestrutura de dados de nível global, órgãos como a ONU (Organização das Nações Unidas), GSDI (Global Spatial Data Infrastructure Association), UNSDI (United Nations Spatial Data Infrastructure) e outros de apoio

ao acesso global e público das informações geográficas, têm papéis fundamentais nas ações de coordenação, organização, sensibilização e implementação de políticas que proporcionem padronizações e mecanismos destinados ao desenvolvimento, acessibilidade e interoperabilidade de dados geográficos digitais e tecnologias, como base para a tomada de decisões em múltiplas escalas e variadas destinações. As ações dos órgãos de esfera global compreendem orientações quanto às políticas, organizações, gestões, estruturação de dados, padrões, tecnologias, mecanismos de interoperabilidade, mão de obra e recursos necessários para assegurar que os usuários dos diferentes níveis consigam cumprir seus objetivos.

Em seu *Spatial Data Infrastructure Cookbook* a GSDI (2009) define que os indicadores básicos da qualidade, ou seja as componentes quantitativas que documentam a qualidade de um conjunto de dados, são garantidas através da relação entre quatro estruturas básicas que se preocupam com a avaliação da qualidade:

- processo de avaliação de conformidade - processo que avalia a conformidade de um padrão de implementação internacional;
- cláusula de conformidade – define as cláusulas necessárias, a fim de satisfazer a qualidade através de alguns os requisitos normativos;
- testes de conformidade - teste de um produto para determinar a medida em que o produto possui conformidade com determinadas aplicações;
- relatório de ensaio da conformidade - resumo da conformidade com a Norma Internacional, bem como todos os detalhes de testes realizados pelos dados em geral.

O Processo de avaliação de conformidade é um conceito de nível superior, sendo o processo de avaliação da conformidade de uma implementação gerado a partir de uma norma internacional e a partir deste, outros conceitos de nível inferior são incorporados ao processo variando conforme as necessidades segundo as diferentes situações.

Quanto às recomendações de procedimentos técnicos a GSDI (2009) recomenda ainda, o uso das normas:

- ISO 704:2000, que estabelece os princípios básicos e métodos para a preparação e compilação de terminologias, padrões de *'frameworks'*⁵ de saída, conexões entre objetos, entre outros;
- ISO/TC 211: Série ISO 19100, que consiste em um guia de padrões de qualidade geográficas para as agências de mapeamento;
- DIGEST (sigla em inglês de: *The Digital Geographic Information Exchange Standard*) Edição 2.1, que foi produzida pelo DGIWG (sigla em inglês de: *Digital Geographic Information Working Group*), em Setembro de 2000 e possui um padrão relacionado a uma série de outras normas internacionais além de possuir como principal característica o intercâmbio de dados geográficos entre os vários sistemas militares e sistema de informação geográfica em geral.

Várias são as normas utilizadas nas IDEs que fazem apologia à qualidade na IG como princípio fundamental para garantir sucesso em uma IDE. O quadro 7, apresenta a alguns padrões e normas de qualidade mencionados em algumas IDEs e suas características quanto aos indicadores definidores de controle de qualidade das informações cartográfica, onde é possível verificar que grande parte das IDEs têm suas normas baseadas nos padrões internacionais da ISO, enquanto outras possuem características próprias.

O quadro 7, apresenta as principais normas que caracterizaram algumas IDEs, de Níveis regionais e nacionais. A opção pelo detalhamento destas IDEs se deu pelo fato de maior acessibilidade às normas através, dos sites dos comitês de cartografia responsáveis pelas IDEs dos diversos países e regiões. A princípio, pode causar estranhamento ao leitor a terminologia IDE regional para infraestruturas formadas por diversos países, contudo como já apresentado no item 3.1 deste trabalho, tal termo é internacionalmente usual na identificação hierárquica de IDEs inferiores a IDEs globais e superiores a IDEs nacionais, ou seja para IDEs entre países, como é o caso da Infraestrutura de Informação Espacial na Europa, a INSPIRE, que abrange 30 países da União.

⁵ Estrutura básica de uma base de dados ou processo ou programa

Quadro 7 - Visão Geral das Normas de Controle de Qualidade Aplicados em algumas IDEs Regionais e Nacionais

NOME DA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS	Infraestrutura de informação espacial na Europa (INSPIRE)	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (NSDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais do México (IDEMex)	Infraestrutura de Dados Espaciais da Austrália (ASDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais da República de Cuba (IDERC)
PAÍSES	30 países da União Européia	Estados Unidos da América	México	Austrália e Nova Zelândia	Cuba
ORGANIZAÇÕES RESPONSÁVEIS	Comunidade Europeia e Comitê Técnico ISO/TC 211	Comitê Federal de Datos Geográficos (FGDC) e National Spatial Data Infrastructure (NSDI)	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)-México	O Conselho de Informação Territorial da Austrália e Nova Zelândia (ANZLIC)	Comissão Nacional de Infraestrutura de Dados Espaciais da República de Cuba (CIDERC)
CLASIFICAÇÃO DE DADOS ESPACIAIS	ISO 19104. Terminologia; ISO 19110. Metodologia para catalogação de objetos geográficos; ISO 19144-1. Parte 1: sistema de classificação: estrutura de classificação; ISO 19144-2. Sistema de classificação: Sistema de classificação LCCS do uso da terra.		Norma Técnica NTG015_2006. Para a classificação de dados espaciais, grupos e classes estabelecidos para classificar e dar hierarquia para dados espaciais gerados pelas unidades produtoras de informações que compõem os sistemas nacionais de estatísticos e informação geográfica.	Projeto 864 Localização de objetos do espaço	Norma Técnica CTN 113.002_08 terminologia (referência ISO TC211-19104); Norma Técnica NC 13-17_1988. Cartografia: Termos e definições; Norma Técnica NC-13.26_1989. Geodésia e cartografia. Hidronímia: Termos e definições; Norma Técnica NC-13.29_1989. Geodésia e cartografia. Oronímia: Termos e definições; Norma Técnica NC-13.30_1989. Geodésia e cartografia. Economia: Termos e definições; Norma Técnica NC-13.31_1989. Geodésia e cartografia. Litonímia: Termos e definições.
MODELOS DE DADOS E PRODUTOS	ISO 19109. Regras para aplicação de esquemas ; ISO 19107. Esquema espacial; ISO 19137. Principais perfis de esquema espacial; ISO 19123. Esquema para geometria e funções de cobertura; ISO 19108. Esquema temporal; ISO 19141. Esquema para objetos em movimento; ISO 19111. Referência espacial por coordenadas; ISO 19112. Referência espacial por identificadores geográficos.		Norma Técnica NTG016_2006. Modelo espacial de dados que aborda as especificações mínimas dos dados espaciais.	Norma Técnica AS/NZS ISO 19131:2008. Especificações para produção de dados.	Norma Técnica CTN 113.004_08 Regras para Esquemas de aplicações (Referência ISO TC211-19109)
METADADOS	ISO 19101. Modelo de Referência; ISO 19107. esquema espacial; ISO 19109. Regras para aplicação de esquemas; ISO 19125-1. Acesso a objetos simples: parte 1: arquitetura comum, parte2: opções com ISO SQL e parte 3: opção com OLE/COM; ISO 19110. Metodologia para catalogação de objetos; ISO 19115. Metadatos; ISO 19135. Procedimentos para registro de elementos.	Padrões de metadados espaciais digitais. Parte 1: Padrão para perfil de metadados espaciais digitais de dados biológicos e parte 2: Padrão para perfil de metadados espaciais digitais de dados sobre litorais: extensões para codificação de metadados para controle remoto de perfis padrão de metadados de sensoriamento remoto segundo a FGDC ISO19115.	Norma Técnica NTG-017_2007. Norma Técnica de Metadatos	Norma Técnica AS/NZS ISO 19115. Perfis de Metadados Versão 1.1	Norma Técnica CTN 113.007_08 Metadatos (Referência ISO TC211-19115)

(Continua)

NOME DA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS	Infraestrutura de informação espacial na Europa (INSPIRE)	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (NSDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais do México (IDEMex)	Infraestrutura de Dados Espaciais da Austrália (ASDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais da República de Cuba (IDERC)
QUALIDADE DOS DADOS E PRODUTOS CARTOGRÁFICOS	ISO 19113 Princípios de qualidade; ISO 19114 Procedimentos da evolução da qualidade; ISO 19105.Conformidades e testes; ISO 19131. Especificações de produção de dados; ISO 19135.Procedimentos para registro de elementos; ISO/TS 19127. Códigos geodésicos e parâmetros; ISO/TS 19138. Medição da qualidade dos dados.				Norma Técnica CTN113.005_08 princípios de qualidade (Referência ISO TC211-19113); Norma Técnica CTN 113-006_08 qualidade de procedimentos (Referência ISO TC211 - 19114); Norma Técnica CTN113.009_08 a avaliação da conformidade e teste (Referência ISO TC211-19105); Norma Técnica NC 13/10/1984. Geodésia e cartografia. Mapas topográficos à escala 1: 25 000 e 1: 50 000 e 1: 100 000. Norma Técnica NC 57.43_84 Especificações de obrigatoria de qualidade. Norma Técnica NC 13.12_1985. Geodésia e cartografia. Mapas topográficos em escalas de 1: 250 000 e 1: 500 000 e 1: 1 000 000. Especificações obrigatórias de qualidade. (anteriormente, 57.61_85); Norma Técnica NC 13.18_1988. Geodésia e cartografia. Especificações obrigatoria de qualidade do mapa cadastral. Norma Técnica NC 13.25_88. Geodésia e cartografia. Gráfico de aeronáutico. Especificação geral de qualidade. (obrigatório)
EXATIDÃO POSICIONAL	ISO 19116. Serviços de posicionamento	Padrões de exatidão posicional geoespacial. Parte 1: procedimento metodológico. Parte 2: norma para redes geodésicas. Parte 3: norma nacional para exatidão dos dados. Parte 4: arquitetura, engenharia, construção e controle de serviços. Parte 5: norma para mapeamento náutico e levantamentos hidrográficos.	Norma Técnica NTG002_2005. Norma de exatidão posicional para trabalhos de referências geográficas na superfície da terra.		Norma Técnica NC ISO 5725.1_2005. Exatidão (verificação e precisão) de métodos de medição e resultados— parte 1: princípios gerais e definições (ISO 5725.1: 1994)
COMPLETUDE					
EXATIDÃO TEMPORAL					
EXATIDÃO TEMÁTICA					
CONSISTÊNCIA LÓGICA					

(Continua)

NOME DA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS	Infraestrutura de informação espacial na Europa (INSPIRE)	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (NSDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais do México (IDEMex)	Infraestrutura de Dados Espaciais da Austrália (ASDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais da República de Cuba (IDERC)
USO DE DADOS	Norma para dados sobre seus usos: INSPIRE Especificação de Dados em Unidades Administrativas - Diretrizes v3.0.1 2010/05/03; INSPIRE Especificação de dados em parcelas cadastrais - Diretrizes v 3.0.1 03.05.2010; INSPIRE Especificação de dados em Nomes Geográficos - Diretrizes v 3.0.1 03.05.2010; INSPIRE Especificação de dados sobre hidrografia - Diretrizes v 3.0.1 03.05.2010; INSPIRE Especificação de dados nos sítios protegidos - Diretrizes v 3.1.0 03.05.2010; INSPIRE Especificação de dados em redes de transporte - Diretrizes v 3.1 2010/03/05; INSPIRE especificações de dados sobre endereços - Diretrizes v 3.0.1 03.05.2010; INSPIRE Especificação de Sistemas de referência de coordenadas - Diretrizes v 3.1 2010/03/05; INSPIRE Especificação em Sistemas de grelha - Diretrizes v 3.0.1 03.05.2010;				
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA ON-LINE	ISO 19128. Interface de servidor de mapas web; ISO 19142. Web Feature Service;			Norma Técnica AS / NZS ISO 19142_2011 Web Feature Service; Norma Técnica AS/NZS ISO 19128_2006. Interface de servidor de mapas web; Documento OGC (Open Geospatial Consortium) N° 04-094. Web Feature Service (WFS) Especificações de Implementação V1.1.0; Documento OGC (Open Geospatial Consortium) N° 06-042. Web Map Service (WMS) Especificações de Implementação V 1.3.0	Norma Técnica CTN 113.010-08 Interface de Servidor de Mapas Web. (ISO TC211-19128)

(Continua)

NOME DA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS	Infraestrutura de informação espacial na Europa (INSPIRE)	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (NSDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais do México (IDEMex)	Infraestrutura de Dados Espaciais da Austrália (ASDI)	Infraestrutura de Dados Espaciais da República de Cuba (IDERC)
INTEROPERABILIDADE (TRANSFERÊNCIA DE DADOS ESPACIAIS)	ISO/DIS 14825. Sistemas de transporte inteligente – Arquivos de dados geográficos; ISO 19136. Linguagem de programação geográfica (Geography Markup Language - GML); ISO 19103. Conceituação ao esquema de linguagem; ISO 19118. Codificação; ISO 19143. Filtros de codificação.	Padrão de transferência de dados espaciais. Partes 1 a 4: padrão para transferência de dados espaciais. Parte 5: perfil raster com formato básico para transferência de imagens (extensão BIFF). Parte 6: transferência de pontos. Parte 7: perfil de desenhos e esboços com apoio de computador	Norma Técnica NTG - 023. Técnicas de acesso, padrão e troca de dados e informações geográficas	Norma Técnica AS 2482_1989. Troca de dados para sistemas geográficos para mapeamento digital com regras de códigos; Norma Técnica AS 4212_1994. Dicionários de dados para transferir informações de domicílios por ruas; Norma Técnica AS / NZS 4270.1_1995. Normas para a transferência de dados espaciais - especificações lógicas; Norma Técnica AS / NZS 4270.2_1995. Normas de transferência de dados espaciais - regras especiais; Norma Técnica AS / NZS 4270.3_1995. Normas para transferência de dados espaciais - codificação ISO 8211; Norma Técnica AS / NZS 4270.4: 1995. Norma para transferência de dados espaciais - perfis de vetor topológicos	Norma Técnica CTN 113.001.08 Esquema de linguagem conceitual (ISO TC211-19103)
EDIÇÃO CARTOGRÁFICA	ISO 19117. Representação gráfica		Norma Técnica NTG013_2006. Estabelece as disposições mínimas de edições para Cartografia topográfica.		
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA DADOS ESPACIAIS	ISO 19126. Dicionário de feições e registros; ISO 19106. Perfis; ISO 19108. Esquema temporal.		Norma Técnica NTG015_2006. Para a classificação de dados espaciais; Norma Técnica NTG022_2008. Modelo geral de integração de informações de dados espaciais.	Norma Técnica AS / NZS 4271.1 (Interna): 2000. Dicionário de dados	Norma Técnica CTN 113.003_08. Esquema Temporal (ISO TC211-19108)

3.2 A Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

A INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais foi instituída em 27/11/2008 através do Decreto Nº 6.666 com a seguinte definição:

“Conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados espaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal.” (BRASIL, 2008)

O modelo organizacional e gestor da INDE (figura 14) é formado seguindo uma hierarquia, onde, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o órgão responsável de apoio técnico e administrativo da Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR). À CONCAR, compete a homologação dos padrões e normas da INDE, as definições das diretrizes e coordenação para a implantação do Diretório Brasileiro de Dados Geoespaciais (DBDG) conforme um Plano de Ação para Implantação da INDE, instituído em conjunto com um comitê especializado.

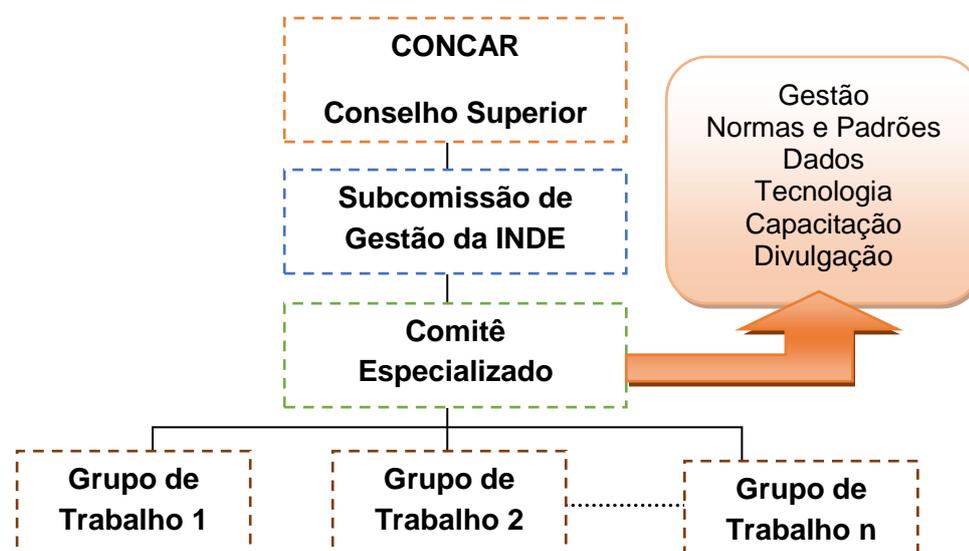


Figura 14 – Diagrama do modelo organizacional e gestor da INDE.

Fonte: IBGE, 2009.

O conselho superior e a subcomissão de gestão da CONCAR é composta por um presidente, um secretário executivo, representantes de órgãos e entidades federais e representantes regionais. O comitê especializado, é composto de um corpo técnico que dividem-se em: Comitê de Estruturação da Mapoteca Nacional Digital, Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais, Comitê de Implantação

da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, Comitê de Nomes Geográficos, Comitê de Normatização do Mapeamento Cadastral. Tal comitê através de grupos de trabalhos levam as propostas de regulamentações e divulgações a serem aprovadas e implantadas pela CONCAR (IBGE, 2009).

O DBDG está sendo implementado segundo uma arquitetura multitemas, contendo a camada de aplicações (composta por navegadores web ou por aplicações que se situam nos domínios do cliente via Portal SIG Brasil), a camada intermediária (onde é possível registrar usuários, controlar o acesso às informações armazenadas, realizar aplicações, agregar metadados, acessar recursos e prover funcionalidades para manutenção do DBDG, entre outros) e a camada dos servidores (constituída de servidores de dados geoespaciais, servidores de serviços web, servidores de arquivos e servidor de metadados) (figura 15).

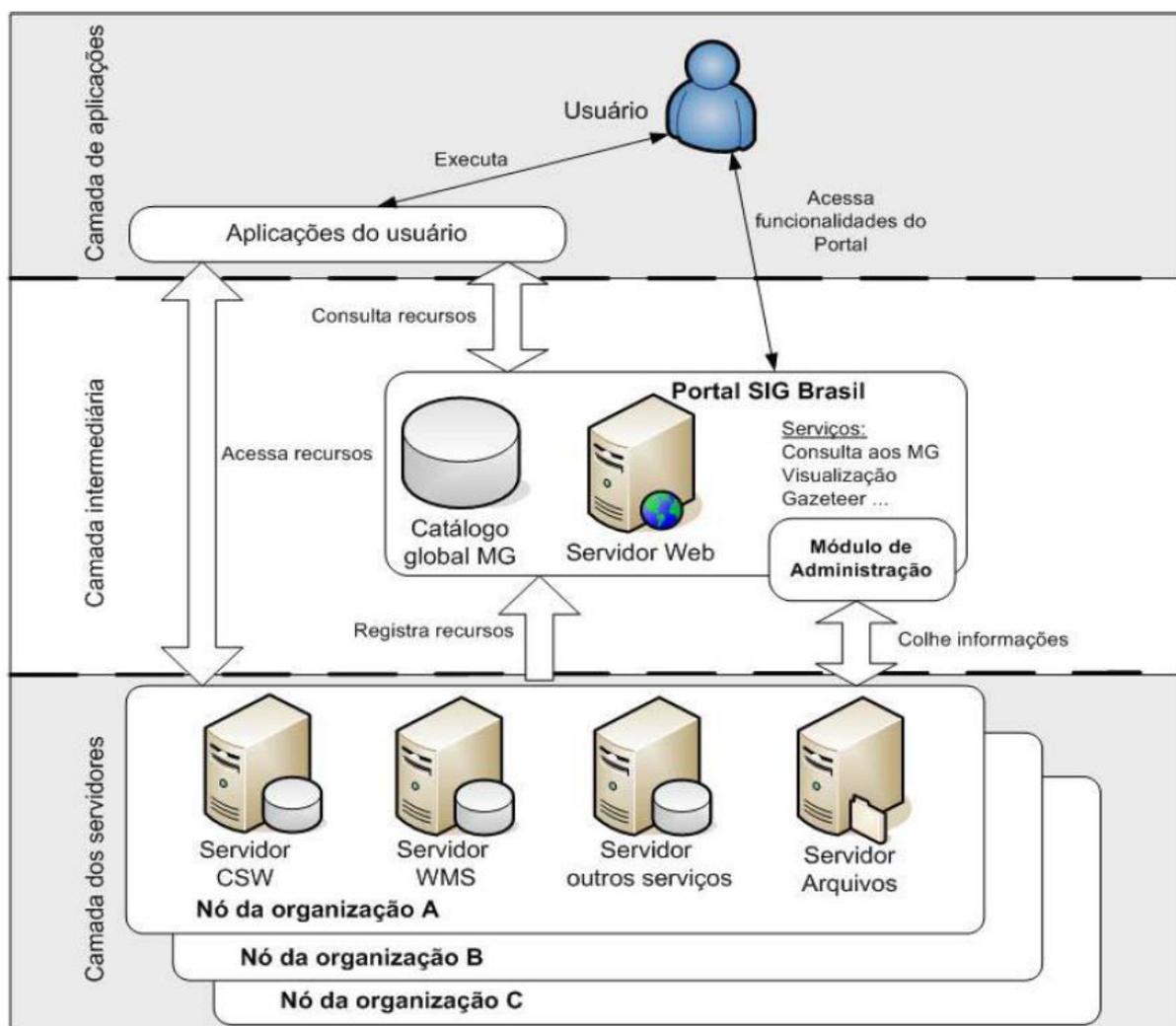


Figura 15 – Diagrama Conceitual do DBDG. Fonte: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão / Comissão Nacional de Cartografia, 2010.

Destaca-se dentro do Plano de Ação para implantação da INDE as especificações técnicas que vem sendo elaborada para garantir os padrões almejados numa IDE. São elas: ET-EDGV⁶, ET-ADGV⁷, ET-PCDG⁸, ET- CQPCDG⁹ e ET-RDG¹⁰. A primeira delas, a Especificação Técnica para a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) apresenta um padrão fundamental a todos aqueles que contratam, produzem, fiscalizam ou apenas são usuários de dados vetoriais associados a bancos de dados, contemplando ainda um modelo conceitual a ser utilizado na cartografia nacional onde o espaço geográfico brasileiro é representado por feições geográficas agregadas em treze categorias (Figura 16) de informações sendo elas: Relevo; Vegetação; Hidrografia; Sistema de Transporte; Energia e Comunicações; Abastecimento de Água e Saneamento Básico; Educação e Cultura; Estrutura Econômica; Localidades; Pontos de Referência; Limites; Administração Pública; Saúde e Serviço Social. A ET-EDGV é concebida por diagramas de classe objetos correspondentes a cada uma das categorias, explicando relacionamentos entre as feições, os seus atributos e seus campos de domínio.

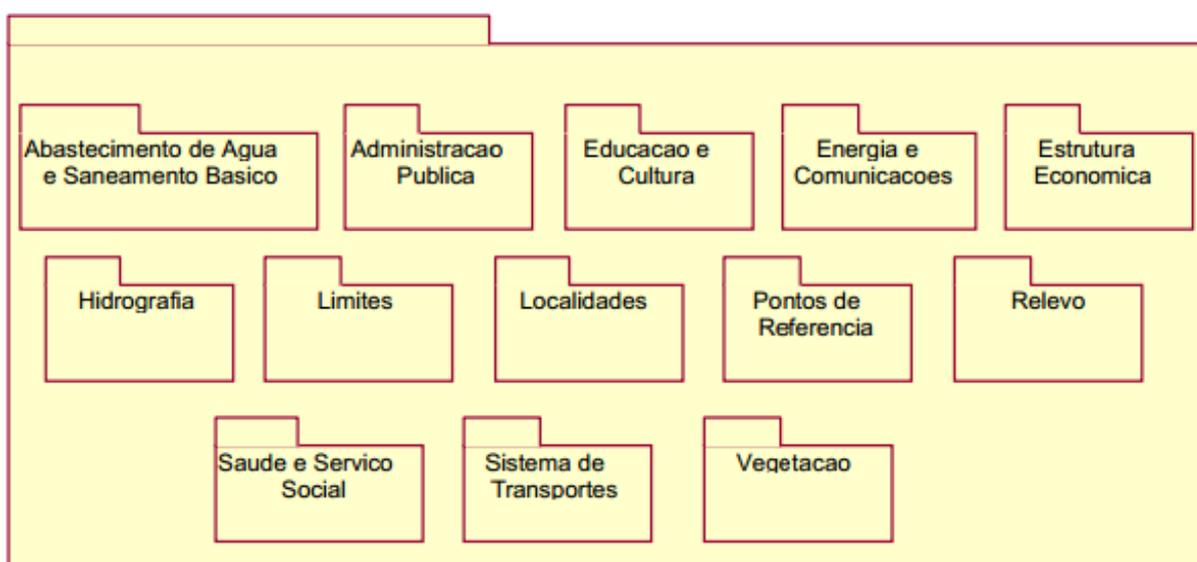


Figura 16 –Diagramas de Classe que implementa o modelo conceitual previsto na INDE. Fonte: (CONCAR, 2008)

⁶ Especificação Técnica para a Estrutura de Dados Geoespaciais Vetoriais.

⁷ Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais.

⁸ Especificação Técnica para Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais.

⁹ Especificações Técnicas para o Controle de Qualidade dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais.

¹⁰ Especificação para a Representação de Dados Geoespaciais.

A Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) visa auxiliar aos que produzem e aos que contratam e devem fiscalizar dados geoespaciais recebidos. Na apresentação desta norma é definida a acurácia posicional da geometria das feições e detalhado como construir esse atributo.

Na Especificação Técnica dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (ET-PCDG) se caracteriza pela especificação determina as características técnicas de produtos originados dos dados geoespaciais de referência, Como exemplo: Conjuntos de Dados Geoespaciais que formam a base de dados dos bancos de dados geográficos de área contínua da INDE, cartas topográficas, modelos digitais de elevação, entre outros. Nela são apresentadas as principais características, tais como: os metadados relativos a cada tipo de produto; os indicadores de qualidade; os formatos digitais e analógicos, além das demais prevista pela norma ISO 19131.

A Especificação Técnica para a Representação de Dados Geoespaciais (ET-RDG), prevê diferentes representações para as feições correspondentes às classes de objetos da ET-EDGV.

Vale ressaltar aqui, que a Especificação Técnica para Controle da Qualidade de Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais (ET-CQPCDG), que está sendo elaborado e testado pela CONCAR em conjunto com a DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército), pretende incluir testes de qualidade para os indicadores de qualidade de dados geoespaciais (abordados na seção 2.3) previstos na ISO 19113.

O Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB) foi elaborado em conformidade com a norma ISO 19115:2003, e através do Decreto nº 6.666/08 diz que:

- “[...] promover a sua documentação, integração e disponibilização [de dados geoespaciais], bem como possibilitar sua busca e exploração; ” (art. 2º, inciso II)
- “[...] evitar duplicidade de ações e o desperdício de recursos [na produção e divulgação de dados geoespaciais]...” (art. 1º, inciso III)
- o compartilhamento e disseminação [de dados], sendo obrigatório para órgãos e entidades do Poder Executivo federal e voluntário para os demais (caput art. 3º)
- “órgãos e entidades ... deverão na produção, direta ou indireta, ou na aquisição de dados... obedecer aos padrões [de dados e de metadados]

estabelecidos para a INDE ...” (art. 4º, inciso I)

- “[...] acesso eletrônico [público] aos repositórios de dados [geoespaciais] e seus metadados distribuídos ...” (art. 5º, inciso III)

O padrão ISO 19115 apresenta diferenças marcantes em sua implementação, através do recurso de modelagem orientada a objetos, baseado no esquema definido na norma ISO 19139, modelado segundo a UML, conforme figura 17 (CONCAR,2009).

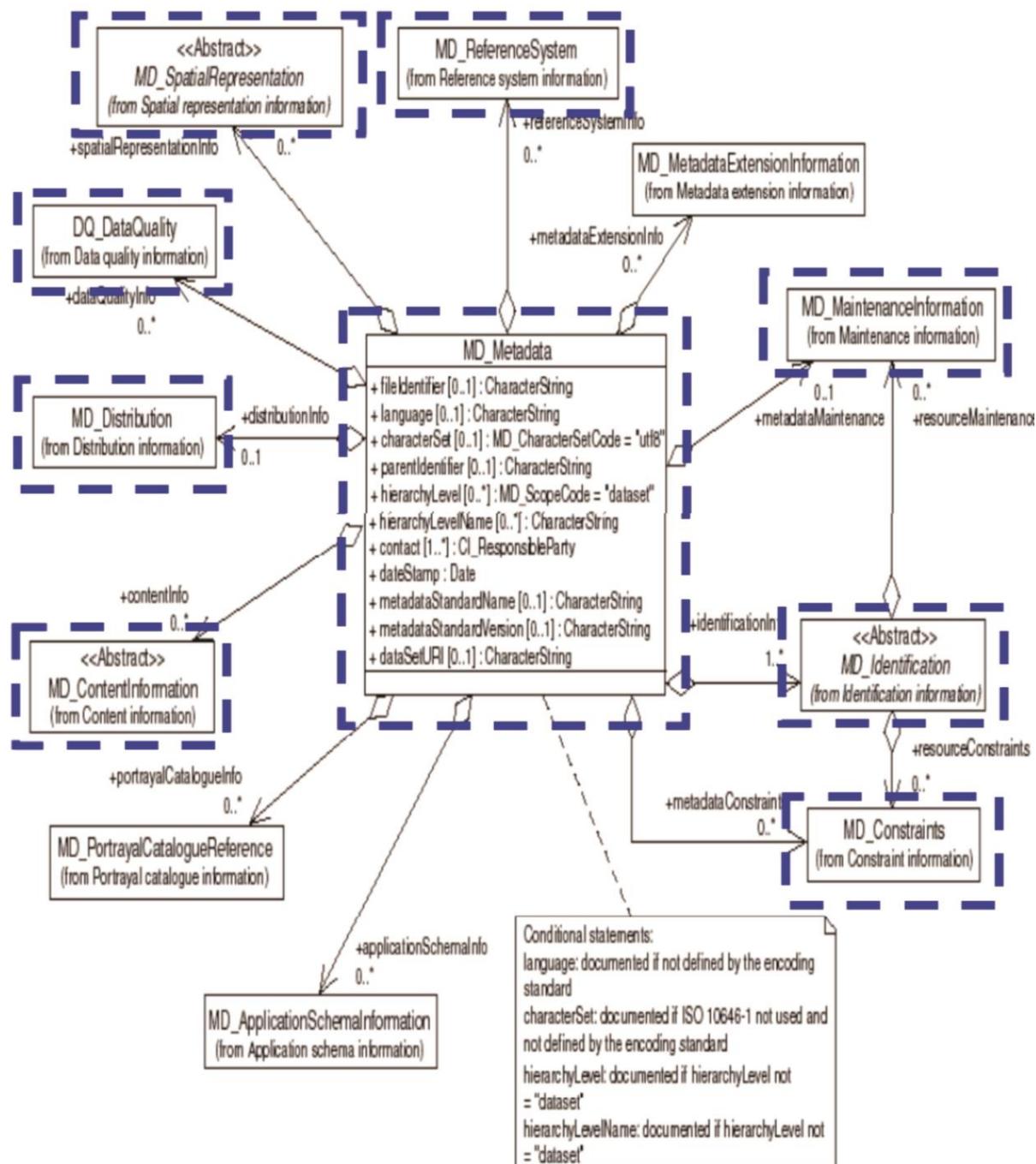


Figura 17 – Diagrama UML das Seções de Metadados do Perfil MGB
 Fonte: ISO 19115:2003 – CONCAR, 2009

Onde os itens tracejados do diagrama UML, apresentado na figura 17, são os principais componentes, podendo ser escritos como:

- MD_Metadata - Informações do Conjunto de Entidades de Metadados: define metadados de um produto e estabelece hierarquia;
- MD_Identification - Informações de Identificação: informação básica requerida para identificar univocamente um produto;
- MD_Constraints - Informações de Restrições: restrições legais e de segurança no acesso e no uso dos dados;
- DQ_DataQuality - Informações de Qualidade dos Dados: descreve sua linhagem (fontes e processos de produção) e qualidade / teste dos distribuidor e métodos de acesso.

Nesta dissertação, muitas das Especificações Técnicas que compõem a INDE juntamente com as normas e padrões internacionais que tratam de indicadores de qualidade, servirão para compor os procedimentos e especificações desejadas para modelar uma IDE. Embora a área de estudo seja de âmbito local, a ideia é que o modelo proposto seja aplicada com uma abrangência estadual.

3.3 Infraestrutura de Dados Estaduais no Brasil

A nível Estadual, poucos são os estudos que apontam os procedimentos de avaliação da qualidade espacial nas IDEE. Aqui no Brasil, até o momento é de conhecimento público apenas a IEDE - MG (Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais) e a IDE – BA (Infraestrutura de Dados Espaciais da Bahia) , contudo elas não apresentam de forma clara um procedimento de avaliação de qualidade espacial dos documentos cartográficos que venha a compô-las. Apenas reportam ao uso do PEC nacional para avaliação da acurácia posicional, da necessidade de um modelo conceitual e do cadastro de metadados em um geoportal. A IEDE – MG, ainda indica o uso da ISO TC/211 nos seus documentos técnicos, mas de uma maneira geral, sem detalhamento de uso e aplicabilidade.

As Infraestruturas de Dados Espaciais Estaduais de Minas Gerais e da Bahia apresentam as seguintes características:

a) IEDE - MG

O Decreto nº45394/2010 que instituí a IEDE-MG, apresenta como objetivos:

- I- promover o adequado ordenamento na geração, ordenamento, acesso, compartilhamento, disseminação e uso dos dados geoespaciais de origem estadual, em proveito do desenvolvimento de Minas Gerais;
- II- promover a utilização dos padrões e normas homologados pela Comissão Nacional de Cartografia na produção dos dados geoespaciais pelos órgãos e entes públicos estaduais; e
- III- evitar a duplicidade de ações e o desperdício de recursos na obtenção de dados geoespaciais pela Administração Pública, por meio da divulgação dos metadados relativos a esses dados disponíveis nos órgãos e entes públicos estaduais.

A estrutura e nomenclatura proposta no documento do Plano de Implantação da Infraestrutura de Dados Espaciais de Minas Gerais apresenta a organização das classes em sistema de diretórios e arquivos e foi elaborado em consonância com a ET-EDGV, inclusive usando o mesmo modelo conceitual proposto.

O processo para a implantação e armazenamento dos dados geoespaciais vetoriais na IEDE-MG, teve seus arquivos originais convertidos para shapefile, coordenadas em sistema de coordenadas geográficas Datum WGS-84, com as tabelas de atributos conforme definido ET-EDGV. O armazenamento dos dados foi realizado em servidor dedicado em: estrutura de diretórios e arquivos e tabelas no SGBD espacial PostGis. A figura 18 mostra o fluxo de processos de ajuste, conversão e armazenamento da IEDE-MG.

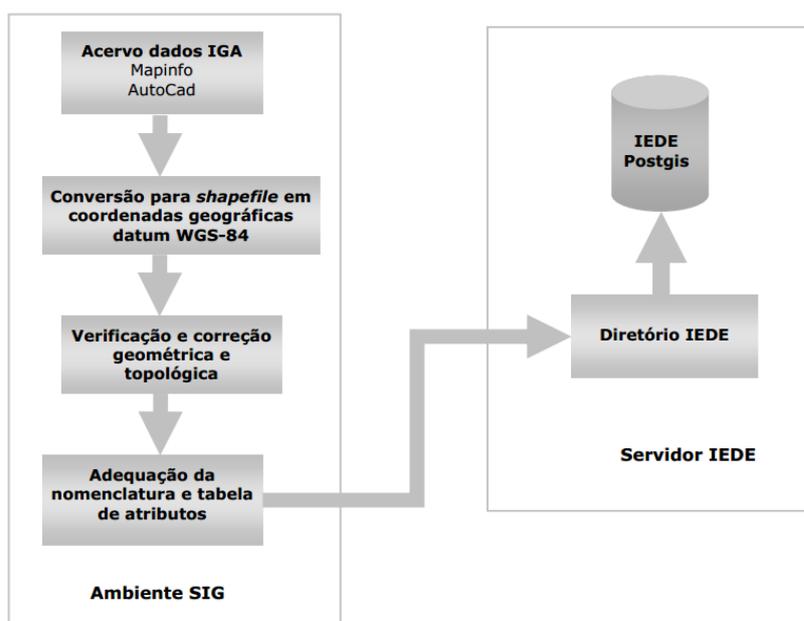


Figura 18 – Processos IEDE-MG
 Fonte: IEDE-MG, 2012

A Estrutura do IEDE-MG, tem como maior meio de divulgação o seu geoportal onde através dele os metadados são divulgados. Conforme apresentado na figura 19:

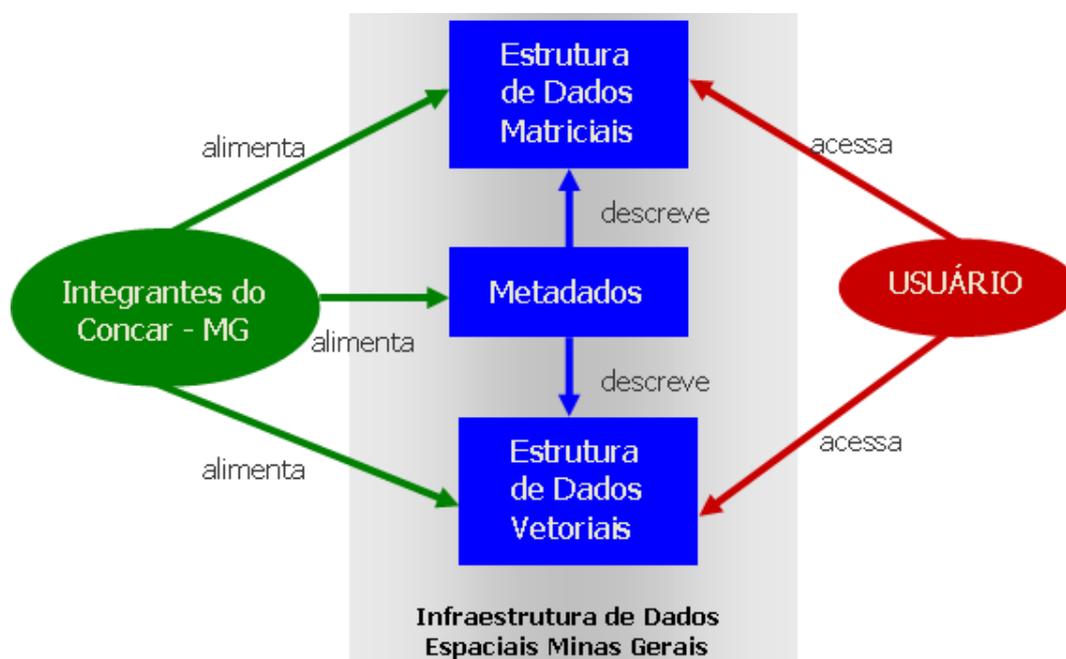


Figura 19 – Estrutura da IEDE-MG
 Fonte: IEDE-MG, 2012

A coordenação da implantação e gestão da IEDE-MG é de competência do Conselho Estadual de Cartografia-CONCAR-MG. Os atores deste conselho, que são responsáveis pela alimentação e estruturação da IEDE-MG são: as Secretarias Estaduais da Agricultura, da Pecuária e Abastecimento, de Defesa Social, do Desenvolvimento Econômico, de Desenvolvimento Regional e Política Urbana, da Fazenda, do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, de Planejamento e Gestão, de Transportes e Obras Públicas, de Turismo, Extraordinária para Assuntos de Reforma Agrária, Extraordinária para o desenvolvimento dos Vales do Jequitinhonha, Mucuri e Norte de Minas. Também fazem parte outros organismos, como: a Companhia de Tecnologia da Informação do Estado de Minas Gerais, a Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais, a Companhia Energética de Minas Gerais, a Companhia Energética de Minas Gerais, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, a Fundação Estadual do Meio Ambiente, a Fundação Rural Mineira, o Instituto de Terras de

Minas Gerais, o Instituto Estadual de Florestas, o Instituto Mineiro de Agropecuária, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas, a Polícia Militar do Estado de Minas Gerais e as universidades federais de Minas Gerais e de Viçosa. Cada entidade possui dois representantes permanentes que fazem parte do comitê. A organização geral parte da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (IEDE-MG, 2008).

Tais atores são responsáveis pela estruturação do Diretório Mineiro de Dados Geoespaciais e pela publicação de tais dados em um Geoportal que permite consultas via *web* (figura 20).

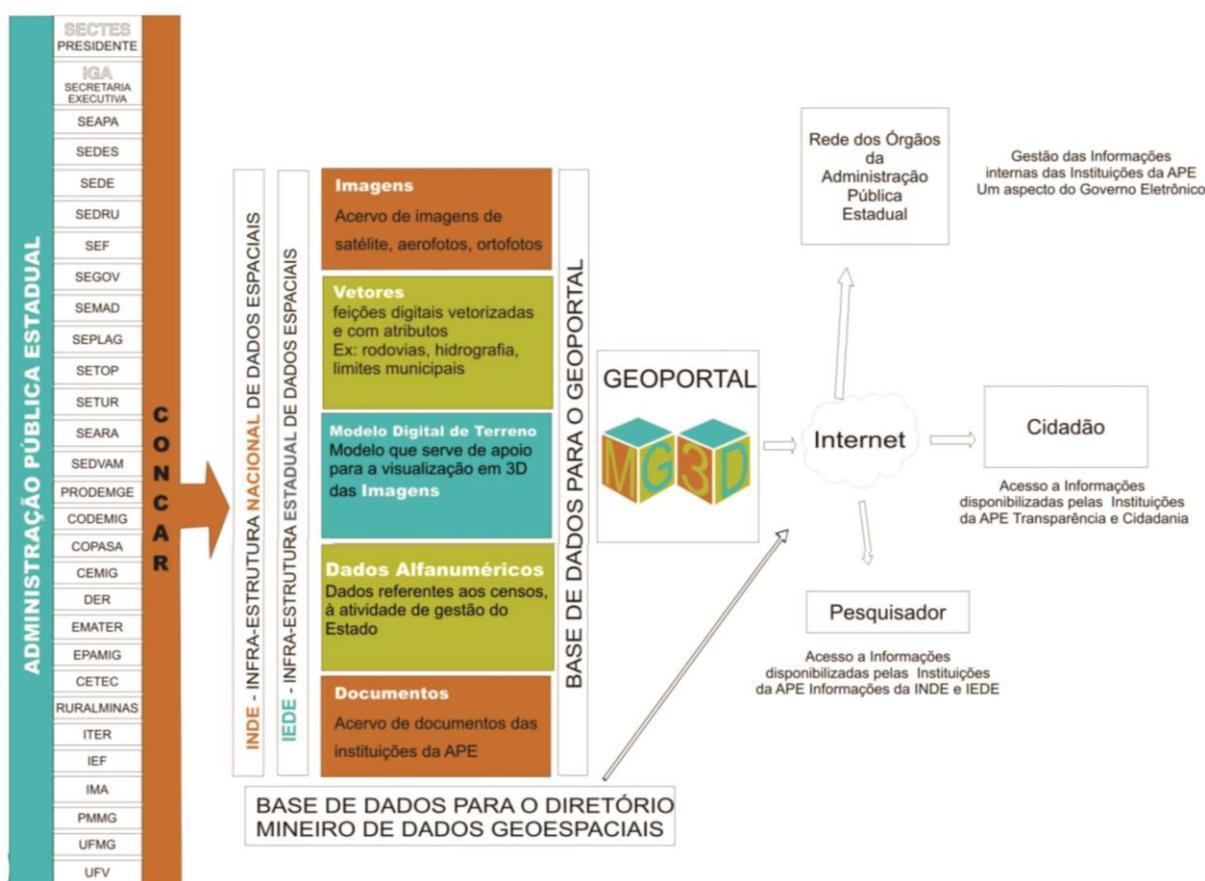


Figura 20 – Visão Geral do Modelo da IEDE-MG

Fonte: IEDE-MG, 2012

b) IDE-BA

A IDE-BA ainda se encontra em fase de estruturação. Teve início através do Decreto nº 8.292 de 14 de agosto de 2002 que cria a Comissão Estadual de Cartografia da Bahia (CECAR), tendo como objetivos:

- I - formular a política cartográfica estadual e coordenar a sua execução;

II - coordenar a elaboração, execução e atualização do Plano Cartográfico Estadual;

III - estabelecer normas e padrões para elaboração e controle de qualidade de produtos cartográficos;

IV - estabelecer diretrizes, parâmetros e procedimentos para organização, manutenção e compartilhamento de uma infraestrutura de dados espaciais no Estado.

A forma de divulgação das Informações Geoespaciais escolhida pela IDE-BA também propõe um Geoportal com a divulgação dos metadados. Para assegurar a interoperabilidade entre os sistemas integrados no Geoportal e entre estes e os utilizadores externos, as soluções tecnológicas aplicadas, propostas pela IDE-BA, deverão ser compatíveis com os sistemas existentes, cumprir as normas nacionais em matéria de informação geográfica e as especificações técnicas emanadas (figura 21) pelo Open Geospatial Consortium (OGC) e as normas ISO da série 19100. Atualmente a Cartografia do estado da Bahia está sendo elaborada com o acompanhamento da CONCAR e do Exército Brasileiro através da 3ª Divisão de Levantamento sendo processado seguindo os padrões e normas propostos na INDE.

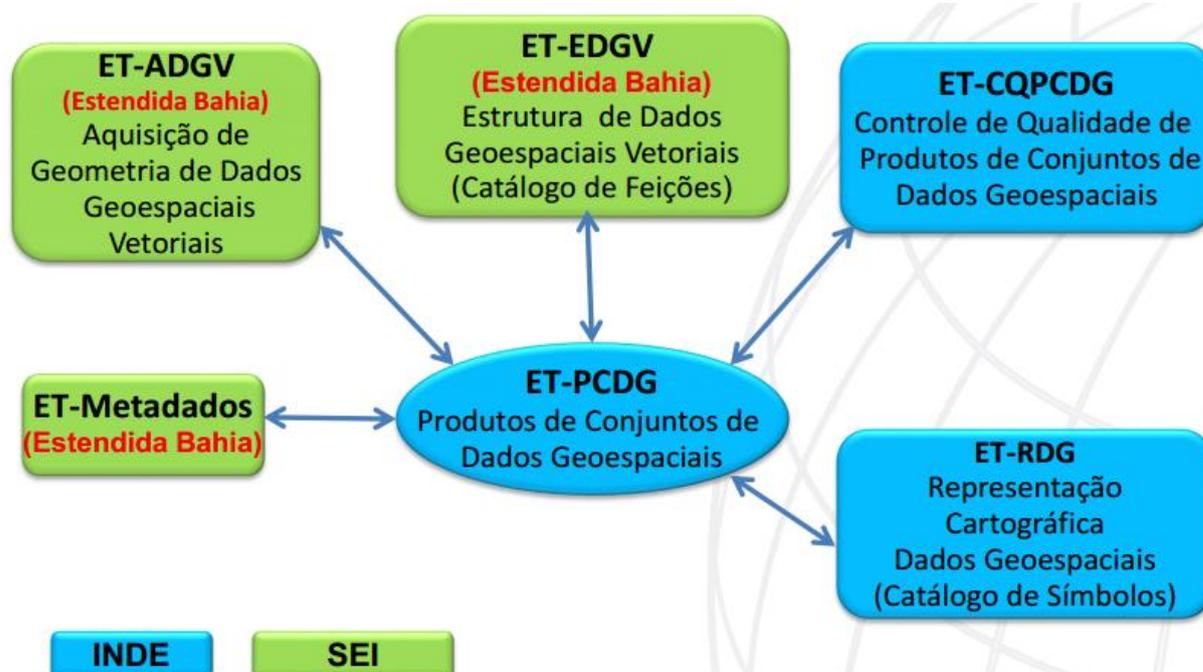


Figura 21 – Padrões e Normas da IDE-BA

Fonte: Pimentel, 2013

Os atores envolvidos na estruturação da IDE-BA são: a Secretaria de Planejamento através da Secretaria de Estudos Econômicos e Sociais (SEI), como coordenador do CECAR, e a Companhia de Desenvolvimento Urbano, Departamento de Infraestrutura de Transportes e o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), como principais alimentadores da infraestrutura.

O Decreto nº 10.185 de 20 de dezembro de 2006 institui o Portal de Informações Geoespaciais do Estado da Bahia, nele compete à Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia ser o órgão responsável pela gestão do geoportal Bahia, e obriga a divulgação de metadados através do geoportal no caso de dados adquiridos com recursos públicos estaduais.

4. PROPOSTA DE MODELAGEM E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE DADOS GEOESPACIAIS PARA IMPLANTAÇÃO DA IDE PERNAMBUCANA

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento e a análise dos resultados da aplicação de métodos de controle de qualidade na verificação de dados geoespaciais para uma IDE estadual. Utilizou-se o método de estudo de caso para a aplicação dos critérios de qualidade à base cartográfica do CACI – Cadastro Comprometido com Intervenções, que será apresentado no item 4.3, como uma experiência para futura implantação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais Pernambucana (IDE-PE).

A base cartográfica do CACI foi escolhida como teste por ser ter sido constituída a partir de uma compilação de produtos cartográficos de fontes distintas, o que apresenta o real desafio de uma IDE, que é tentar normalizar e homogeneizar dados espaciais de características variadas, originários de diferentes fontes de aquisição de dados espaciais. Tal base cartográfica apresenta ainda uma similaridade com as bases cartográficas das IDEs estaduais já lançadas no Brasil, ou seja a IEDE-MG e IDE-BA, possuindo como característica principal o fato que os dados espaciais inseridos na base do CACI são originários de órgãos e entidades públicas e privadas que fazem uso de geodados no seu dia a dia.

Do CACI, foram extraídas algumas feições para o desenvolvimento dos testes de qualidade realizados nesta dissertação. Os testes foram realizados em uma área de estudo, correspondente aos bairros da Cidade Universitária e Várzea, no município de Recife. Tal limitação, quanto às feições e área testadas, deu-se pela limitação do tempo para o desenvolvimento da dissertação, e também pelo fato de que apenas o município de Recife possui ortofotos recentes e de qualidade, que permitam realizar testes de acurácia posicional relativa.

A figura 22 apresenta de forma esquemática as etapas de desenvolvimento desta pesquisa. A partir dos estudos de modelagem e qualidade em IDEs apresentados no capítulo 2 e 3 desta dissertação, foram selecionados os principais indicadores de qualidade de IDEs possíveis de serem avaliados na base cartográfica do CACI. Realizou-se a seleção dos dados geoespaciais a serem testados, na área de estudo previamente determinada. Aplicou-se os testes de qualidade pré-estabelecidos na área em questão. E por fim, os resultados foram analisados e levaram à elaboração de uma proposta de estruturação de uma IDE pernambucana

utilizando como base cartográfica o CACI, incluindo propostas de controle de qualidade para validação de dados espaciais que estruture a IDE-PE.

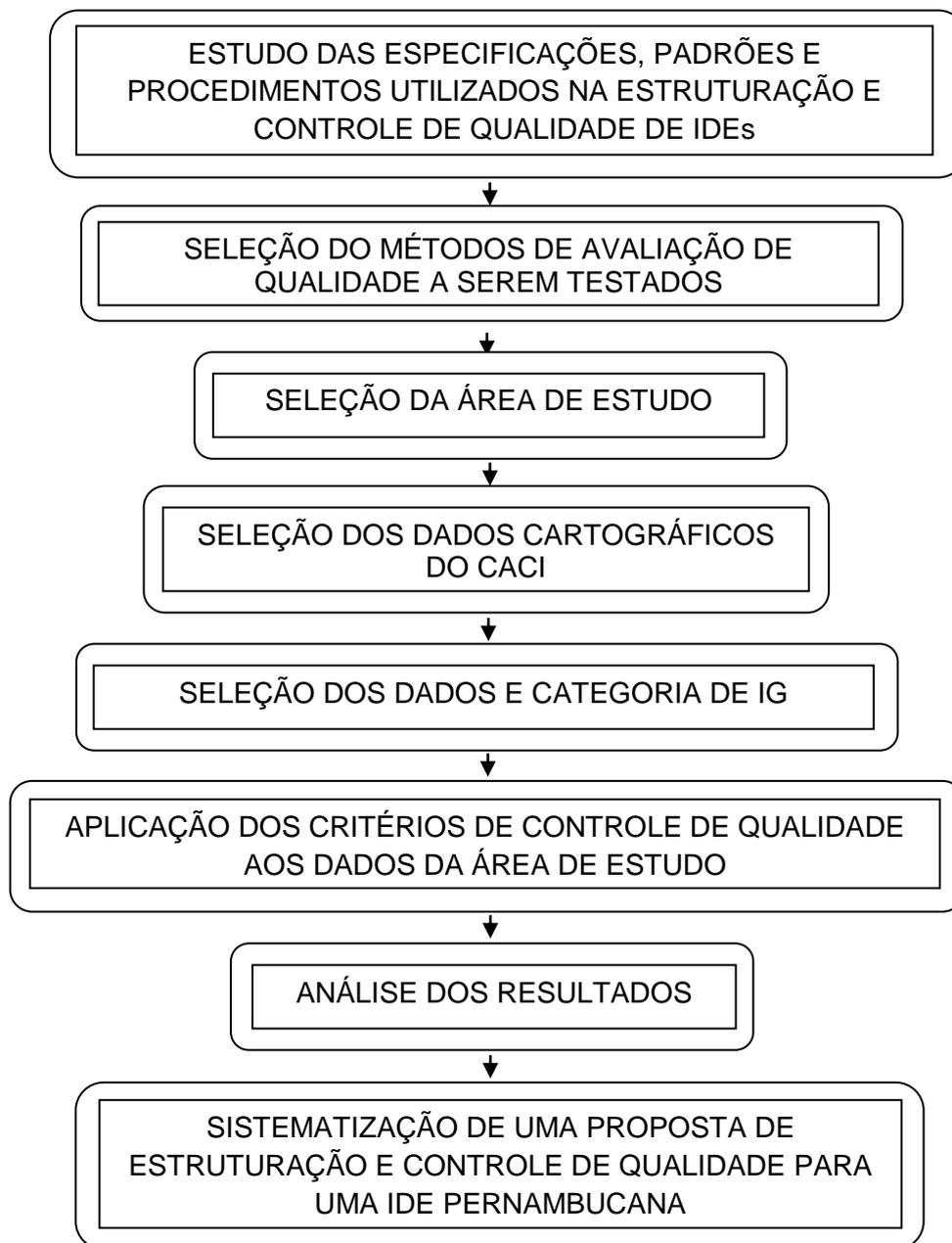


Figura 22 – Esquema das etapas de desenvolvimento desta pesquisa

4.1 Área de Estudo

A base cartográfica do CACI, proposta como base de dados espaciais para uma IDE-PE, ainda não abrange todo território pernambucano. Contudo, abrange toda a Região Metropolitana do Recife (RMR).

A RMR, é constituída por catorze municípios e o distrito estadual de Fernando de Noronha, que representa cerca de 3% da área do território Pernambucano. Nesta Região, registram-se as unidades de paisagem planície e tabuleiros costeiros, os rios Capibaribe, Beberibe, Ipojuca, Botafogo e Pirapama, além de quatro Áreas de Proteção Ambiental, oito Áreas de Proteção Estuarinas, oito Reservas Florestais Urbanas e 32 Unidades de Proteção Ambiental (CONDEPE/FIDEM, 2012).

Segundo o Censo Demográfico (IBGE, 2011), a população da RMR corresponde a 3.717.640 habitantes, e concentra 65% do PIB Estadual. Na RMR ocorrem cerca de 82% dos projetos de parcelamento do solo do Estado de Pernambuco, para fins residenciais, industriais e comerciais. A área também é alvo da grande maioria dos planos e projetos estaduais.

Nesse contexto de população, PIB, ocorrências de projetos de parcelamento do solo e situação ambiental, a RMR pode ser considerada uma área de importância primordial, cujo território deve ser compreendido e acompanhado espacialmente.

Diante da complexidade territorial e da dinâmica espacial que ocorre em grande velocidade nesta região, que possibilita uma maior variedade de informações a serem testadas, considerou-se que a escolha desta região para uma aplicação de testes de qualidade dos dados espaciais seria de grande valia para a adoção numa futura IDE estadual.

A RMR ocupa uma área de 2.768,4 Km². Desta região total foi escolhida um área de 24,26 Km², que corresponde aos bairros da Várzea e Cidade Universitária, no município de Recife, onde foram realizados os testes de qualidade estudados nesta dissertação.

A escolha da área de estudo (figura 23) levou em conta a acessibilidade ao local e aos dados, a disponibilidade de uma cartografia mais atualizada e de maior precisão na região e a diversidade das IG a serem avaliadas.

O Bairro da Várzea possui a segunda maior área em extensão territorial do município com 2.264 hectares. É caracterizado por prédios baixos, residenciais, de comércio pouco expressivo e com atividades culturais. Enquanto o bairro vizinho, Cidade Universitária, surgiu em torno do campus da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, é um dos menos populosos do Recife e possui apenas 162 hectares (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 2013).

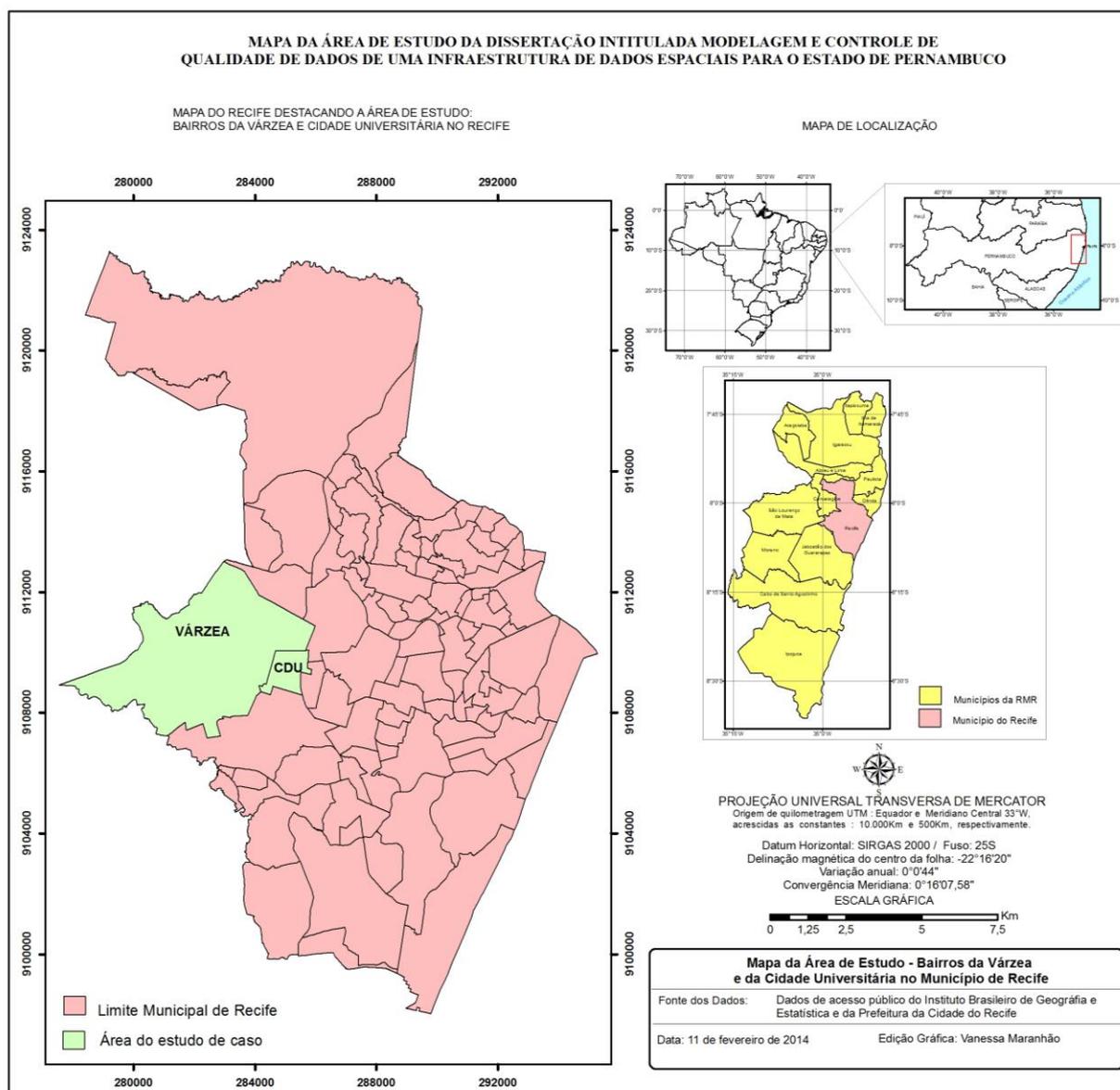


Figura 23 - Mapa da Área de Estudo da dissertação - Bairros da Várzea e Cidade Universitária no Município de Recife - PE.

4.2 Softwares e equipamentos

- *Autocad Map 2013*: Software para edição e correção geométrica dos dados de estrutura vetorial.
- *ArcMap10*: Software para geração topológica e análise espacial.
- Par de Gps Topcon Hiper Lite Plus
- *TopconTools*: Software de exportação dos dados GNSS.
- *Excel*: Software para cálculos diversos.
- *Star UML*: Software para estruturação dos modelos UML

- *Esri Geoportal Server*: Software para organização, gerência e publicação dos metadados
- Bases cartográficas digitais do CACI e da Prefeitura da Cidade do Recife
- Computadores

4.3 O Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções – CACI

Os dados espaciais usados no desenvolvimento desta dissertação pertencem ao Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções - CACI e foram cedidos pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM e pela Prefeitura da Cidade do Recife – PCR. Por isso, foi necessário descrever o histórico e as características destes dados.

Até 2004, os pleitos de parcelamento do solo da RMR submetidos à Agência Estadual de planejamento e Pesquisa de Pernambuco – CONDEPE/FIDEM, órgão responsável por promover o parcelamento do solo, o mapeamento e estudos estatísticos no estado de Pernambuco, eram analisados sem qualquer controle de precisão, através da sobreposição de informações urbanísticas e ambientais desenhadas em ortofotocartas analógicas. Inexistia, na época, uma cartografia digital que contemplasse todas as informações de interferências do solo urbano que pudesse auxiliar nas respostas dos pleitos de parcelamento. Além disso, havia dificuldades, por parte da equipe técnica, na utilização do ambiente computacional.

Em 2005, foi iniciado o processo de transformação deste tipo de cartografia, visando elaborar um mapeamento territorial integrado às informações de intervenções urbanísticas e ambientais. Esta nova decisão, além de responder aos pleitos de anuências prévias, consultas prévias e licenças ambientais, permitiria subsidiar os estudos territoriais de Planejamento e Gestão Urbana. O principal problema estava na inexistência de uma base cartográfica que atendessem a estas necessidades.

Por falta de recursos financeiros e desinteresse por parte do governo do estado na atualização do mapeamento básico, a Agência CONDEPE/FIDEM continuou a utilizar o seu acervo de ortofotocartas analógicas datadas entre 1974 e 1988, nas escalas 1:2.000 e 1:10.000 (sistema geodésico Córrego Alegre), e mapas topográficos do projeto Unibase produzidos entre 1984 e 1997 na escala de 1:1.000

(sistema geodésico SAD-69). Este foi o acervo cartográfico utilizado para subsidiar a criação de uma Base Cartográfica Geral da RMR, produzida por compilação na escala 1:10.000, projeção UTM e Sistema Geodésico SAD-69 (MARANHÃO, SOUZA e CARNEIRO, 2010).

A base analógica foi convertida para o meio digital, sobre esta base foram lançadas as interferências metropolitanas e a junção das informações espaciais e legais, compondo um banco de dados que posteriormente serviu para a implementação de uma estrutura em ambiente SIG.

As interferências metropolitanas são constituídas por informações Ambientais (UCs, Matas, APA, entre outros), informações de Transporte (Vias existentes e projetadas, cone de voo, entre outros), patrimônios históricos, dutos (de água, de esgoto, de gás, entre outros), e outros temas que causam interferências no uso e ocupação do solo.

Essas interferências metropolitanas foram obtidas em dados espaciais oriundos de diversos órgãos setoriais, adquiridos através de cooperações técnicas, que dizem respeito às interferências, planos e projetos metropolitanos. As diferentes informações possuíam escalas e sistemas de referências variados, e por isso foram compatibilizadas e padronizadas, quanto ao sistema de referência, preenchimento de atributos, representações geométricas, generalizações cartográficas (quando necessário), entre outros.

A base cartográfica, juntamente com as informações de intervenções do solo, passou a ser denominada de Cadastro de Áreas Comprometidas com Intervenções - CACI, que agrupa o resultado do levantamento e do registro de dados e das intervenções no espaço metropolitano, tornando-se um instrumento catalizador do processo decisório das questões de uso do solo na RMR.

Os planos de informações, ou feições, das interferências metropolitanas foram divididos em cinco temas, detalhados no quadro 8.

Quadro 8 – Temas do CACI.

TEMAS (CACI)		
TEMA 10 (TRANSPORTE, ENERGIA E COMUNICAÇÃO)		
SUB-TEMA	PRODUTO CARTOGRÁFICO	ÓRGÃO SETORIAL RESPONSÁVEL
11 (ENERGIA)	LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ALTA TENSÃO,	CHESF, CELPE

	SUBESTAÇÕES E FAIXA DE PROTEÇÃO DE MICROONDAS	
12 (COMUNICAÇÃO)	LINHAS DE FIBRA ÓTICA, TORRES DE COMUNICAÇÃO	TELEFONIA(OI, TIM, GVT, CLARO, VIVO)
13 (TRANSPORTE HIDROVIÁRIO)	PORTO DE SUAPE, PORTO DO RECIFE, PORTO BALSÁ	SUAPE, SECID (SECRETARIA DAS CIDADES) - PROJETO DE NAVEGABILIDADE, PORTO DO RECIFE, CONDEPE/FIDEM
14 (TRANSPORTE AÉREO)	CONE DE VÔO DO AEROPORTO E AERoclUBE	INFRAERO, AERONÁUTICA
15 (TRANSPORTE FERROVIÁRIO)	FERROVIA E ESTAÇÕES DE METRÔ	RFFSA , CBTU/METROREC
16 (TRANSPORTE RODOVIÁRIO)	BR, PE e VIAS SECUNDÁRIAS E VICINAIS	DNIT, DER, SECOPA (SECRETARIA DA COPA), SECID (SECRETARIA DAS CIDADES), GRANDE RECIFE, SETRA (SECRETARIA DOS TRANSPORTES), SDEC (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO), PLANOS DIRETORES
TEMA 20 (SANEAMENTO AMBIENTAL)		
SUB-TEMA	PRODUTO CARTOGRÁFICO	ÓRGÃO SETORIAL RESPONSÁVEL
21 (ABASTECIMENTO D'ÁGUA)	BARRAGENS, ETAS, RESERVATÓRIOS, ADUTORAS, PONTOS DE CAPTAÇÃO.	COMPESA, ITEP, APAC/SRH (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS)
22 (ESGOTAMENTO SANITÁRIO)	ETES, LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO.	COMPESA
23 (DRENAGEM E CONTROLE DE ENCHENTES)	BARRAGENS PROJETADAS E PROJETOS DE DRENAGEM	COMPESA, ITEP, APAC/SRH (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS)
24 (LIMPEZA URBANA E RESÍDUOS SÓLIDOS)	ATERRO SANITÁRIO/ USINAS DE COMPOSTAGEM E TRIAGEM	CPRH/SEMAS (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE), SECID (SECRETARIA DAS CIDADES)
25 (PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E CONTROLE AMBIENTAL)	ZONAS ESTUARINAS, APA, PROTEÇÃO DOS MANANCIAS, RESERVAS, MATAS (UNIDADES DE CONSERVAÇÃO)	CONDEPE/FIDEM, CPRH/SEMAS (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE)
TEMA 30 (ATIVIDADES PRODUTIVAS)		
SUB-TEMA	PRODUTO CARTOGRÁFICO	ÓRGÃO SETORIAL RESPONSÁVEL
31 (SETOR PRIMÁRIO)	JAZIDAS	CPRM
32 (SETOR SECUNDÁRIO)	ZONAS INDUSTRIAIS	ADDIPER, SDEC (SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO), PLANOS DIRETORES
33 (SETOR TERCIÁRIO)	GASODUTOS	PETROBRÁS, COPERGÁS
	SERVIÇOS TERCEIRIZADOS	SERVIÇOS - POSTOS DA COMPESA, CELPE, AGÊNCIA DE TRABALHO, EXPRESSO CIDADÃO, TELEFONIA, INSS, IRH / PE, RECEITA FEDERAL, DETRAN, SETUR (SECRETARIA DE TURISMO)/ EMPETUR, CONDEPE/FIDEM
TEMA 40 (INFRA-ESTRUTURA SOCIAL)		
SUB-TEMA	PRODUTO CARTOGRÁFICO	ÓRGÃO SETORIAL RESPONSÁVEL
41 (HABITAÇÃO)	ZEIS, CONJUNTO HABITACIONAL, ASSENTAMENTO RURAL	CEHAB, INCRA, ITERPE
42 (EDUCAÇÃO)	ESCOLA MUNICIPAL, ESTADUAL E FEDERAL, FACULDADE E UNIVERSIDADE, (SISTEMA S - FIEPE: SESI, SESC, SENAI, SEBRAE)	SECRETARIA DE EDUCAÇÃO, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONDEPE/FIDEM, SISTEMA "S"
43 (SAÚDE)	HOSPITAL, MATERNIDADE, CENTRO HOSPITALAR, UPA, POSTO DE SAÚDE/ PSF	SECRETARIA DE SAÚDE, CONDEPE/FIDEM
44 (LAZER/CULTURA)	CSU, PARQUE MUNICIPAL E METROPOLITANO, MERCADO PÚBLICO E PRAÇA, CAMPO DE FUTEBOL E QUADRA DE ESPORTE, CENTRO CULTURAL E ASSOCIAÇÃO, ACADEMIA DA CIDADE MUNICIPAL E ESTADUAL, MUSEU	FECOMÉRCIO, SECID (SECRETARIA DAS CIDADES), CONDEPE/FIDEM, SETUR (SECRETARIA DE TURISMO)/ EMPETUR, SECRETARIA DA CULTURA/FUNДАРPE.

45 (PRESERVAÇÃO HISTÓRICO CULTURAL - PAISAGÍSTICA)	IMÓVEL TOMBADO, ENGENHO, IGREJA, FORTIFICAÇÃO	FUNDARPE/SECRETARIA DA CULTURA, IPHAN
46 (SEGURANÇA PÚBLICA)	MINISTÉRIO PÚBLICO/ FORUM, DELEGACIA, BATALHÃO DE POLICIA, PRESÍDIO	SECRETARIA DE DEFESA SOCIAL (SDS), MINISTÉRIO PÚBLICO ESTADUAL, CONDEPE/FIDEM
47 (CEMITÉRIO)	CEMITÉRIO	PREFEITURA MUNICIPAL
48 (GOVERNANÇA)	SEDES DE GOVERNO	GOVERNO MUNICIPAL, ESTADUAL E FEDERAL
TEMA 50 (OUTROS)		
SUB-TEMA	PRODUTO CARTOGRÁFICO	ÓRGÃO SETORIAL RESPONSÁVEL
51 (ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL)	PLANOS DIRETORES (EMENDAS E REVISÕES ATUALIZADAS)	PREFEITURA MUNICIPAL
52 (URBANIZAÇÃO/REURBANIZAÇÃO)	PROJETO MERCADO IMOBILIÁRIO - FIDEM LOTEAMENTOS CLANDESTINOS; LOTEAMENTOS IRREGULARES; LOTEAMENTOS REGULARES (ANUENCIADOS); ÁREAS DE POBREZA;	CONDEPE/FIDEM, CEHAB
53 (OUTROS)	GERCO, ESTUDO PROPOSITIVO DO LITORAL, METROPÓLE 2010, ECO-VIA BR-232, MAPEAMENTO DE RISCO DE SUAPE, PATRIMÔNIO DO ESTADO	CPRH/SEMAS (SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE), CONDEPE/FIDEM, SAD (SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO)

Fonte: CACI - Cadastro Comprometido com Intervenções, 2013

Os dados que constituem o CACI foram estruturados num Sistema de Informações Geográficas denominado Sistema Integrado de Uso do Solo – SIUS. O SIUS foi desenvolvido em plataforma *WEB*, na linguagem de programação *ASP*¹¹, contendo um *API*¹² (Interface de Programação de Aplicativos) do *MapGuide 6*, que permite armazenamento (inserção) e manipulação (atualização e consultas), e do *SQL Server 2005*, para a modelagem e armazenamento do banco de dados. Na figura 24 é possível verificar a interface do SIUS.

O SIUS tem se mostrado eficiente para consultas e respostas ao monitoramento do parcelamento do solo da RMR, permitindo ainda a integração de diferentes fontes de informações. Estas características fazem com que este sistema seja importante como um potencial esboço de uma Infraestrutura de Dados Espaciais de Pernambuco.

¹¹ Termo inglês *Active Server Pages*. Trata-se de uma estrutura de bibliotecas básicas.

¹² Termo inglês *Application Program Interface*. É um conjunto de rotinas e padrões estabelecidos por um software para a utilização das suas funcionalidades por aplicativos que não pretendem envolver-se em detalhes da implementação do software, mas apenas usar seus serviços.

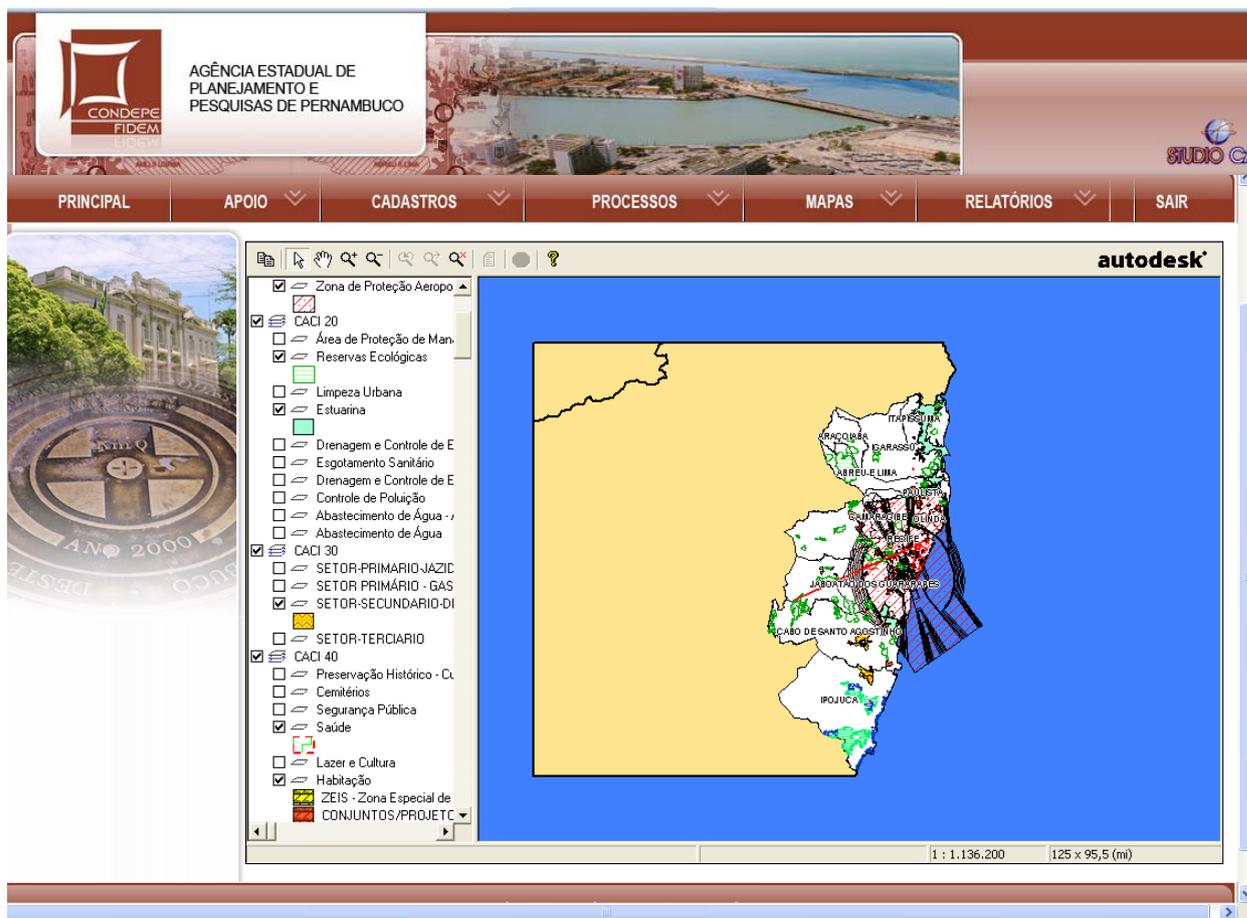


Figura 24 - Interface dos mapas do SIUS.

Por estas características do SIUS, buscou-se analisar a possibilidade de sua utilização como parte de uma IDE, por se tratar de um sistema governamental e com cooperação técnica entre a Agência CONDEPE/FIDEM e os principais órgãos setoriais de serviços do Estado. Para tanto, é necessário realizar uma modelagem para que o mesmo possa ser alimentado e compartilhado por múltiplos usuários.

Atualmente, estão sendo realizadas atualizações sistemáticas dos temas do CACI, a partir de informações cedidas pelos órgãos conveniados, além da transformação da sua base cartográfica para o sistema de referência SIRGAS 2000, com o objetivo de atender ao Decreto Federal nº5334/2005 de 6 de janeiro de 2005.

Este é, portanto, um momento oportuno para uma reestruturação do sistema. Nesse trabalho, foram analisados os temas tratados no SIUS referentes à área de estudo e, de acordo com suas categorias, estes foram comparados aos temas da INDE, buscando sua adequação às necessidades de uma IDE, especificamente na questão da qualidade dos dados de cada tema.

A partir da análise das informações espaciais cedidas pela Agência CONDEPE/FIDEM, foram identificados as possíveis vantagens e dificuldades da utilização das informações do CACI para o estudo de uma IDE estadual, sistematizadas no quadro 9.

Quadro 9 – Vantagens e dificuldades do uso do SIUS na implementação da IDE-PE

Vantagens	Dificuldades
Acessibilidade dos dados.	Desatualização da base cartográfica e de algumas informações.
Interesse da Agência CONDEPE/FIDEM e órgãos setoriais envolvidos com o CACI através de cooperações técnicas.	Sistema Geodésico de Referência (SGR) incompatível com o atual sistema oficial brasileiro, o SIRGAS 2000.
Desempenho dos técnicos da Agência e dos órgãos em buscar meios que promovam a atualização da cartografia e das informações.	Ausência de metadados de algumas informações.
Momento de interesse da Agência e de vários órgãos em implantar uma comissão estadual de cartografia, o CONCAR/PE.	Informações Cartográficas com diferentes escalas, Sistemas Geodésicos de Referências (SGR) e métodos de aquisição.
Existência de um sistema já projetado para permitir acesso a diferentes órgãos a partir de um portal com restrições de segurança de acesso	

4.4 Análise do uso do SIUS na estruturação da IDE-PE

Realizando uma comparação entre a estrutura das IDEs Estaduais apresentadas no item 3.4 desta dissertação e a estrutura do SIUS, verifica-se que:

- A iniciativa de uma IDE Estadual geralmente parte de uma secretaria estadual que já trabalha com manipulação e disseminação de dados espaciais, como é o caso da Agência CONDEPE/FIDEM.
- A Agência CONDEPE/FIDEM conta, para a alimentação do SIUS, com a disponibilização de dados de diferente órgãos e secretarias, formalizada através de cooperação técnica. A agência serve também como elo entre diferentes órgãos na troca de informações espaciais.
- Embora o SIUS só atenda à RMR, a Agência é responsável pela elaboração de cartas de todo estado de Pernambuco, que poderiam ser inseridas ao sistema após devido tratamento.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a iniciativa de estruturação da IDE-PE pode ser tomada pela Agência CONDEPE/FIDEM, no sentido de buscar a implantação de uma Comissão Estadual de Cartografia – CONCAR-PE, constituída inicialmente pelos atores que já fazem parte da cooperação técnica que alimenta a base cartográfica CACI, e conseqüentemente o SIUS, já listados no quadro 8 desta dissertação.

A figura 25, mostra uma visão dos principais atores que podem compor a IDE-PE. No centro, destaca-se a Agência de Tecnologia da Informação de Pernambuco - ATi, onde pode ser instalado o servidor responsável pela hospedagem do sistema de compartilhamento de dados e o Geoportal.

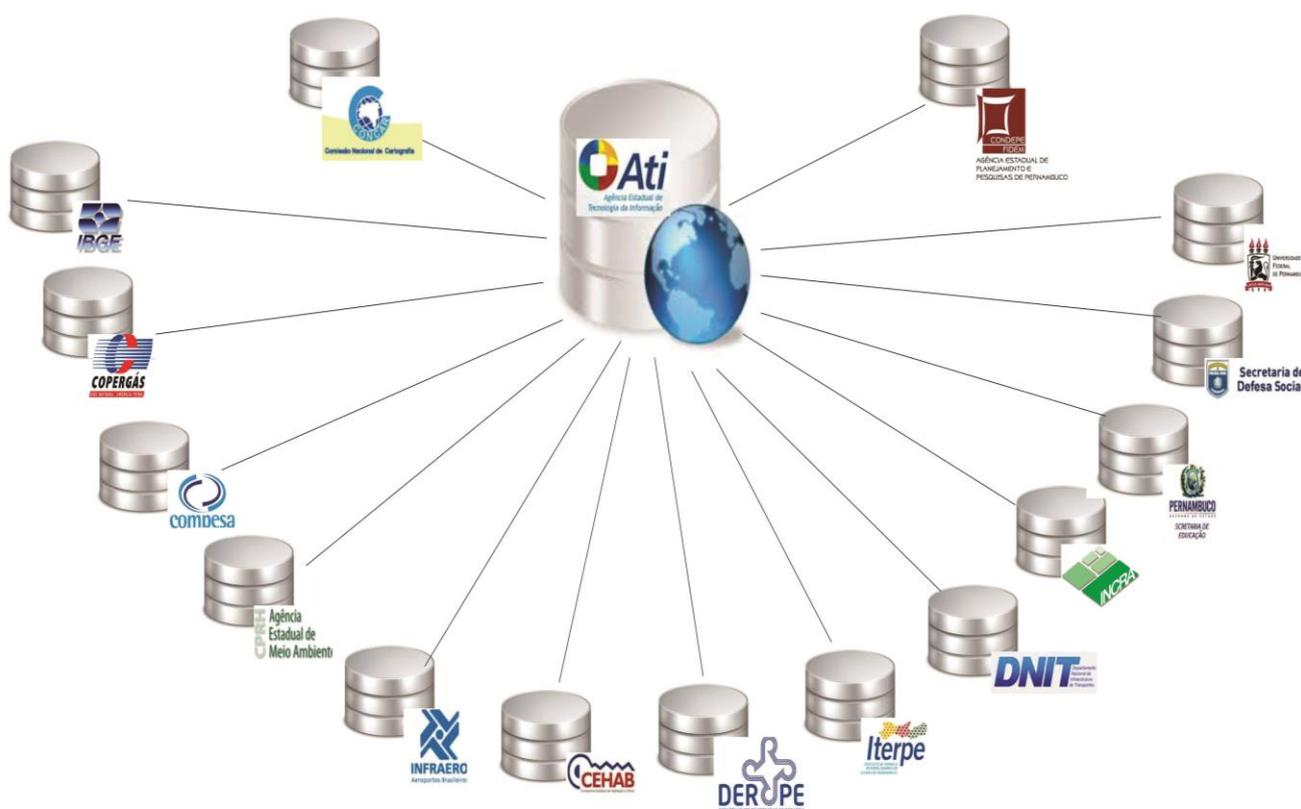


Figura 25 – Atores da IDE-PE

A estrutura proposta prevê a alimentação do SIUS diretamente pelos integrantes da comissão, com acesso controlado através de definições de segurança. Através do Geoportal, são disponibilizados os metadados para consultas pelos usuários externos, conforme esquema apresentado na figura 26.

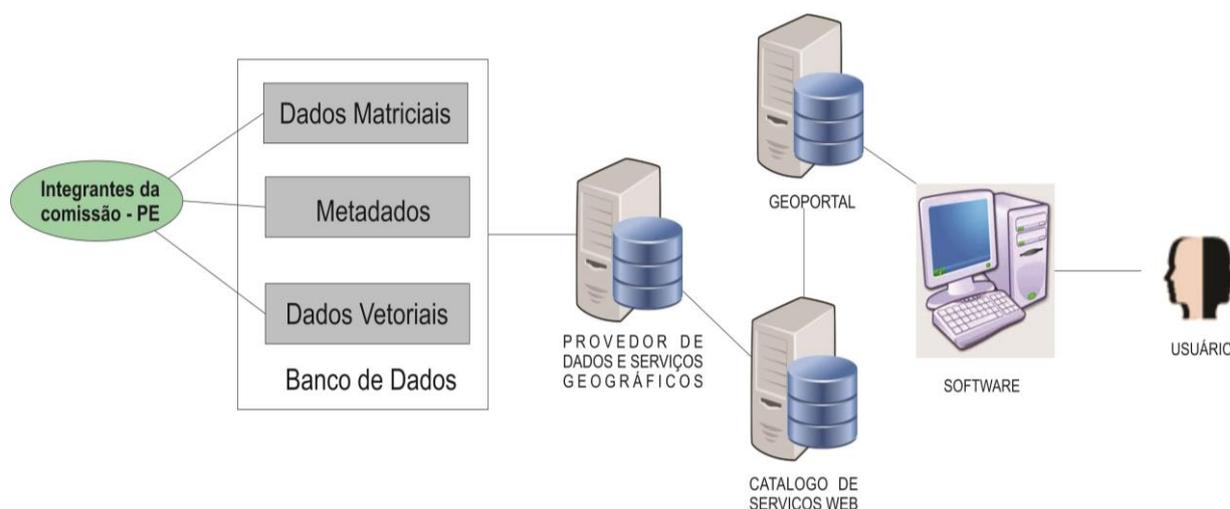


Figura 26 – Proposta de estrutura da IDE-PE

Na análise das IDEs estaduais, verificou-se que o acesso aos dados e/ou metadados vem sendo realizado por meio de geoportais, salientando-se a importância do preenchimento correto dos metadados, principalmente dos itens que descrevem a linhagem dos dados e a qualidade destes dados.

Observou-se ainda a necessidade de adoção de normas e padrões de qualidade, principalmente das normas da série ISO19100. Na INDE, IEDE-MG e IDE-BA, tais normas são traduzidas e aplicadas na forma das Especificações Técnicas Nacionais. Portanto, esta proposta segue a mesma orientação, que está baseada também em recomendações internacionais.

Assim, buscou-se aplicar às informações que constituem o SIUS referente à área de estudo:

- A criação de um modelo conceitual para a IDE-PE baseado nos dados do CACI, em conformidade com a ET-EDGV;
- A realização de testes de qualidade do produto cartográfico quanto a Linhagem, Consistência Lógica e Acurácia Posicional;
- Um exemplo de publicação de metadados num geoportal.

4.4 Modelo conceitual para a estruturação da IDE-PE

A estruturação da IDE-PE deve ser construída a partir de um modelo conceitual que atenda às recomendações da ET-EDGV. Considerando a proposta de utilização da base de dados do CACI, foi realizada a modelagem de alguns temas

que constituem esta base, de acordo com as normas citadas: territoriais básicos (relevo, vegetação e hidrografia), de infraestrutura de serviços (saneamento e transportes) e de infraestrutura social (educação, lazer, saúde e serviço social, segurança pública). O modelo é apresentado nas figuras 27 e 28.

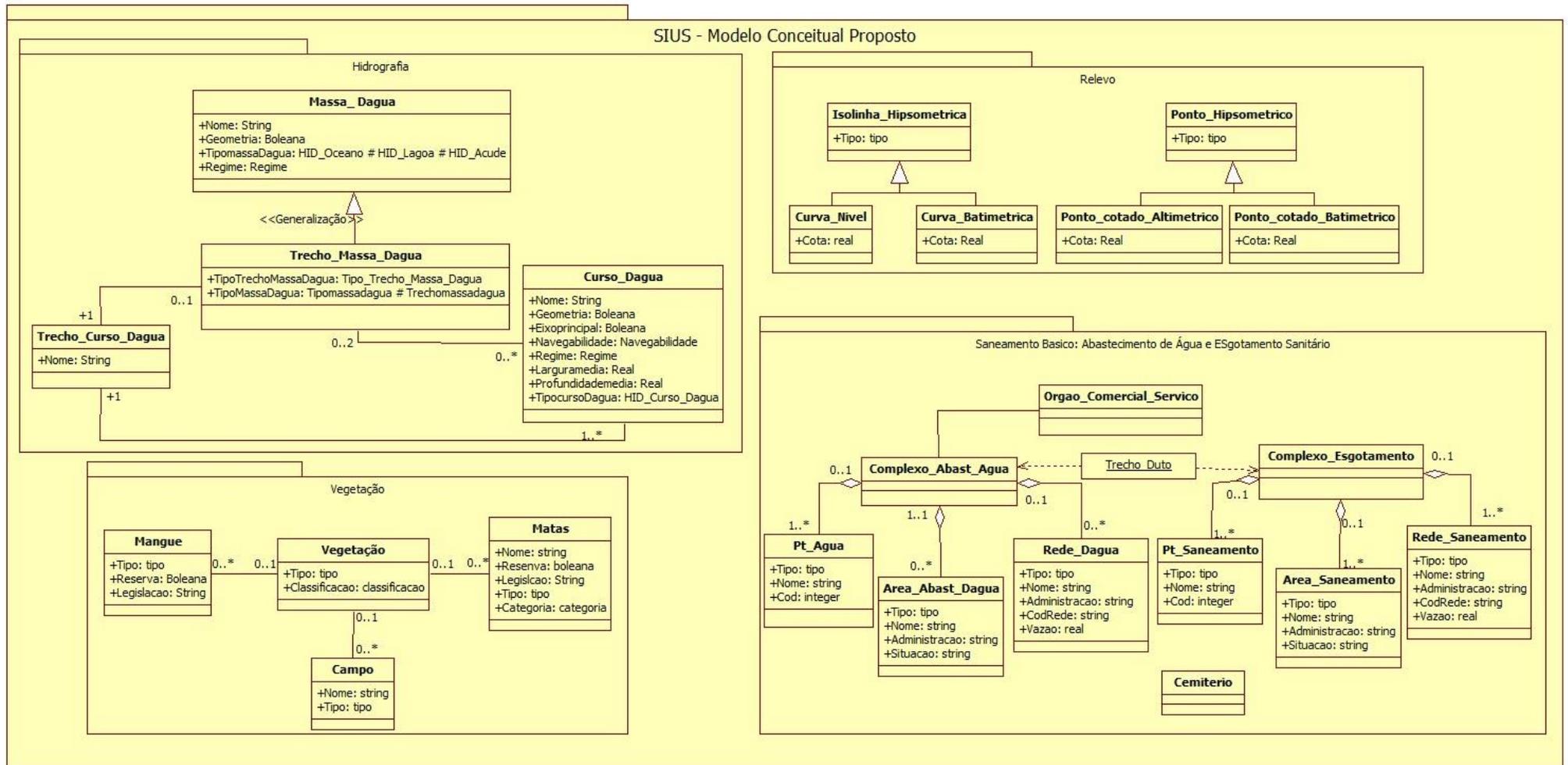


Figura 27 - Modelo Conceitual Proposto para o SIUS em conformidade com o modelo da INDE – Parte 1.

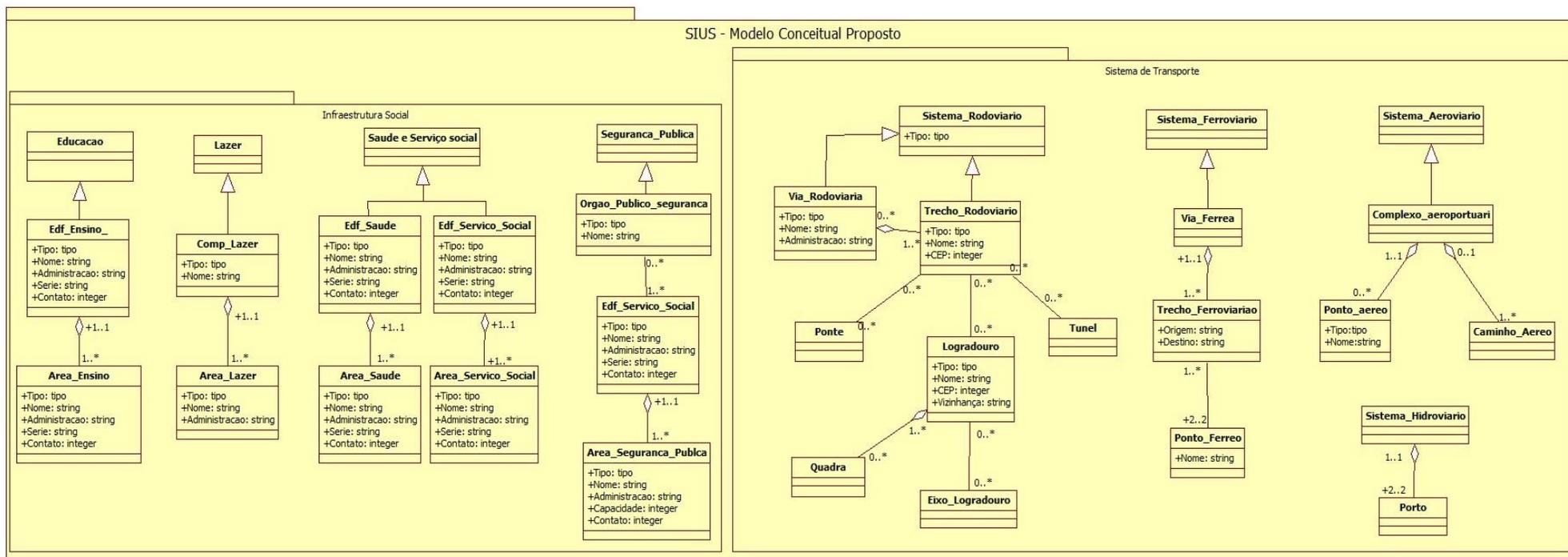


Figura 28 - Modelo Conceitual Proposto para o SIUS em conformidade com o modelo da INDE – Parte 2.

4.5 Teste de qualidade da base de dados Espaciais do CACI

O estudo teórico demonstrou a necessidade da adoção de testes de qualidade aos produtos cartográficos disponibilizados nas IDEs, principalmente devido à sua característica de disponibilização de material elaborado com diferentes procedimentos e precisões.

A figura 29 apresenta o modelo conceitual elaborado em linguagem UML dos principais elementos de qualidades avaliados nas IDEs.

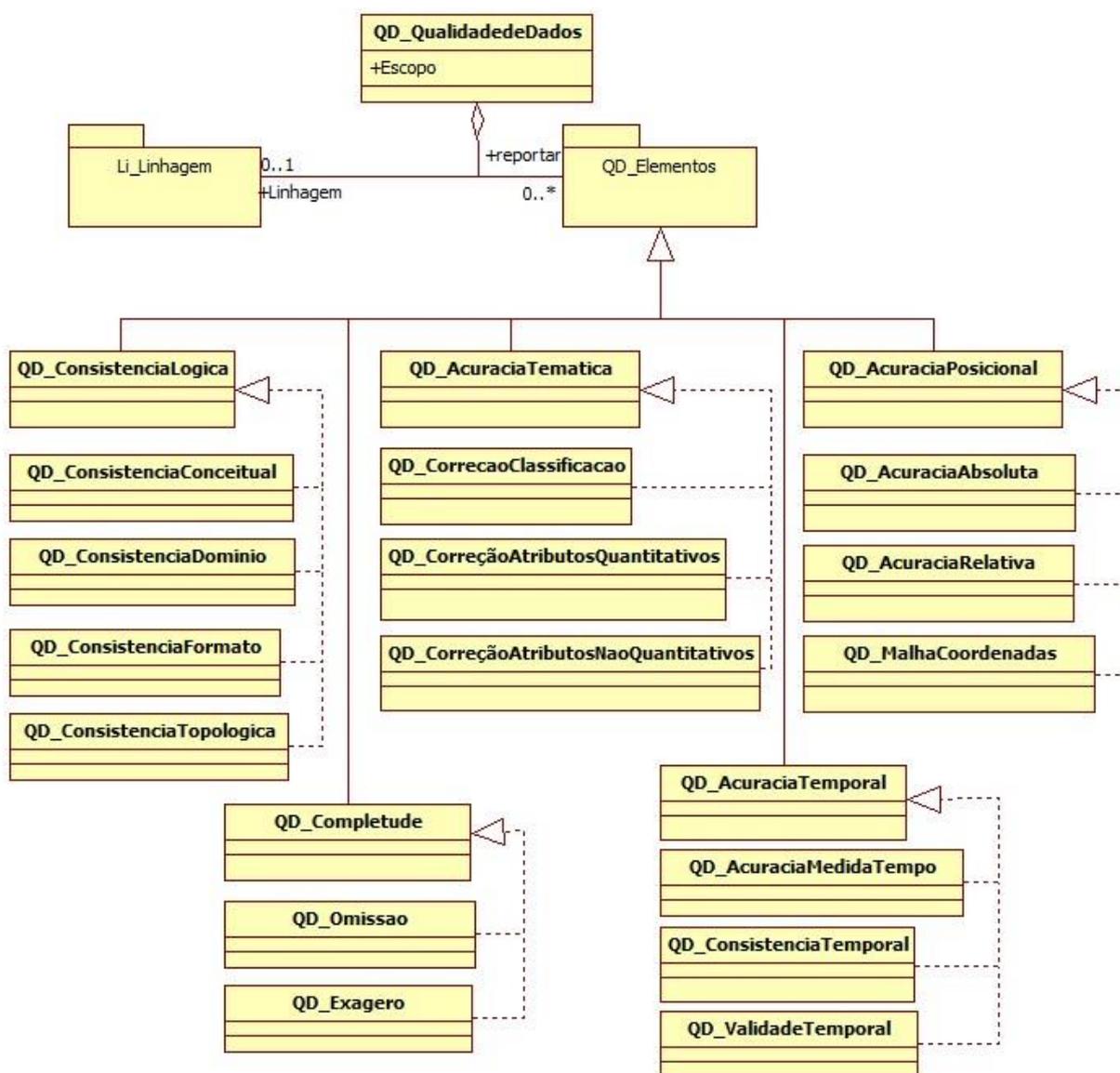


Figura 29 - Modelo UML dos elementos de qualidade.

O modelo apresenta todos os aspectos que foram estudados quanto aos indicadores de CQ nas IDEs. Tal modelo inclui os principais itens que devem ser avaliados numa IDE, independente do seu nível, com base nos procedimentos recomendados na ISO 19114. A estruturação do sistema de controle de qualidade da IDE pode ser modelada em duas vertentes: a observação da linhagem dos dados e os testes de qualidade quanto à consistência lógica, acurácia temática, acurácia temporal, completude e acurácia temporal.

Devido ao cronograma para a realização da pesquisa, foi necessário selecionar alguns indicadores para o teste da qualidade do CACI, já que não seria possível testar todos. O teste de acurácia temporal foi eliminado pelo grau de desatualização das bases, que não permitiria uma análise mais detalhada. Já a acurácia temática e a completude dependem das necessidades dos usuários, por isso optou-se por descartar também a aplicação destes indicadores neste trabalho.

Assim, o teste foi limitado à linhagem e aos indicadores acurácia posicional e consistência lógica. Entretanto, numa situação de implementação, recomenda-se o uso do modelo completo apresentado na figura 29.

4.5.1 Linhagem do CACI

A linhagem é um aspecto da qualidade que se refere à história das informações espaciais, de como tais informações foram produzidas, das suas origens e alterações. Ele deve ser capaz de responder qual o tipo de dado, data de produção, processos de aquisição, entre outros aspectos que permitam conhecer o dado e avaliar o seu potencial de uso.

O Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB), obedecendo a norma ISO 19115, considera que na declaração de linhagem devem conter as seguintes informações básicas: Declaração, Fonte dos Dados, Denominador escala e Etapas do Processo.

Assim, para os dados espaciais do CACI a linhagem se apresenta como descrito a seguir:

Nível Hierárquico: ConjuntoDeDadosGeográficos

Linhagem:

Declaração: A base Cartográfica do CACI foi adquirida através do processo de digitalização das ortofotocartas analógicas da Agência CONDEPE/FIDEM em scanner de rolo. O seu georreferenciamento e vetorização ocorreu através dos softwares *Autocad Raster* e *Map*. Seus planos de Informações foram obtidos através de processos de compilação cartográfica de dados advindos de órgãos setoriais.

Fonte dos Dados

Descrição da Fonte: Base Cartográfica dos diversos temas abordados quanto às informações de interferência no solo urbano oriundos de órgãos setoriais federais, estaduais e municipais. Em escala generalizada de 1:10.000, nos Sistemas Geodésicos de Referência SAD-69 e no SIRGAS2000, em Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 25S.

Responsável:

Agência Estadual de Planejamento e Pesquisa de Pernambuco - CONDEPE/FIDEM / Diretoria de Articulação e Desenvolvimento Urbano - DADM / Gerência de Regulação e Ordenamento Espacial - GROE

Função: distribuidor

Telefone: 55 (81) 31824408

Fax: 55 (81) 31824401

Endereço: Rua da Ninfas, 65 - Bairro: Boa Vista - CEP: 50700-050

Cidade: Recife

UF: Pernambuco

País: BR

e-mail: ouvidoria@condepefidem.gov.br

Restrições Legais:

Restrição de Acesso: direitos dos autores;

Restrição ao Uso: direitos dos autores;

Restrição de Segurança: não classificado

Denominador da Escala: 1:10.000.

Etapas do Processo: Homogeneização de referenciais, compilação, generalização, validação topológica e toponímica e controle de qualidade, reprodução e atualização.

Homogeneização de referenciais:

- Unidades de trabalho: metros.
- Conversão de referenciais geodésicos: Córrego Alegre para SAD-69 e deste para SIRGAS2000, seguindo os parâmetros do IBGE.
- Projeção cartográfica: sistema UTM

Generalização:

- Data compilação / generalização: 2005 até a data atual.
- Critérios de seleção: efetivado para adequação à escala 1:10.000
- Generalização: efetivada, parâmetros descritos na documentação técnica

Formato de dados: DWG e SHP

Procedimento Realizados na Geração:

- Base Cartográfica do CACI

Materialis:

A elaboração da base cartográfica foi realizada a partir dos seguintes materiais:

- 125 ORTOFOTOCARTAS da Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – CONDEPE / FIDEM na escala 1:10.000, datadas entre 1974 e 1988, com sistema geodésico de referência no elipsóide de Hayford e datum Córrego Alegre. Tais ortofocartas recobrem toda RMR.
- Cartas do Projeto UNIBASE da RMR de escala 1:1.000, datadas entre 1984 e 1997. Tais cartas foram produtos provenientes de uma cooperação técnica entre a Fidem e órgãos setoriais, possuindo Sistema Geodésico de Referência em Datum SAD-69/69, sendo para tal implantados 344 pontos com coordenadas planimétricas. O recobrimento Aerofotogramétrico foi realizado na escala de 1:6.000 de aproximadamente 2.100Km², totalizando aproximadamente

17.792 fotografias aéreas, que resultou em Plantas Topográficas Cadastrais e Plantas Topográficas de Referência Cadastral.

- Materiais cartográficos, legislações, resoluções e normas adquiridos em órgãos setoriais do governo federal e estadual, prefeituras, concessionárias de serviços públicos estaduais e federais. Os materiais cartográficos destes órgãos possuem diferentes sistemas de referências e diferentes escalas cartográficas.

Processo:

- Digitalização das Ortofocartas: Foram realizados procedimentos de controle de qualidade na etapa de escanerização e tratamento das ortofocartas digitalizadas (raster), procurando-se corrigir as variações de tonalidades. Este procedimento foi realizado através do *Autodesk Raster*, onde as ortofocartas escanerizadas em scanner A0 (não fotogramétrico), passaram por etapas de otimização através das ferramentas de processamento de imagem (*image_processing*), com manipulação de histogramas, transformações de densidade, conversões bitonais, entre outras aplicações conforme necessidade.
- Georreferenciamento: foi realizado através do software *Autodesk Raster 2006*, utilizando ferramentas de processamento digital de imagens (Correlate - RubberSheet), e transformação polinomial de primeira ordem. Para cada ortofocarta foi gerada uma grade de coordenadas no sistema de projeção e datum original, possibilitando o seu georreferenciamento através de pontos de controle coletados nas interseções da grade de coordenadas. O erro médio quadrático máximo, RMS, obtido no georreferenciamento das ortofocartas escanerizadas através deste procedimento foi de 1,12m, sendo admissível para a escala da ortofocarta. Posteriormente, foi realizada a transformação do Sistema

Geodésico para o datum SAD-69/69 (*South American Datum-1969*).

- Vetorização: a etapa de vetorização foi realizada no *Autodesk Map 2006*, onde as feições vetorizadas a partir das ortofotocartas foram:
 - Altimetria: pontos cotados, curvas mestras e intermediárias. A metodologia utilizada na vetorização da altimetria foi semi-automática e foram atribuídos valores de cotas (z) no arquivo digital.
 - Planimetria: Todas as informações da rede planimétrica foram atualizadas a partir de plantas do projeto UNIBASE na escala 1.1.000, produzidas entre 1983 e 1998.
 - Hidrografia: feições unifilares e bifilares, nomes de rios, lagos, açudes, entre outros.
 - Declividade: As manchas de declividades acima de 30% foram obtidas por métodos semi-automáticos através do software *Autodesk Civil 2009*.
- Planos de Informações
 - Além das informações que compõem a base cartográfica, foram levantados dados de órgãos setoriais através de cooperações técnicas, referentes às interferências, planos e projetos metropolitanos. As diferentes informações possuíam escalas e sistemas de referências variados, tendo que ser compatibilizadas e padronizadas.

Atualização:

- Data da atualização: em andamento
- Insumos e atualização:

Controle de Qualidade:

Relatório: Completude: não testado
 Consistência Lógica: testado - correções topológicas e conceituais
 Acurácia Posicional: testado – PEC-PCD B
 Acurácia Temporal: não testado
 Acurácia Temática: não testado

4.5.2 Teste da Consistência Lógica do CACI

A análise de consistência lógica está diretamente relacionada à correta topologia dos dados. O objetivo é testar se os elementos geométricos representados (ponto, linha e polígono) não estão duplicados, se possuem homogeneidade, continuidade e conectividade e se os polígonos estão fechados (sem *gaps*). Além disso, verifica-se se o produto possui correto nível de generalização, no caso de mudança de escala.

As entidades geográficas codificadas utilizando modelos de dados vetoriais são chamadas de feições, e esta será a convenção aqui adotada. Feições com mesmas características geométricas são armazenadas em uma mesma classe. Para o teste da consistência lógica dos produtos do CACI, foram selecionadas as feições apresentadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Feições avaliadas quanto à consistência lógica.

Feição	Origem	Ano de ultima atualização	SGR original	Escala Inicial	Escala Generalizada
Hidrografia	Unibase	1998	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Planimetria	Unibase	1998	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Matas	Unibase	1988	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Sistema Viário Principal	DER	2010	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Educação	GERE	2008	SAD-69/69	1:2.000	1:10.000
Segurança Pública	SDS	1998	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Lazer	Unibase	1997	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Saúde	Unibase	1997	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000
Conjuntos Habitacionais	FIDEM	2004	SAD-69/69	1:10.000	-
CSU	CEHAB	2004	SAD-69/69	1:10.000	-
Cemitério	Unibase	1997	SAD-69/69	1:1.000	1:10.000

Observou-se, nas feições selecionadas, que as informações a serem trabalhadas, além de desatualizadas, haviam passado por processos de generalização e/ou transformação do SGR. Além disso, em sua grande maioria não apresentavam metadados nem descrições quanto à qualidade da informação espacial.

Uma outra característica dos dados do CACI é o seu modelo de dados bastante simples, derivados de trabalhos desenvolvidos em ambiente CAD, no qual entidades do mundo real são representadas simbolicamente como pontos, linhas e vetores de áreas. Este tipo de representação de feição é denominada de feição simples ou feição de espaguete.

Embora o CACI tenha sido desenvolvido no *Autodesk Map*, que permite fixar escala e incluir sistemas de referências, projeção e um banco de dados, os seus elementos individuais não possuem identificadores únicos, dificultando marcá-los com atributos, um requisito básico para aplicações SIG (Sistema de Informações Espaciais), desejável numa IDE.

O elementos do CACI elaborados em CAD só receberam identificadores quando exportados para o formato SDF (*Spatial Data File*), que permite estruturar um *geodatabase* para inserir no programa *MapGuide Open Source* que, por sua vez, serve de *API* e elo de ligação de um banco de dados. Essa foi a metodologia utilizada na estruturação do SIUS. Já neste sistema, as feições são bloqueadas contra edições da sua geometria e topologia, impedindo a verificação qualitativa dos dados.

Os modelos de dados de tipo topológicos são importantes pelo seu papel na validação dos dados, na modelagem de feições integradas, na edição e na otimização de consultas.

Assim, torna-se necessária a criação e correção topológica do CACI, pelo fato de um *layer* em CAD não diferenciar estruturas topológicas entre pontos, linhas e polígonos. Nas estruturas CADs, vários problemas devem ser preliminarmente corrigidos antes da sua transformação em estrutura topológica. Como exemplo, em uma feição representada por um polígono simples na estrutura CAD, este é representado de forma semelhante àquela usada para elementos lineares, ou seja, por um conjunto de coordenadas (x,y) . Essa forma de representação apresenta como desvantagens o fato de que as linhas entre polígonos adjacentes devem ser digitalizadas duas vezes, o que aumenta a possibilidade de ocorrência de erros. Além disso, as informações sobre os polígonos vizinhos são inexistentes, e as ilhas (polígonos contidos em polígonos) são apenas construções gráficas, não sendo possível verificar se a topologia está correta.

Neste trabalho, foi realizada uma comparação com a estrutura topológica de uma base cartográfica de maior precisão, que foi também utilizada posteriormente

na avaliação da acurácia posicional relativa. Trata-se das ortofotos da Prefeitura da Cidade do Recife - PCR, datadas de 2007, na escala 1:1.000 e SGR em SIRGAS 2000.

As ortofotos são elaboradas pelo processo de ortorretificação, ou seja, pelas correções geométricas das fotografias aéreas devido a variações de relevo e atitudes da aeronave durante a execução da cobertura aérea. As ortofotos utilizadas foram processadas pelo método analítico dos raios de feixes conjugados "*Bundle Method*", onde o algoritmo geométrico são as equações de colinearidade. A cobertura fotogramétrica foi realizada em 2007 na escala nominal de 1:6.000, cobrindo todo o território do município de Recife (aproximadamente 220 Km²). Todo o trabalho foi realizado pela empresa contratada através de licitação pública Engefoto Engenharia e Aerolevantamentos. As ortofotos foram testadas pela PCR, apresentando em seu relatório um EMQ de 0,072m e 0,306m para E e para N respectivamente, enquanto os vetores testados variaram um EMQ de 0,037m para E e 0,136m para N.

A forma de aquisição controlada, a data de execução dos voos aerofotogramétricos, o SGR utilizado e a escala das ortofotos da PCR potencializam o seu uso na avaliação de acurácia posicional relativa e comparação de estruturas topológicas e de formato, já que a topologia foi gerada de forma mais controlada do que a da base do CACI e seu EMQ é previamente conhecido.

As feições identificáveis nas ortofotos analisadas neste trabalho (planimetria, vegetação e hidrografia) passaram por um processo de comparação e avaliação topológica entre a base vetorial fornecida pela PCR e a estrutura topológica gerada pelos *layers* em CAD do CACI. Estes tiveram suas geometrias previamente corrigidas, para o mesmo Sistema de referência SIRGAS 2000 e projeção cartográfica UTM. Já para as feições não identificadas nas ortofotos (ex: equipamentos urbanos, conjuntos sociais, entre outros) foram realizadas apenas as correções geométricas, por se tratarem de dados desatualizados.

A análise da planimetria dos *layers* do CACI ilustra a sua estrutura simplificada, não apresentando distinções entre quadras, logradouros, entre outros, como nas ortofotos. Além disso, verifica-se a ausência de metadados.

Observando a ISO 19113 e a INDE, procurou-se avaliar a qualidade dos dados quanto a Consistência Lógica sob aspectos conceituais, de domínio, de formato e de topologia (figura 30).

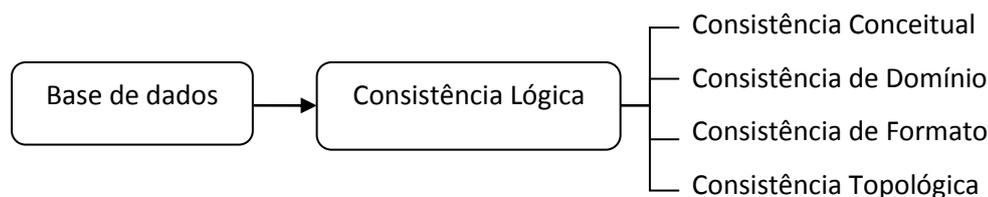


Figura 30 - Subelementos testados para a validação da Consistência Lógica.

a) Consistência de Formato:

Neste teste, foram avaliados os tipos de formatos válidos aceitos para armazenamento, de acordo com a estrutura física da base de dados desejada.

Os formatos, de maneira geral, variam conforme o software utilizado. Alguns formatos bastante utilizados nos modelos de dados vetoriais de origem *CAD (Computer Aided Design)* são DWG e DXF. De origem *Esri* são SHP e LYR. Já entre os modelos de dados matriciais, os formatos mais aceitos são TIFF, BMP, JPEG, MrSID, ECW, JPEG2000, entre outros.

A importância da consistência de formato está em normalizar os dados e permitir a integração dos mesmos. Assim, neste trabalho todos os dados foram convertidos para SHP, no caso das estruturas vetoriais, e TIFF, para as estruturas matriciais, já que tais formatos são reconhecidas pela maioria dos softwares de SIG.

b) Consistência Topológica:

Nos dados vetoriais das duas bases, do CACI e da PCR, foram constatados erros grosseiros ocasionados pela digitalização de feições, identificados pela comparação entre as fotografias aéreas e as ortofotos que lhe deram origem.

Esses erros nos modelos de dados oriundos do processo de digitalização, necessitam de correções preliminares antes da geração e testes de validação da sua topologia. A figura 31 apresenta um exemplo de erro identificado na feição de planimetria dos dados estudados, onde à esquerda observa-se a feição planimétrica do CACI sobreposta na fotografia aérea da época e verifica-se a presença de linhas descontínuas, já à direita observa-se a feição planimétrica da PCR sobreposta na fotografia aérea da época com erros geométricos de limites.



Figura 31 - Erros grosseiros identificados nos vetores que representam a feição de planimetria. À esquerda o vetor de planimetria do CACI datado de 1997 e à direita o vetor de planimetria da PCR datada de 2007.

Os principais erros geométricos encontrados nas feições testadas estão listados no quadro 11, mostrando a presença ou não de problemas identificados nos modelos de dados das feições estudadas da PCR e do CACI:

Quadro 11 - Erros de digitalização (inconsistência geométrica) encontrados nos dados espaciais utilizados na área de estudo

Erros de Digitalização	PCR	CACI
Primitivas geométricas duplicadas	Não	Sim
Polígonos não fechados (nós sem sobreposição)	Não	Sim
Linhas descontinuas (objetos com quebras)	Não	Sim
Objetos curtos (não visíveis na escala da carta)	Não	Sim
Digitalização de número de pontos insuficientes	Sim	Sim
Digitalização errônea	Sim	Sim
Generalização: excesso ou insuficiência de informações	Sim	Sim
Limites entre polígonos não definido corretamente	Não	Sim
Nós não definidos	Não	Sim

A detecção destas inconsistências geométricas foi realizada através do aplicativo *Drawing Cleanup* do programa *Autocad Map 3D 2013*. Esta ferramenta não é válida para correções de topologia, apenas de elementos geométricos em formato CAD. A figura 32, mostra as opções do *Drawing Cleanup* para essa verificação dos erros de inconsistência.

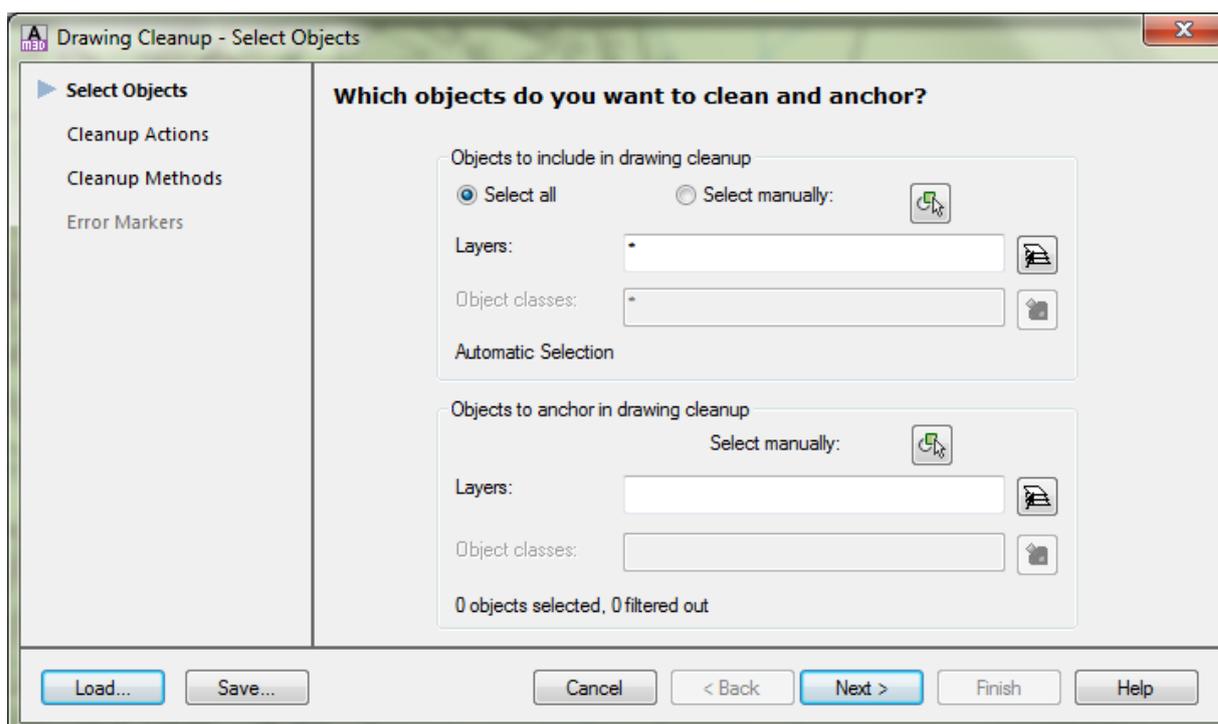


Figura 32 -Tela principal da ferramenta Drawing Cleanup para verificação de consistência geométrica

Na figura 32, observa-se na primeira opção: *Objects to include in drawing cleanup*, que permite selecionar todos os elementos de um determinado nível de informação para verificação em conjunto ou por seleção manual, possibilitando a escolha de qualquer elemento de um determinado nível de informação. Existe ainda a opção de escolha do *layer* que se deseja verificar. Na segunda opção, objetos podem ser ancorados. Os objetos ancorados são pontos de referência e não são alterados ou movidos.

Neste trabalho foi utilizada a opção automática, para a seleção de todos os elementos constantes de cada nível de verificação, ou seja para selecionar automaticamente todas as feições.

Ainda entre as opções de ferramentas do Drawing Cleanup, a tela seguinte (figura 33) apresenta os tipos de ações possíveis a serem executadas e, ainda permite especificar a ordem desejada para a execução das ações conforme a uma hierarquia de prioridades para cada tipo de tarefa de limpeza e correção geométrica.

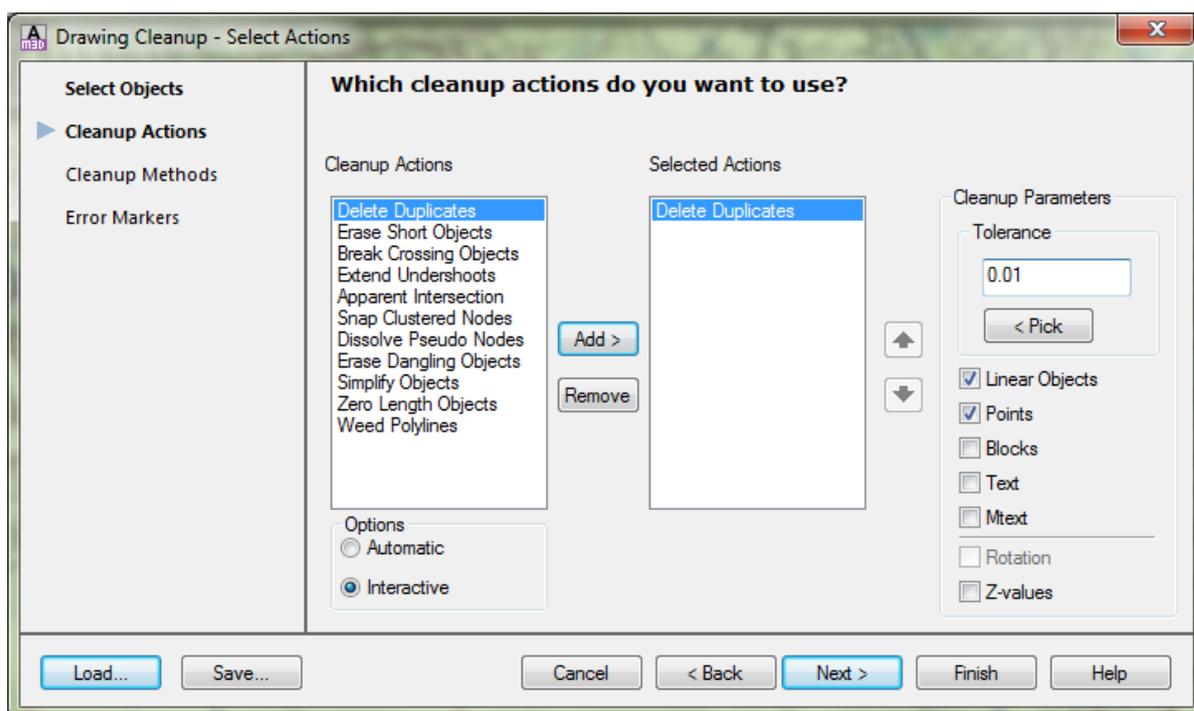


Figura 33 – Tipos de opções de correções a serem efetuadas.

As opções de correções geométricas disponíveis pelo programa são:

- *Delete Duplicates*: apaga objetos duplicados
- *Erase Short Objects*: localiza objetos menores que uma tolerância especificada e os elimina.
- *Break Crossing Objects*: quebra objetos e linhas que se cruzam
- *Extend Undershoots*: estende linhas para que se encontrem com objetos
- *Apparent Intersection*: estende linhas soltas para que se encontrem. A extensão das entidades é calculada com base na projeção dos caminhos naturais e limitada usando em raio de tolerância.
- *Snap Clustered Nodes*: estende linhas em cruzamentos
- *Dissolve Pseudo Nodes*: elimina nós desnecessários
- *Erase Dangling Objects*: elimina linhas sem nexos que perturbam a formação de polígonos.
- *Simplify Objects*: permite a simplificação do desenho, eliminando nós, reduzindo o tamanho do arquivo.
- *Zero Length Objects*: Elimina objetos com tamanho igual a zero.
- *Weed polylines*: usada para adicionar ou remover vértices em polilinhas 3D (não usada neste trabalho)

A verificação das ações selecionadas podem ser realizadas automaticamente ou manualmente. Optou-se pelo uso manual pois em caso da existência de objetos muito próximos a outros, o *software* pode interpretar erroneamente eliminando ou estendendo estes inadequadamente. Recomenda-se ainda que a execução de dada uma das ações desejadas sejam realizadas

individualmente, permitindo o usuário avaliar os problemas encontrados e intervir na solução ideal.

Outro fato que implicou bastante na opção pela manual e individual das ações deste trabalho, foi a escolha adequada para as escolhas nas especificações de tolerâncias nas ações de correções geométricas.

Aqui o critério de tolerância considerado foi baseado na precisão gráfica, ou seja a menor grandeza passível de ser representada num desenho em determinada escala. Neste caso a precisão gráfica, foi de 20cm considerando que a escala trabalhada aqui foi de 1:10.000. Ou seja, para elementos gráficos de dimensões inferiores a 20cm aplicou-se a ação do “*Erase Short Objects*”.

De maneira geral buscou-se avaliar em cada item um valor mínimo para uma tolerância lógica capaz de reconhecer a inconsistência permitindo que a correção geométrica ocorra sem prejuízos à informação espacial.

A próxima tela do *software* (figura 34) ofereceu opções de modificar os objetos originais, corrigi-los ou deletá-los após as ações, usar ou não o *layer* originais, e ainda realizar conversões geométricas dos objetos.

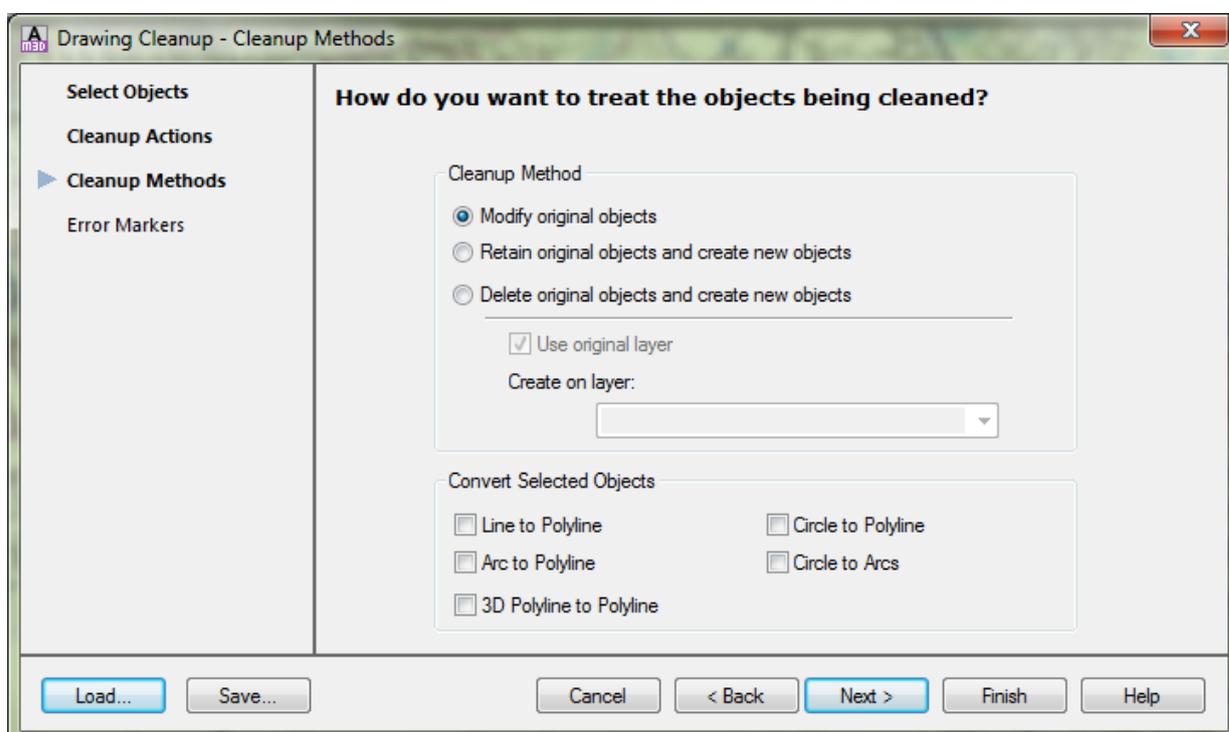


Figura 34 - Tela de opções com os tipos de métodos de saída.

Por fim foi apresentada a listagem dos erros de inconsistência geométrica localizados, conforme visualizado na figura 35. É possível ir à ação e ver o

quantitativo dos erros marcados, avaliá-los e assim definir qual o procedimento a realizar correção ou não.

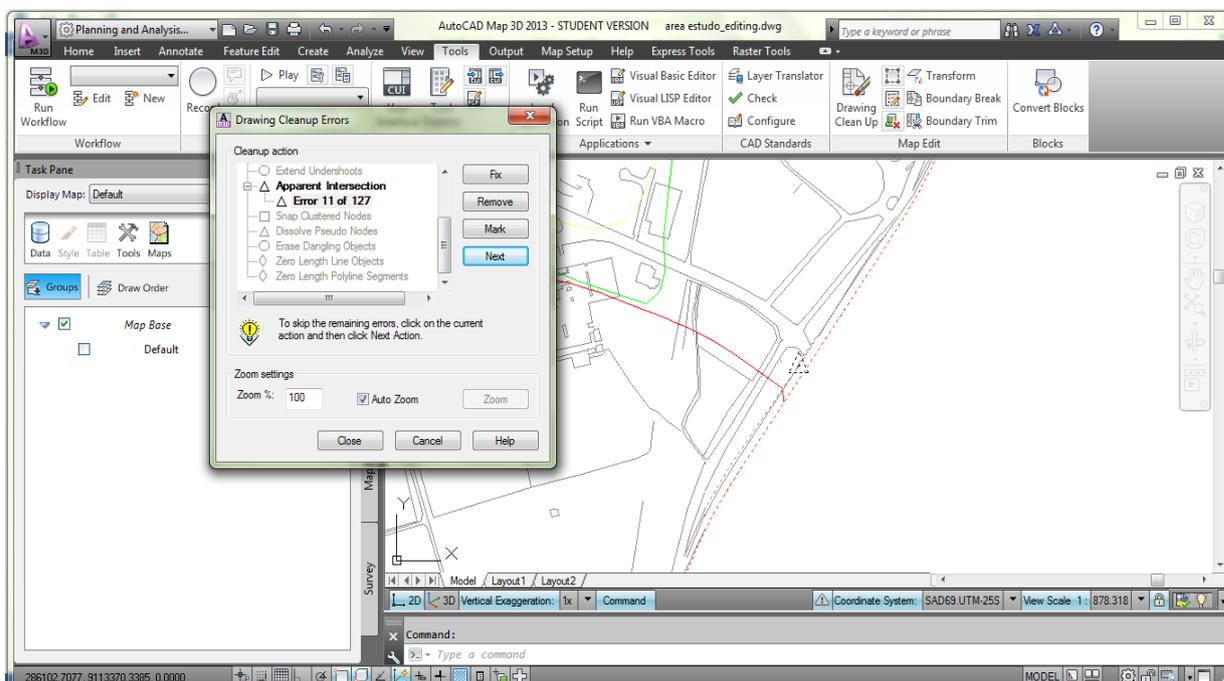


Figura 35 - Relatório de erros.

No relatório dos erros de inconsistência geométrica foram encontrados 18557 erros, distribuídos conforme o quadro 12:

Quadro 12 - Quantitativo de erros geométricos.

Inconsistência Geométrica	Quantitativo de erros
Objetos duplicados	15169
Objetos curtos	185
Objetos que se cruzam	44
Linhas que necessitam estender até objetos	1887
Linhas soltas	127
Falsos nós	1080
Linhas sem nexos	62
Desenho necessitando ser simplificado	3

Após concluídas as correções de inconsistência geométricas, a transformação de feições simples em topológicas foi realizada no *Autocad Map*. Contudo o *software* possui seu uso limitado em relação aos tratamentos topológicos. Assim, como já mencionado no item a) Consistência de Formato, o produto final

vetorial foi exportado para SHP. De modo a se realizar os tratamentos e validações topológicas no *software ArcMap10*, mais eficiente para essa finalidade.

Para a criação de topologia no ArcMap10, foi gerado um “*geodatabase*¹³”, que se trata de um diretório de sistema de arquivos, onde todas as feições em *shapefile* (extensão SHP) a serem trabalhadas nesta dissertação foram importadas. Este procedimento foi permitido através da importação em um novo “*feature Dataset*”¹⁴ com sistema de referência definido, criando um novo “*feature class*”¹⁵ que se trata de uma coleção de topologias.

Os procedimentos para a criação de topologia no *ArcMap* foi realizado de forma simples, clicando com o botão direito do mouse sobre a *feature dataset*, e depois em *new – topology* (figura 36).

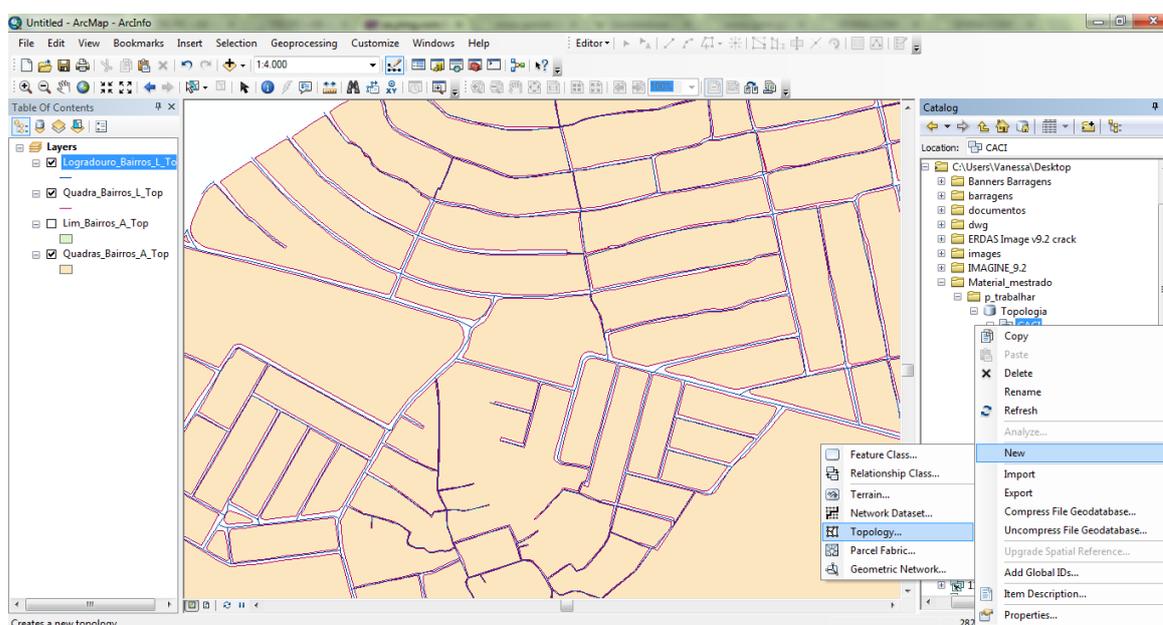


Figura 36 - Criando uma Topologia a partir do “*feature dataset*”.

Após criar a topologia, escolheu-se um nome para o arquivo de relações topológicas e adicionou-se a este os “*features class*” que foram trabalhados. Além disto foi possível adicionar todas as regras de topologia (figura 37).

¹³ Banco de dados preparado para armazenar, consultar e manipular informação geográfica.

¹⁴ Coleção de feature classes com topologias e relações espaciais definidas pelo usuário, que são armazenadas dentro de uma Geodatabase.

¹⁵ Conjunto de objetos geográficos em formato tabular que tem mesmo comportamento e mesmos atributos.

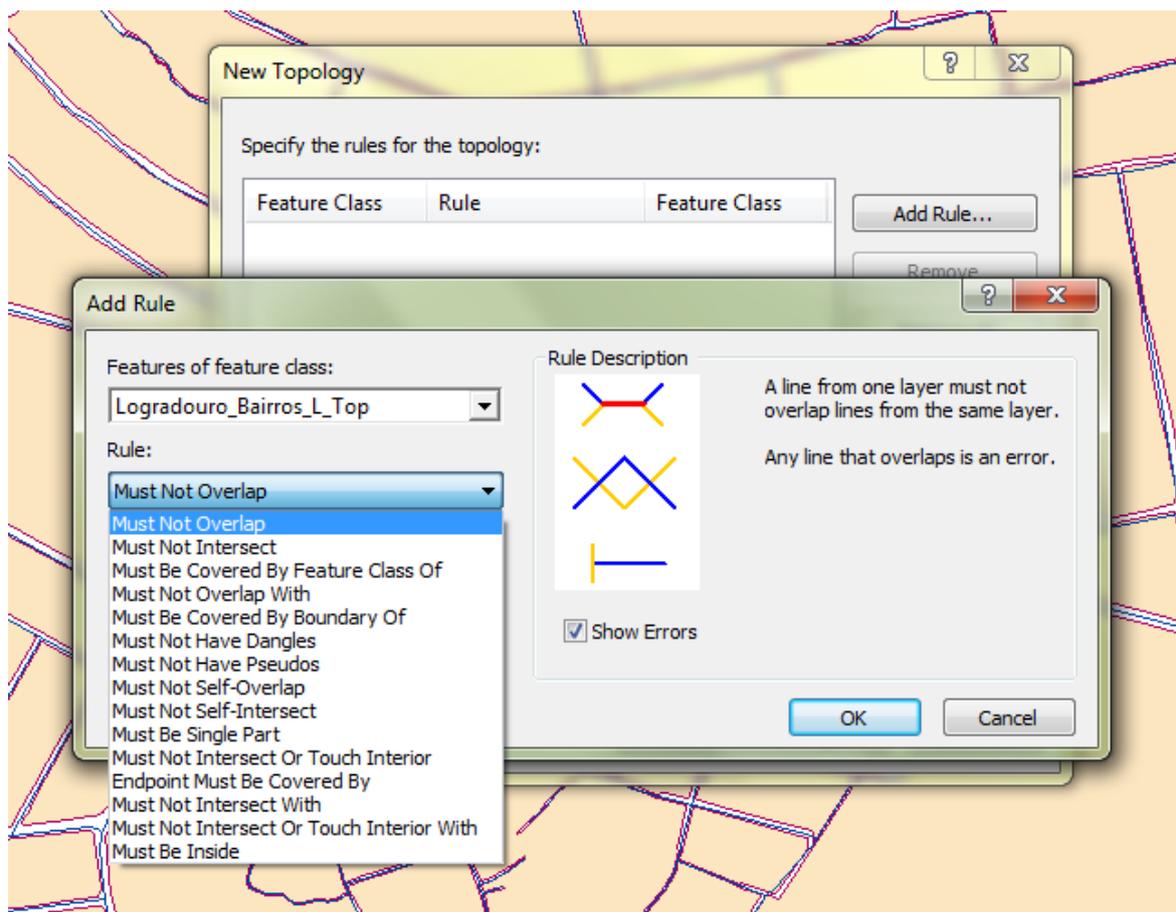


Figura 37 - Regras de validações topológicas apresentadas no ArcMap10.

As regras de validação de consistência topológica utilizadas no ArcMap10 foram:

- *Must no overlap* (não deve haver interseções entre os polígonos)
- *Must not have gaps* (não deve haver fendas entre os polígonos)
- *Must not overlap with* (não deve haver interseções entre os polígonos de um layer com os do outro)
- *Must be covered by feature class of* (a área de um layer deve se sobrepor a área de outro layer)
- *Must cover each other* (deve haver a sobreposição mútua entre a área de um layer e a área de outro layer)
- *Must be covered by* (A área de um layer deve estar contida na área de outro layer)
- *Boundary must be covered by* (Os limites de uma área de um layer devem estar contidos nos limites de uma linha de outro layer)

- *Area boundary must be covered by bound* (Os limites de uma área de um layer devem estar contidos no limites de uma área de outro layer)
- *Containts points* (uma área de um layer de polígonos deve conter pelo menos um ponto de um layer de pontos)

Como a maior parte das correções necessárias já haviam sido realizadas no processo realizado em CAD, esperava-se um quantitativo inferior de erros para esta etapa, como confirmado no relatório do *ArcMap10*, o que totalizou 919 erros de inconsistência topológicas a serem corrigidos (figura 38).

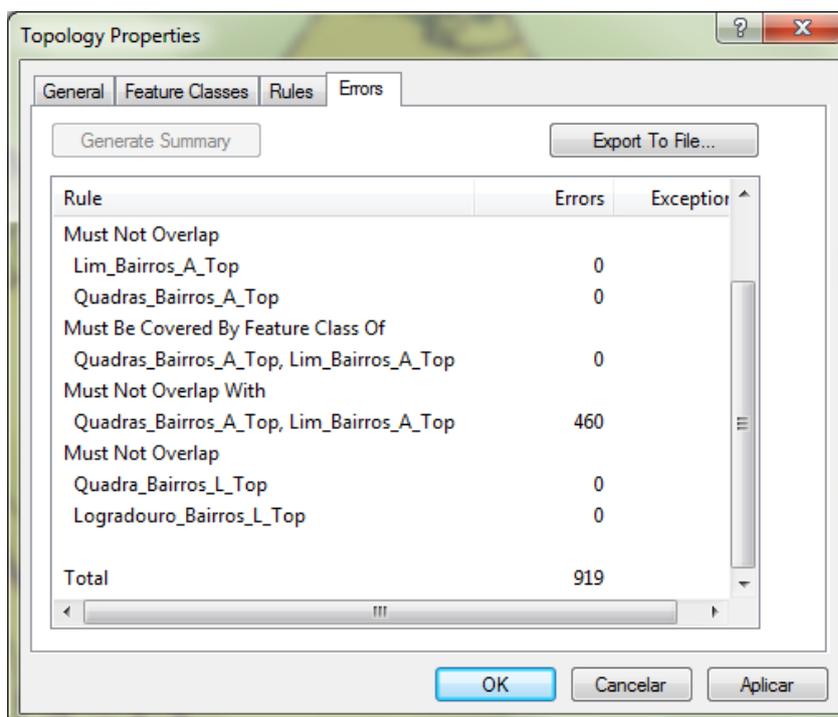


Figura 38 – Tela de resultados dos erros de inconsistência Topológicas verificados.

As checagens e correções foram feitas através da barra de ferramentas *topology* (figura 39). Com a ferramenta *fix topology error tool*, os erros foram selecionados. A ferramenta *error inspector* registrou qual a regra topológica que não foi cumprida. Em seguida, o *ArcMap* disponibilizou algumas sugestões de correção, ou de marcação do erro como uma exceção à regra.

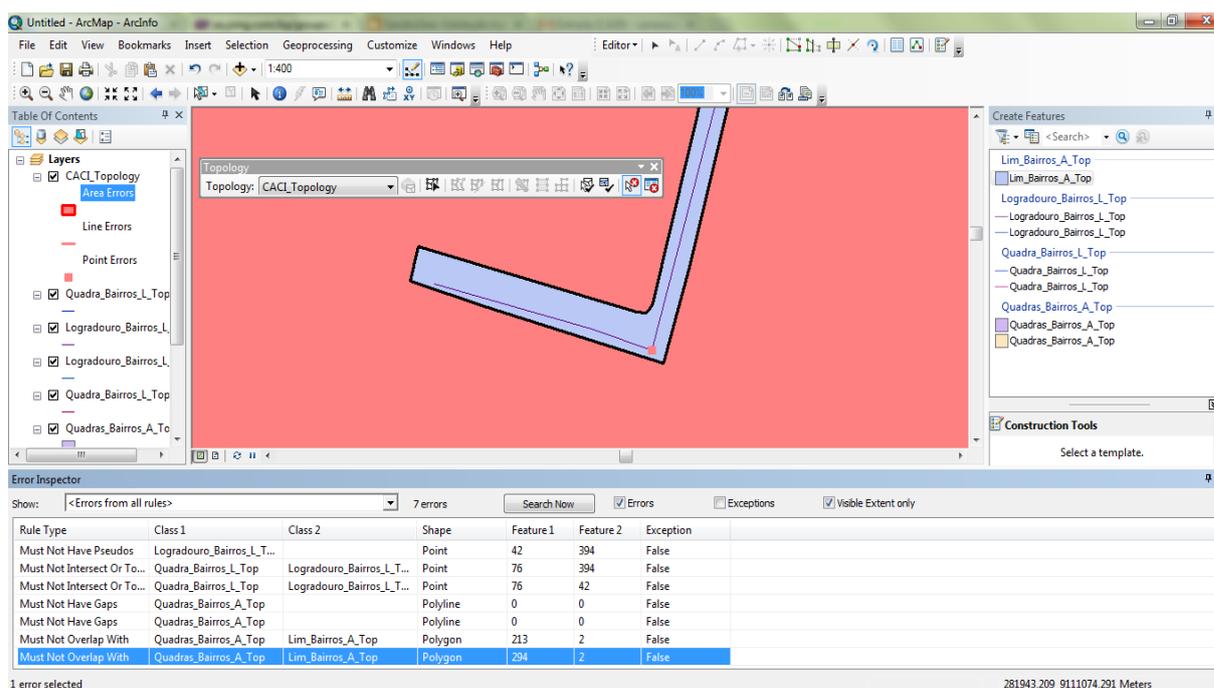


Figura 39- Processo de correção das inconsistências topológicas.

Finalmente, a base espacial é considerada livre dos erros topológicos testados.

c) Consistência Conceitual:

A consistência conceitual avaliou se as informações fornecidas na base de dados eram compatíveis ao universo abstrato desejável, definido previamente, e se ocorreu a relação lógica da informação entre os dados quanto ao seu uso e propósito.

O quadro 13, foi usado para a avaliação da consistência conceitual através da atribuição de cada entidade representada conforme suas características, buscando a aceitação das entidades testadas dentro de um universo abstrato predefinido. O universo abstrato utilizado nesta dissertação baseou-se nas especificações técnicas previstas na INDE.

Quadro 13 – Valores para a avaliação da consistência conceitual

Valor	Descrição	Definição
1	Aceitável	A entidade concorda com o indicador estabelecido no Universo Abstrato
0	Não se aplica	Entidade não está presente no Universo Abstrato da carta controlada
-1	Omitida	A entidade foi omitida devendo ser corrigida através da integração de banco de dados da carta.

Assim, para os temas do CACI a serem analisados criou-se o quadro 14 para verificar o universo abstrato desejável. Tal universo levou em consideração o modelo conceitual proposto na ET-EDGV como inspiração de um modelo conceitual para a concepção deste trabalho.

Vale ressaltar que os modelos conceituais devem ser estabelecidos conforme as necessidades e padrões desejados para representação do universo abstrato conforme a finalidade do produto cartográfico.

Diante dos resultados de aceitabilidade ou rejeição avaliados no quadro 14, foi calculado o grau de conformidade dos dados ao universo conceitual.

Quadro 14- Modelagem dos Temas do CACI à ET-EDGV

Código	Nome da feição	Categoria ET-EDGV	Classe ET-EDGV	Subclasse ET-EDGV	Primitiva Geométrica	Nome_Tema	1:10.000	1:25.000	1:100.000	Valor
HID	Oceano	Hidrografia	Massa_Dagua	Oceano	Polígono (A)	HID_Oceano_A: alfanumérico,80	X	X	X	0
HID	Lago	Hidrografia	Massa_Dagua	Lagoa / Lago	Polígono (A)	HID_Lagoa_A: alfanumérico,80	X	X	X	0
HID	Açude	Hidrografia	Massa_Dagua	Açude	Polígono (A)	HID_Acude_A: alfanumérico,80	X	X	X	0
HID	Rio	Hidrografia	Curso_Dagua	Corpo d'água	Polígono (A)	HID_Curso_Dagua_A: alfanumérico,80	X	X	-	1
HID	Rio	Hidrografia	Curso_Dagua	Corpo d'água	Linha (L)	HID_Curso_Dagua_L: alfanumérico,80	X	X	X	1
HID	Rio	Hidrografia	Trecho_Curso_Dagua	Corpo d'água	Linha (L)	HID_T_Curso_Dagua_L: alfanumérico,80	X	X	X	1
TRA	Sistema Viário Principal	Sistema de Transporte	Via_Rodoviaria	-	Linha (L)	TRA_Via_Rodoviaria_L: alfanumérico,80	X	X	X	1
TRA	Trecho Logradouro	Sistema de Transporte	Arruamento	Vias ou Logradouros	Linha (L)	TRA_Logradouro_L: alfanumérico,80 TRA_Via_L: alfanumérico,80	X	-	-	-1
TRA	Eixo Logradouro	Sistema de Transporte	-	-	Linha (L)	TRA_Eixo_Logradouro_L: alfanumérico,80	X	-	-	-1
TRA	Ponte	Sistema de Transporte	Ponte	-	Ponto (P) ou Linha (L)	TRA_Ponte_P: alfanumérico,80 TRA_Ponte_L: alfanumérico,80	X	X	-	1
TRA	Ferrovia	Sistema de Transporte	Via_Ferrea	-	Linha (L)	TRA_Via_Ferrea_L: alfanumérico,80	X	X	X	1
TRA	Hidrovia	Sistema de Transporte	Hidrovia	-	Linha (L)	TRA_Hidrovia_L: alfanumérico,80	X	X	X	0
LIM	Limite Municipal	Limite	Município	-	Polígono (A)	LIM_Município_A: alfanumérico,80	X	X	X	1
LIM	Limite Bairros	Limite	Bairro	-	Polígono (A)	LIM_Bairro_A: alfanumérico,80	X	X	-	1
LIM	Limite Quadras	Limite	-	-	Polígono (A)	LIM_Quadra_A: alfanumérico,80	X	-	-	-1
REF	Rede de Referência	Pontos de Referência	Pto_Ref_Geod_Topo	-	Ponto (P)	REF_Pto_Geod_P: alfanumérico,10	X	X	X	-1

MODELAGEM E CONTROLE DE QUALIDADE DE UMA INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO

REL	Curva de Nível	Relevo	Curva_Nivel	-	Linha (L)	REL_Curva_Nivel_L: Real,5	X	X	X	1
VEG	Matas	Vegetação	Veg_Natural	Mata	Polígono (A)	VEG_Mata_A: alfanumérico,80	X	-	-	1
VEG	Mangue	Vegetação	Veg_Natural	Mangue	Polígono (A)	VEG_Mangue_A: alfanumérico,80	X	-	-	0
INF	Educação	Educação e Cultura	Org_Ensino	Area_Ensino	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Area_Ensino_A: alfanumérico,100 ; INF_Area_Ensino_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Educação	Educação e Cultura	Org_Ensino	Edf_Ensino	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Edf_Ensino_A: alfanumérico,100; INF_Edf_Ensino_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Lazer	Educação e Cultura	Complexo_Lazer	Area_Lazer	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Area_Lazer_A: alfanumérico,100; INF_Area_Lazer_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Lazer	Educação e Cultura	Complexo_Lazer	Campo_Quadra	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Campo_Quadra_A: alfanumérico,100; INF_Campo_Quadra_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Hospitais, Pronto Atendimento s e Postos de saúde	Saúde e Serviço Social	Org_Saude	Area_Saude	Polígono (A)	INF_Area_Saude_A: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Hospitais, Pronto Atendimento s e Postos de saúde	Saúde e Serviço Social	Org_Saude	Edif_Saude	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Edif_Saude_A: alfanumérico,100; INF_Edif_Saude_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Centro Social Urbano - CSU	Saúde e Serviço Social	Org_Servico_Social	Area_Servico_social	Polígono (A)	INF_Area_Servico_social_A: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Centro Social Urbano - CSU	Saúde e Serviço Social	Org_Servico_Social	Edif_Servico_social	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Edif_Servico_social_A: alfanumérico,100; INF_Edif_Servico_social_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
SAN	Cemitério	Abastecime	Cemiterio	Cemiterio	Polígono (A)	INF_Cemiterio_A:	X	-	-	1

		nto de Água e Saneamento Básico			ou Ponto (P)	alfanumérico,100; INF_ Cemiterio _P: alfanumérico,100				
SAN	Rede de Água	Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Complexo_Abastecimento_Agua	Rede_Agua	Linha (L)	INF_ Rede_Agua _L: alfanumérico,40;	-	-	-	0
SAN	Rede de Esgoto	Abastecimento de Água e Saneamento Básico	Complexo_Abastecimento_Agua	Rede_Esgoto	Linha (L)	INF_ Rede_Esgoto _L: alfanumérico,40;	-	-	-	0
LOC	Conjuntos Habitacionais	Localidades	Complexo_Habitacional	Area_Habitacional	Area(A)	LOC_Area_Habitacional_A: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Segurança Pública	Administração Pública	Org_Pub_Civil	Area_Pub_Civil	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Area_Pub_Civil_A: alfanumérico,100; INF_Area_Pub_Civil_P: alfanumérico,100	X	-	-	1
INF	Segurança Pública	Administração Pública	Org_Pub_Militar	Area_Pub_Militar	Polígono (A) ou Ponto (P)	INF_Area_Pub_Militar_A: alfanumérico,100; INF_Area_Pub_Militar_P: alfanumérico,100	X	-	-	1

*As feições escolhidas para gerar o modelo conceitual para este trabalho foram retiradas da cartografia do CACI.

**Na definição dos conceitos "0" define as feições que não serão analisados neste trabalho; "-1" A feição está omitida, não respeitando o modelo conceitual aceitável, devendo ser corrigida; "1" A feição possui uma modelagem aceitável ao desejável.

A partir dos conceitos obtidos na tabela de verificação do modelo conceitual, é possível calcular o desvio da consistência conceitual dos dados estudados. O percentual de não conformidade tolerável, previsto na ISO2859-1, é de 10% e depende da quantidade de feições testadas:

$$\text{Desvio} = (100 \cdot E) / T$$

sendo, T: Total de Conceitos
 E: Soma Total de valores -1

Assim, a partir dos valores do quadro 14: T=26 e E=4, resultou um desvio de 15,38% entre os modelos conceituais do CACI e da norma ET-EDGV.

Este resultado indica a necessidade de adequação do modelo do CACI ao proposto pelas normas da INDE.

d) Consistência de Domínio:

A consistência lógica pode ser entendida como uma variável lógica (aprovação / reprovação) e serve para mostrar que não há casos imprevistos na base de dados.

O teste deste indicador é feito com relação ao Controle de Códigos e de Atributos, onde o primeiro garante que não existem casos com códigos que não estão no catálogo dos fenômenos admissíveis e o segundo garante que os atributos alfanuméricos que descrevem o objeto estão incluídos, e também que os seus valores pertencem ao domínio fornecido.

Assim, está diretamente relacionada à consistência conceitual e ao preenchimento da tabela de atributos. Por exemplo, a feição do tipo TrechoLogradouro será uma feição do tipo linha, que pode receber os seguintes atributos: CEP (tipo inteiro), Código do Logradouro (tipo inteiro), Nome do Logradouro (tipo caracteres), Diâmetro do logradouro (tipo real), entre outros.

As figuras 40 e 41, apresentam o exemplo da variável lógica aprovada para a feição FaceQuadra. Em relação ao controle de código ela é aceitável pois é um dos fenômenos admissíveis no modelo conceitual do universo abstrato trabalhado, estando dentro de LimiteQuadra. Em relação ao controle de atributos, quando uma

coluna é definida com o tipo inteiro, espera-se que todos os valores atribuídos a essa coluna sejam números inteiros, não podendo ser atribuído a essa coluna uma sequência de caracteres, e vice-versa.

FID	Shape	CSETCECODI	COUASECODI	CFCESNUM	CDSADMC	DSOF	CEP	CLOGRACODI	IILGPAVOFIC	IILGPAV
0	Polyline	2070	14	2	4	42070014002	50000000	110507	Refúgio Campus da UFPE-4	Ref Campos da Ufpe-4
1	Polyline	2070	7	3	4	42070007003	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
2	Polyline	2070	12	1	4	42070012001	50000000	8516	Avenida Professor Artur de Sá	Av Prof Artur de Sa
3	Polyline	2070	12	2	4	42070012002	50000000	20583	Avenida dos Economistas	Av dos Economistas
4	Polyline	2070	12	4	4	42070012004	50000000	8214	Avenida da Arquitetura	Av da Arquitetura
5	Polyline	2070	12	5	4	42070012005	50000000	97780	Avenida Jornalista Anibal Fernandes	Av Jorn Anibal Fernand
6	Polyline	2070	12	6	4	42070012006	50000000	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
7	Polyline	2070	12	8	4	42070012008	50000000	38687	Avenida Visconde de São Leopoldo	Av Visc de São Leopold
8	Polyline	2070	12	9	4	42070012009	50740540	39896	Avenida Professor Luiz Freire	Av Prof Luiz Freire
9	Polyline	2070	12	10	4	42070012010	50740530	28630	Rua Acadêmico Hélio Ramos	R. Academico Helio Ram
10	Polyline	2070	8	2	4	42070008002	50740590	20583	Avenida dos Economistas	Av dos Economistas
11	Polyline	2070	18	3	4	42070018003	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
12	Polyline	2070	17	4	4	42070017004	50000000	110469	Refúgio Campus da UFPE	Ref Campos da Ufpe
13	Polyline	2070	17	3	4	42070017003	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
14	Polyline	2070	18	2	4	42070018002	50000000	110469	Refúgio Campus da UFPE	Ref Campos da Ufpe
15	Polyline	2070	17	2	4	42070017002	50000000	110477	Refúgio Campus da UFPE-1	Ref Campos da Ufpe-1
16	Polyline	2070	16	2	4	42070016002	50000000	110485	Refúgio Campus da UFPE-2	Ref Campos da Ufpe-2
17	Polyline	2070	15	4	4	42070015004	50000000	110485	Refúgio Campus da UFPE-2	Ref Campos da Ufpe-2
18	Polyline	2070	14	4	4	42070014004	50000000	110493	Refúgio Campus da UFPE-3	Ref Campos da Ufpe-3
19	Polyline	2070	9	1	4	42070009001	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
20	Polyline	2070	9	4	4	42070009004	50740550	8214	Avenida da Arquitetura	Av da Arquitetura
21	Polyline	2070	9	2	4	42070009002	50740560	97780	Avenida Jornalista Anibal Fernandes	Av Jorn Anibal Fernand
22	Polyline	2070	9	3	4	42070009003	50740560	97780	Avenida Jornalista Anibal Fernandes	Av Jorn Anibal Fernand
23	Polyline	2080	4	2	4	42080004002	50741460	10685	Rua Belém de São Francisco	R. Belem de São Francis
24	Polyline	2080	4	1	4	42080004001	50741510	40959	Rua Barão de Mamore	R. Barão de Mamore
25	Polyline	2080	4	3	4	42080004003	50741430	43036	Rua Mário Campelo	R. Mario Campelo
26	Polyline	2070	8	4	4	42070008004	50740550	8214	Avenida da Arquitetura	Av da Arquitetura
27	Polyline	2070	16	4	4	42070016004	50000000	110477	Refúgio Campus da UFPE-1	Ref Campos da Ufpe-1
28	Polyline	2070	16	3	4	42070016003	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
29	Polyline	2070	16	1	4	42070016001	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
30	Polyline	2070	15	2	4	42070015002	50000000	110493	Refúgio Campus da UFPE-3	Ref Campos da Ufpe-3
31	Polyline	2070	15	3	4	42070015003	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
32	Polyline	2070	14	1	4	42070014001	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz
33	Polyline	2070	14	3	4	42070014003	50740570	34533	Avenida Reitor Joaquim Amazonas	Av Reitor Joaquim Amaz

Figura 40 – Atributos da feição FaceQuadras.

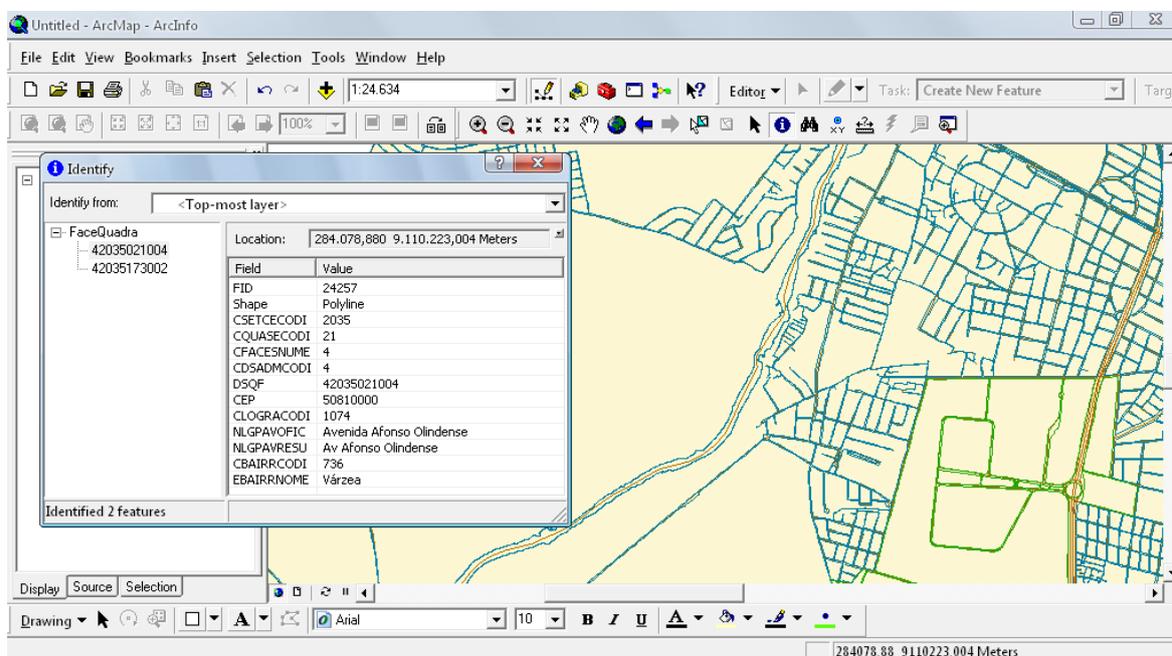


Figura 41 – Informações de atributos da feição selecionada.

A Consistência de Domínio é a responsável por detalhar as informações corretas quanto aos atributos de uma feição. Não se verificou inconsistência de

domínio nas feições trabalhadas, porque de uma maneira geral o domínio é predefinido na elaboração dos dados, variando conforme a escala e tipo de feição. Além disso, suas tabelas de atributos já estavam todas definidas quanto ao tipo de declaração de variável e devidamente preenchidas.

4.5.3 Teste da Acurácia Posicional do CACI

Neste tópico são apresentados os procedimentos adotados e resultados obtidos quanto à avaliação da acurácia posicional do CACI, onde foram testadas as feições pertinentes à planimetria, que é a principal feição que mensura a acurácia posicional de uma base cartográfica bidimensional. O modelo matemático utilizado pode ser aplicado também a validação da qualidade do posicionamento altimétrico.

Quanto aos testes realizados, estes foram baseados em análise de tendências e precisão, onde a partir do resultado buscou-se a classificação da carta de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC.

Por se tratar de base cartográfica, não foi realizada a verificação de qualidade posicional de malhas de coordenadas, apenas as acurácias relativa e absoluta.

Para a avaliação da acurácia relativa foram utilizados os dados planimétricos da base da PCR, enquanto para a acurácia absoluta foram utilizados dados coletados no dia 01/10/2013 por posicionamento RTK¹⁶.

a) Escolha de Pontos de Controle

Para a seleção dos pontos de controle foram analisadas as feições planimétricas a serem testadas, juntamente com a fotografia aérea da PCR, com o intuito de verificar, dentre os pontos coletados por RTK, quais seriam fotoidentificáveis na planimetria do CACI e da PCR.

Além disso, buscou-se utilizar pontos que apresentassem uma distribuição homogênea por todo o bairro da Cidade Universitária. Foram determinados 26 pontos de controle, de acordo com as recomendações da EMAS (como descrito no

¹⁶ As técnicas de posicionamento RTK são baseadas no modo diferencial onde as correções dos sinais dos satélites GNSS são transmitidas, em tempo real, da estação de referência para uma estação a qual se deseja determinar as coordenadas.

item 2.4.1.3), que prevê que $n \geq 20$. A distribuição destes pontos é mostrada na figura 42.

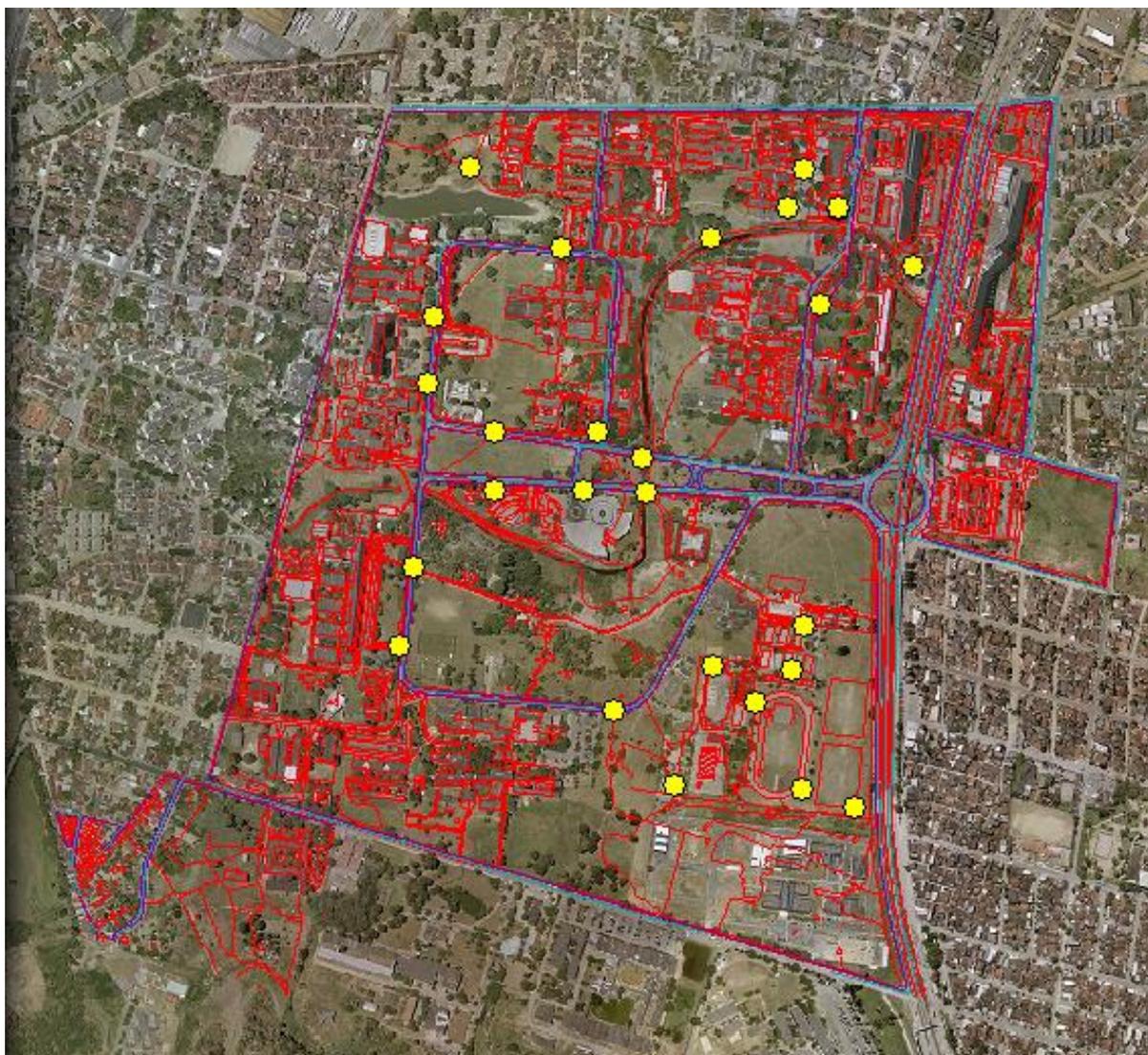


Figura 42– Distribuição dos Pontos de Controle

b) Acurácia Relativa e Acurácia Absoluta

O quadro 15, apresenta as coordenadas dos pontos de controle utilizados. A etapa seguinte consistiu no cálculo dos desvios e análise de tendência e precisão.

Quadro 15 - Pontos de Controle extraídos para avaliação do CACI, obtidos por RTK

PONTO	PONTOS DE CONTROLE A SEREM AVALIADOS	
	E (m)	N (m)
-		
P6	284854,9241	9109431,0913
P8	285024,0735	9109526,0931
P9	284722,3618	9109302,8175
P10	284696,4947	9109174,3293
P12	285102,9664	9109424,3119
P14	285094,2725	9109482,2156
P15	284753,1814	9109717,3566
P18	284742,9124	9109596,8297
P21	284853,1295	9109524,6645
P27	285278,5629	9109080,3109
P28	285279,9575	9109116,7683
P29	285336,9573	9109136,5241
P30	285360,5083	9109159,9731
P34	285357,5650	9108937,6961
P35	285380,2112	9108937,3655
P41	285149,9055	9108945,4685
P45	284962,7934	9109824,3205
P51	285293,9864	9109862,7180
P52	285344,9889	9109882,3184
P53	285351,3514	9109881,6998
P54	285361,2040	9109879,1519
P56	285416,9105	9109889,0215
P57	285416,8031	9109890,9916
P58	285426,9241	9109860,1002
P59	285426,0523	9109852,4337
P60	285441,2551	9109860,0347
P61	285426,5052	9109862,2187

PONTO	PONTOS DE CONTROLE PARA AVALIAÇÃO DE ACURÁCIA ABSOLUTA OBTIDOS POR RTK (1)	
	E (m)	N (m)
-		
P6	284853,8250	9109432,4470
P8	285023,5320	9109526,2700
P9	284722,8190	9109302,6820
P10	284695,9500	9109173,8260
P12	285102,8440	9109424,3380
P14	285094,0420	9109482,4010
P15	284753,9090	9109716,0610
P18	284740,4870	9109602,0750
P21	284853,2350	9109525,0510
P27	285280,2790	9109078,6420
P28	285281,2150	9109114,4330
P29	285340,6040	9109131,8210
P30	285359,6010	9109161,4200
P34	285356,7720	9108940,8090
P35	285381,5270	9108939,6400
P41	285151,2910	9108947,5950
P45	284967,2040	9109826,2640
P51	285298,3190	9109863,8400
P52	285346,4470	9109881,7440
P53	285352,3440	9109880,6860
P54	285363,3690	9109878,2240
P56	285417,4530	9109888,4930
P57	285417,6280	9109890,1270
P58	285427,5090	9109860,0540
P59	285426,8250	9109853,2770
P60	285442,2030	9109859,9630
P61	285425,8040	9109865,3500

PONTO	PONTOS DE CONTROLE PARA AVALIAÇÃO DE ACURÁCIA RELATIVA EXTRAÍDOS DA BASE DA PCR	
	E (m)	N (m)
-		
P6	284855,5597	9109429,8536
P8	285023,6670	9109525,9459
P9	284722,9948	9109301,9795
P10	284697,3267	9109172,7565
P12	285103,0474	9109424,3070
P14	285094,1533	9109482,0726
P15	284754,4405	9109714,3918
P16	284743,6055	9109602,6853
P21	284853,2581	9109525,2324
P27	285279,4496	9109080,5177
P28	285280,3958	9109116,3250
P29	285339,6784	9109133,8029
P30	285358,9243	9109163,0192
P34	285358,1962	9108937,6883
P35	285380,1208	9108936,6940
P41	285150,1325	9108945,6006
P45	284963,9349	9109824,1896
P51	285297,1949	9109864,6269
P52	285345,9610	9109882,5577
P53	285350,8558	9109881,9624
P54	285362,0208	9109879,3719
P56	285417,5192	9109889,1363
P57	285417,6462	9109891,1683
P58	285426,0019	9109860,3860
P59	285425,4463	9109854,3535
P60	285441,4674	9109859,8057
P61	285426,1616	9109866,0453

(1) O desvio padrão máximo dos pontos obtidos por técnica RTK foi de 2,2cm.

(2) O EMQ da base da PCR já foi mencionado no item 4.5.2.

De posse das coordenadas coletadas, avaliou-se as discrepâncias através das distâncias entre as ordenadas e as abscissas ($\Delta x_i, dy_i$), separadamente, e obteve-se as estatísticas como média (\bar{x}, \bar{y}); desvio padrão (S_x, S_y); erro máximo (E_{max}); e erro mínimo (E_{min});

Assim, no cálculo das discrepâncias $(\Delta x_i, \Delta y_i) = (x_{ci} - x_{ri}, y_{ci} - y_{ri})$, resultou o quadro 16:

Quadro 16 - Desvios de Acurácia Absoluta e de Acurácia Relativa.

DISCREPÂNCIAS ENTRE OS PONTOS ANALISADOS E PONTOS RTK (ACURÁCIA ABSOLUTA)			
PONTO	E(m)	N(m)	MÉDIA DAS DISCREPÂNCIA
P6	1,099	-1,356	1,745
P8	0,542	-0,177	0,570
P9	-0,457	0,136	0,477
P10	0,545	0,503	0,742
P12	0,122	-0,026	0,125
P14	0,231	-0,185	0,296
P15	-0,728	1,296	1,486
P18	2,425	-5,245	5,779
P21	-0,105	-0,387	0,401
P27	-1,716	1,669	2,394
P28	-1,258	2,335	2,652
P29	-3,647	4,703	5,951
P30	0,907	-1,447	1,708
P34	0,793	-3,113	3,212
P35	-1,316	-2,274	2,628
P41	-1,386	-2,126	2,538
P45	-4,411	-1,944	4,820
P51	-4,333	-1,122	4,476
P52	-1,458	0,574	1,567
P53	-0,993	1,014	1,419
P54	-2,165	0,928	2,355
P56	-0,542	0,528	0,757
P57	-0,825	0,865	1,195
P58	-0,585	0,046	0,587
P59	-0,773	-0,843	1,144
P60	-0,948	0,072	0,951
P61	0,701	-3,131	3,209

DISCREPÂNCIAS ENTRE OS PONTOS ANALISADOS E PONTOS EXTRAÍDO DA PCR (ACURÁCIA RELATIVA)			
PONTO	E(m)	N(m)	MÉDIA DAS DISCREPÂNCIA
P6	-0,636	1,238	1,391
P8	0,407	0,147	0,432
P9	-0,633	0,838	1,050
P10	-0,832	1,573	1,779
P12	-0,081	0,005	0,081
P14	0,119	0,143	0,186
P15	-1,259	2,965	3,221
P18	-0,693	-5,856	5,896
P21	-0,129	-0,568	0,582
P27	-0,887	-0,207	0,911
P28	-0,438	0,443	0,623
P29	-2,721	2,721	3,848
P30	1,584	-3,046	3,433
P34	-0,631	0,008	0,631
P35	0,090	0,672	0,678
P41	-0,227	-0,132	0,263
P45	-1,142	0,131	1,149
P51	-3,209	-1,909	3,733
P52	-0,972	-0,239	1,001
P53	0,496	-0,263	0,561
P54	-0,817	-0,220	0,846
P56	-0,609	-0,115	0,619
P57	-0,843	-0,177	0,861
P58	0,922	-0,286	0,965
P59	0,606	-1,920	2,013
P60	-0,212	0,229	0,312
P61	0,344	-3,827	3,842

Daqui por diante será utilizada a simbologia “a” e “r” para discriminação dos cálculos da variáveis em relação à acurácia absoluta e acurácia relativa, respectivamente.

Assim no cálculo da média estatística: $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ e $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ resultou

em:

$$\begin{aligned} \bar{x}_a &= -0,751\text{m} & \bar{x}_r &= -0,459\text{m} \\ \bar{y}_a &= -0,322\text{m} & \bar{y}_r &= -0,283\text{m} \end{aligned}$$

Enquanto do cálculo de desvio padrão

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i - \Delta \bar{x})^2}{N-1}} \quad \text{e} \quad s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta y_i - \Delta \bar{y})^2}{N-1}}, \text{ resultando}$$

em:

$$\begin{aligned} S_{xa} &= -1,587\text{m} & S_{xr} &= 0,987\text{m} \\ S_{ya} &= -1,955\text{m} & S_{yr} &= -1,816\text{m} \end{aligned}$$

A análise de tendência foi realizada utilizando o Teste t de Student, onde a partir das discrepâncias das médias amostrais obtidas em cada uma das n coordenadas planimétricas coletadas, a certo nível de significância $(1 - \alpha)$ e com um grau de liberdade $(n - 1)$, admite-se a não existência de tendência nas direções cartesianas, ou seja, o valor $t_{n-1, \alpha/2}$ calculado. Este deve ser inferior ao valor limite $t_{n-1, \alpha/2}$ obtido por meio de tabelas, para que a base cartográfica testada seja considerada livre de erros sistemáticos nas coordenadas X e Y.

O teste t de Student é calculado obedecendo as seguintes hipóteses e fórmulas:

Considerando que para a coordenada X:

H0: Se $\Delta X = 0$, então X não é tendencioso.

H1: Se $\Delta X \neq 0$, então X é tendencioso.

Para a coordenada Y:

H0: Se $\Delta Y = 0$, então Y não é tendencioso.

H1: Se $\Delta Y \neq 0$, então Y é tendencioso.

Este teste exige o cálculo da estatística amostral "t" e do seu respectivo intervalo de confiança. O valor amostral de "t" calculado a partir da expressão:

$$E, \quad t_x = \frac{\Delta \bar{x}}{s_x} \sqrt{N} \quad \text{e} \quad t_y = \frac{\Delta \bar{y}}{s_y} \sqrt{N}$$

Resultando em:

$$\begin{aligned} t_{xa} &= -2,458\text{m} & t_{xr} &= -2,418\text{m} \\ t_{ya} &= -0,857\text{m} & t_{yr} &= -0,811\text{m} \end{aligned}$$

O intervalo de confiança condicionante à aceitação da hipótese H0 é

$$-t_{(\alpha/2, N-1)} \leq t_{amostral} \leq t_{(\alpha/2, N-1)} \text{ onde, } \alpha \text{ é o nível de significância e } t \text{ é o}$$

escore obtido da função de densidade de probabilidade, bicaudal. O escore t foi obtido da respectiva tabela da distribuição t -Student. A ausência de tendência é verificada com a aceitação da hipótese H0, onde a média aritmética das discrepâncias é estatisticamente considerada igual a zero, a um determinado grau de confiabilidade. Logo, o escore t da distribuição acumulada, $t_{90\%;n-1} = 1,315m$ Demonstrando tendência em na direção da coordenada x já que t_{xa} e t_{xr} apresentam superiores a $t_{90\%;n-1}$.

A análise de precisão foi realizada utilizando o Teste Qui-Quadrado (χ^2), onde se comparou a variância das discrepâncias amostrais e foi obedecido aos valores pré-estabelecidos pelo Erro Padrão (EP), definido pela tabela do PEC-PCD, com objetivo de verificar em qual classe o produto analisado se enquadra. Assim foi verificado o enquadramento a partir das hipóteses de $H_0 : S^2 \leq \sigma^2_{PEC}$ e $H_1 : S^2 > \sigma^2_{PEC}$.

Calculando, para PEC-PCD, em escala 1:10.000, conforme verificado no quadro 1, e $\sigma_x = \sigma_y = EP/\sqrt{2}$, teríamos:

Para EP tipo A:	$\sigma = 1,202m$
Para EP tipo B:	$\sigma = 2,121m$
Para EP tipo C:	$\sigma = 3,535m$
Para EP tipo D:	$\sigma = 4,243m$

Assim, calculou-se os valores da estatística Qui-Quadrado

$$\chi^2_{a,n-1} = (n-1) \times \left(\frac{s^2}{\sigma^2} \right) \text{ para as componentes E e N, sendo o resultado}$$

apresentado a seguir:

$$\begin{aligned} \chi^2_{xa} &= 14,560m & \chi^2_{xr} &= 5,630m \\ \chi^2_{ya} &= 22,078m & \chi^2_{yr} &= 19,048m \end{aligned}$$

Para verificar se o valor calculado se encontra no intervalo de aceitação da hipótese nula, verificou-se o valor tabelado de Qui-quadrado para situação de grau de liberdade 26 e nível de significância $\alpha=10\%$ é de 35,57. Comparando-se os valores de X^2 calculados com o valor de X^2 obtido por meio de tabelas, verificou-se que a acurácia posicional dos dados testados se encontra

classificada como PEC-PCD de classe B, tanto no aspecto de avaliação da acurácia absoluta quanto relativa.

4.6 Metadados

Considerando a importância da publicação dos Metadados para o adequado funcionamento, confiabilidade e utilidade de uma IDE, buscou-se apresentar a elaboração dos metadados do CACI.

Na opção de configurações do *ArcMap 10* (figura 43), foi configurada a opção de preenchimento dos metadados em conformidade com a ISO19115, norma sugerida no Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB), conforme estabelecido pela INDE. Assim, todos os novos metadados criados no software estarão de acordo com as especificações da norma. Assim, no *ArcCatalog* foi realizada a criação e edição dos metadados.

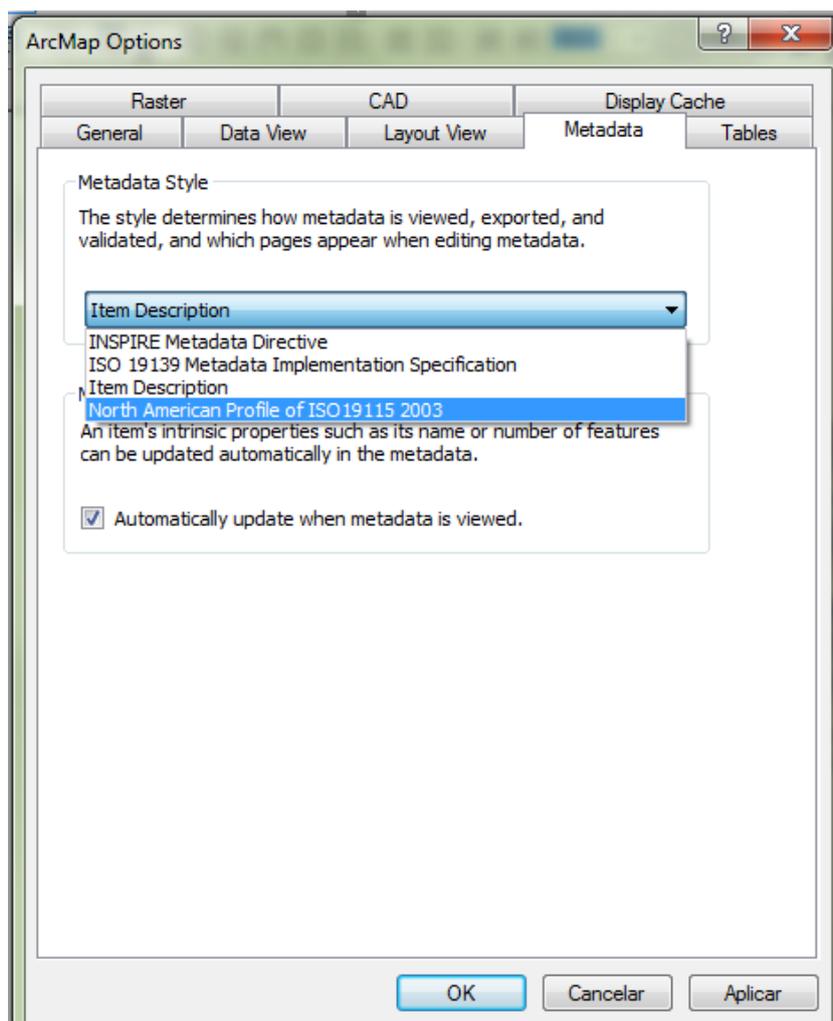


Figura 43 – Configuração de conformidade de metadados do ArcMap.

Um exemplo de criação de metadados das feições do CACI, analisadas quanto à sua linhagem, acurácia posicional e consistência lógica, será apresentado nas etapas a seguir.

No Item *description* da feição QuadraBairros, do tipo Polígono, observa-se no menu duas abas de opções “Descrição” e “pré-visualização”. A opção de pré-visualização, conforme figura 44, permite realizar visualizações do shp e seus atributos. Já na opção Descrição estarão os itens de metadados para serem criados e/ou editados obedecendo a ISO19115, conforme figura 45.

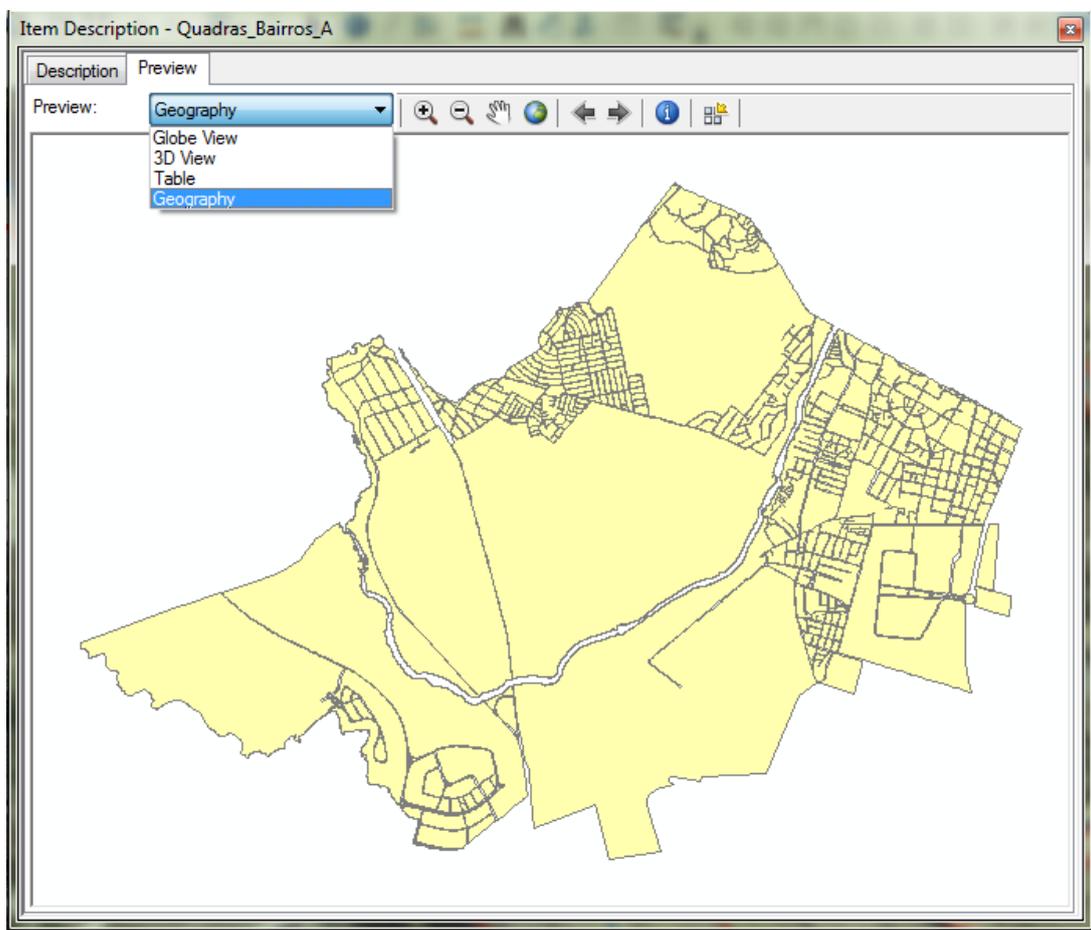


Figura 44– Tela de pré-visualização

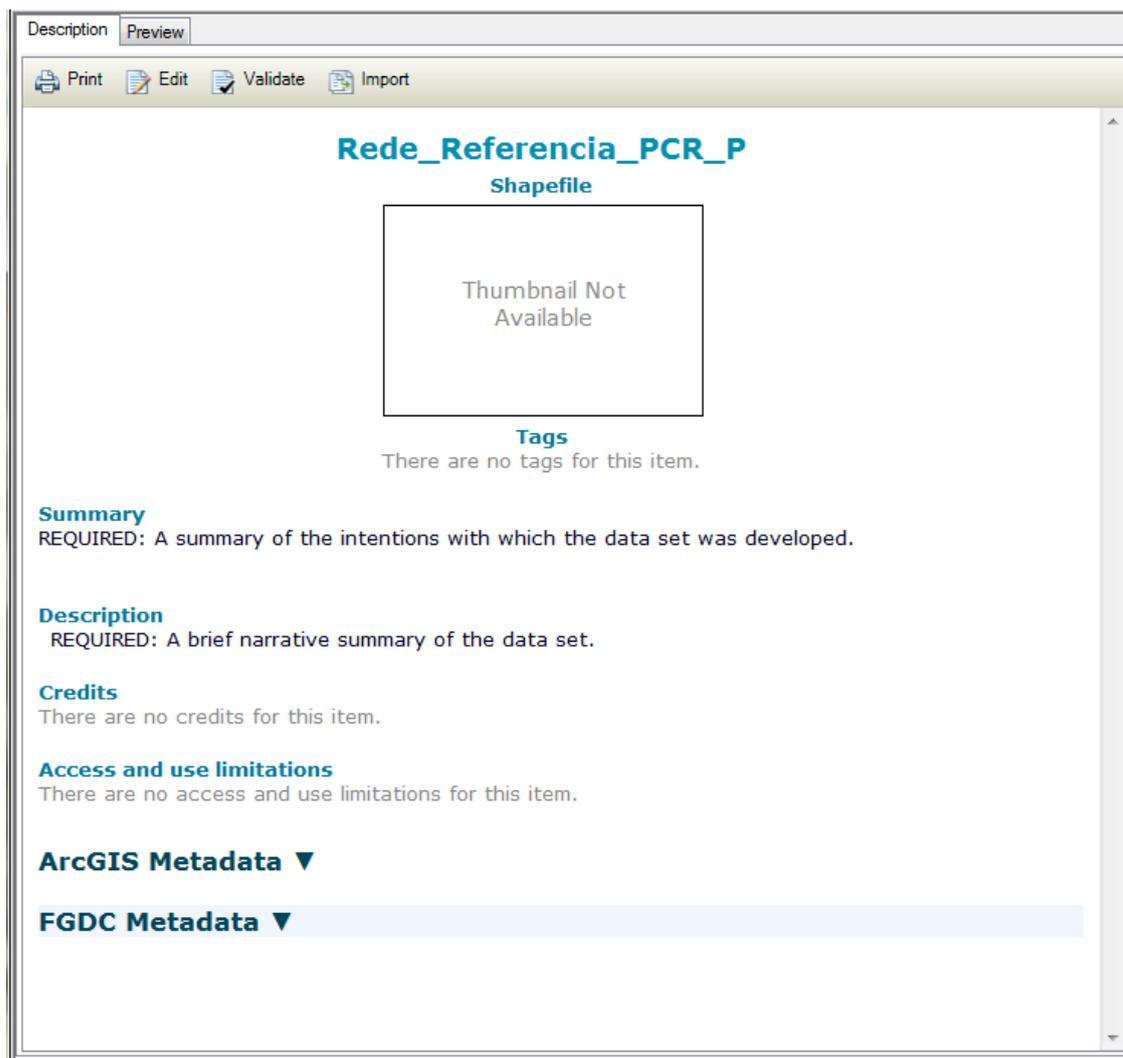


Figura 45 – Tela de Descrição

No apêndice I, deste trabalho há um exemplo de metadado já preenchido com uma das feições avaliadas. O *ArcMap* permite ainda exportar o metadado para XML em conformidade à ISO19139, contudo tal detalhamento foge do escopo almejado neste trabalho.

Os metadados são publicados num geoportal, de acordo com recomendações e exemplos de várias IDEs, inclusive a INDE.

Os geoportais permitem divulgar os procedimentos para acesso aos dados e metadados, favorecendo o conhecimento da IG, a sua acurácia, sua segurança, além de evitar o mau uso da IG e a duplicidade de aquisição dos dados. Justamente as principais ideias que abrangem o conceito de IDEs.

O geoportal escolhido para a demonstração foi o *Esri Geoportal Server*, por ser um produto livre, de código aberto, que permitiu a descoberta e uso de

recursos geoespaciais e Web Services, além de ser da mesma família do *ArcMap*, garantindo assim que não haveria problemas de interação e importação dos dados já trabalhados.

Observou-se que o *Esri Geoportal Server* permite importar metadados já preenchidos ou preenchê-los de forma análoga ao preenchimento do *ArcMAP*, inclusive seguindo os mesmos modelos já existentes nas normas ou criar novas (figura 46). A diferença está no fato da publicação poder ficar disponível *on-line* e ser alimentada de maneira integrada por diferentes usuários com acessos de segurança diferenciados, mas o resultado do modelo de relatório do metadado foi o mesmo.

The screenshot shows the 'Create Metadata' page in the Esri Geoportal. At the top, there is a navigation bar with 'Geoportal' on the left and 'Welcome, vanessa.maranhao' followed by links for 'Logout', 'My Profile', 'Help', 'About', and 'Feedback' on the right. Below this is a secondary navigation bar with 'HOME', 'SEARCH', 'BROWSE', 'ADMINISTRATION', and 'LAUNCH MAP VIEWER'. The main content area starts with 'Manage Add' and 'Create Metadata'. A text block explains that users should select a metadata standard. Below this, there is a dropdown menu for 'On behalf of:' set to 'vanessa.maranhao'. The 'Metadata standard:' section contains a list of radio buttons for various standards: FGDC, Dublin Core, North American Profile (Data), North American Profile (Services), GEMINI (Data), GEMINI (Services), ISO 19115 (Data) (which is selected), ISO 19119 (Services), and ISO 19115-2 (Imagery and Gridded Data). A 'Proceed' button is located at the bottom of this section.

Figura 46 – Opções de padrões de criação de Metadados no Esri Geoportal

O item metadados conforme a ISO 19115 apresentam quatro itens padrões notáveis na norma e que foram encontrados no arcgis 10 e no geoportal (figura 47), eles dispõem sobre: identificação dos metadados, identificação, distribuição e qualidade dos dados. Dentro de cada item deste são encontrados subitens que tem seu preenchimento opcional, obrigatório ou condicional. O preenchimento destes itens tem sua importância no intuito de proporcionar o conhecimento e a distribuição dos dados.

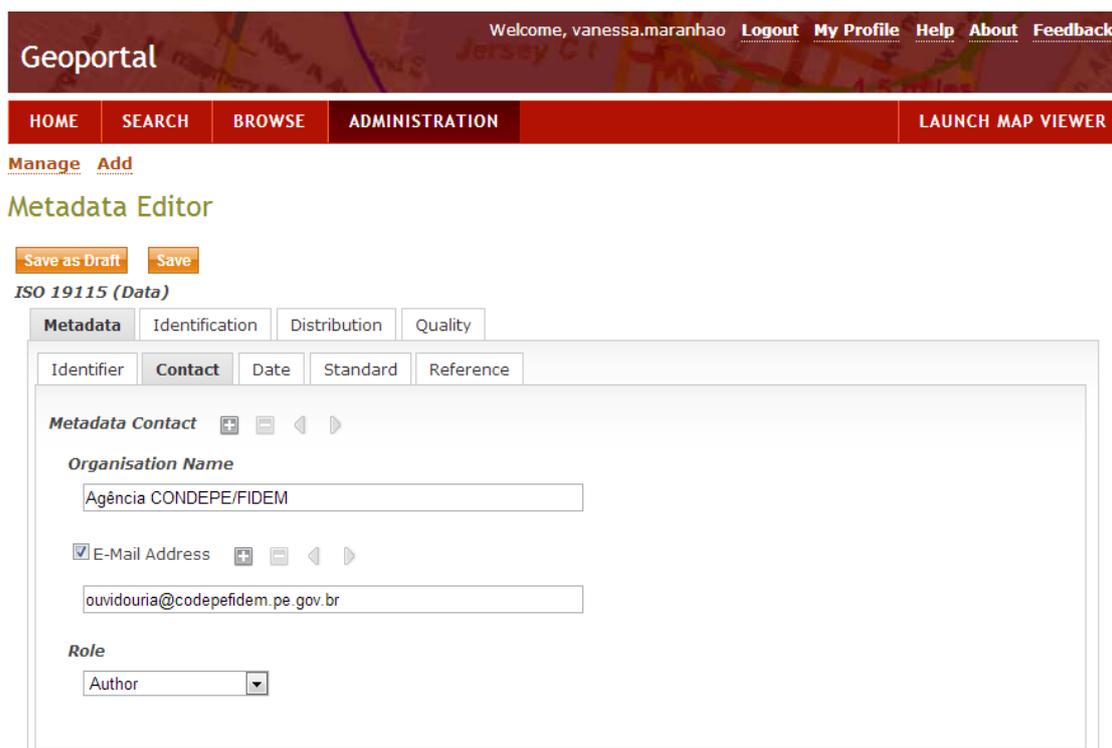


Figura 47 – Opções de padrões de criação de Metadados no Esri Geoportal

Dentro de cada item deste são encontrados subitens que tem seus preenchimento opcional, obrigatório ou condicional. O preenchimento destes itens tem sua importância no intuito de proporcionar o conhecimento e a distribuição dos dados. O quadro 17 mostra as obrigatoriedades encontrada no Geoportal quanto ao preenchimento dos subitens.

Quadro 17 - Obrigatoriedade no preenchimento de metadados em Geoportais conforme ISO 19115

Item	Subitens	Obrigatoriedade
Metadado		
Identificação	Código de identificação	Condicional
	Idioma	Condicional
	Nível de hierarquia	Opcional
Contato	Responsável pelos metadados	Obrigatório
Data	Data da catalogação	Obrigatório
Padrão	Versão da norma de metadados	Opcional
Referência	Código de referência	Opcional
	Sistema de referência	Obrigatório

Identificação		
Citação	Título do dado	Obrigatório
	Data de elaboração	Obrigatório
Resumo	Resumo	Obrigatório
Contato	Responsável pelos dados	Obrigatório
Miniatura	Miniatura	Opcional
Palavra-chave	Palavra-chave	Opcional
Restrições	Restrições de acesso	Opcional
Características	Representação espacial	Opcional
	Resolução espacial	Opcional
	Linguagem	Opcional
	Classificação do dado	Opcional
	Área de extensão espacial do dado	Condicional
	Extensão temporal	Opcional
Distribuição		
Distribuição	Formato de distribuição	Opcional
Qualidade		
Escopo	Escopo	Obrigatório
Conformidade	Indicadores de qualidade	Opcional
Linhagem	Linhagem	Opcional

Os Geoportais podem ser configurados para restrições de acesso e implementações conforme a necessidade da IDE. As maiores dificuldades detectadas na configuração de um GeoPortal específico está na necessidade de um IP fixo e na configuração do Geoportal (apresentado no apêndice II). Contudo, pôde-se observar que ele pode ser personalizado de diversas maneiras. Isto foi possível porque o portal é baseado em computação orientada a componentes, onde a aplicação é dividida em módulos de *software* que, integrados, compõem o geoportal. Ou seja, é possível incluir diversos módulos de *software* no geoportal, onde cada módulo é responsável por algum objetivo, de modo que ele atenda às necessidades.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil, em desenvolvimento, prevê a elaboração de normas e padrões para aspectos variados das informações espaciais (metadados, dados vetoriais, qualidade, mapeamento cadastral). Algumas das especificações já foram publicadas, outras encontram-se em fase de elaboração, de acordo com cronograma predefinido.

A Especificação Técnica para Controle da Qualidade de Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais (ET- CQPCDG) está sendo elaborada e testada pela CONCAR em conjunto com a DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército), e pretende incluir testes para os indicadores de qualidade de dados geoespaciais previstos na ISO 19113 (abordados na seção 2.3). O Brasil precisa acelerar estas ações voltadas à normatização e integração de seus dados espaciais, a fim de promover maior acessibilidade dos dados espaciais e evitar desperdícios de gastos com cartografia duplicada e/ou de má qualidade.

Outra questão verificada, é que os países onde já existe uma IDE consolidada são países que a população, além dos órgãos e entidades públicas e privadas, entendem a importância da cartografia no seu dia a dia.

Grande parte das normas e padrões nos diferentes níveis, buscam se integrar às conceituações e propostas de testes de qualidade espaciais previstos nas normas que compõem a série ISO 19100.

De modo geral, o estudo teórico das IDEs e dos padrões de qualidade de dados espaciais, mostrou a importância da estruturação de IDEs e a necessidade de que se adote modelos de controle de qualidade de dados espaciais eficientes, a fim de atender às necessidades dos usuários, explorando o potencial das tecnologias disponíveis para a publicação de dados e informações espaciais.

No Brasil, as experiências de IDEs estaduais ainda são relativamente recentes. Contudo já se pode notar que a estruturação deste tipo de IDE, como nos casos da IDE-BA e da IEDE-MG, possibilita que a partir de convênios entre órgãos parceiros os dados espaciais estruturados possam ser integrados entre os atores estaduais e ainda seja permitido se integrar a sistemas nacionais, como a INDE.

No desenvolvimento metodológico propriamente dito desta dissertação, verificou-se que os resultados apresentados no Capítulo 4 permitem concluir que a metodologia utilizada mostrou-se adequada à obtenção dos objetivos propostos para esta pesquisa.

Com respeito à elaboração da proposta de uma IDE-PE, o modelo apresentado no item 4.5 foi desenvolvido com base nos modelos internacionais, observando-se a realidade do estado. A partir do estudo de caso utilizando o sistema SIUS, que tem por base o CACI, pode-se concluir:

a) a experiência da Agência CONDEPE-FIDEM com a estruturação do SIUS foi considerada importante e plausível de ser aproveitada numa iniciativa para a estruturação da IDE-PE, destacando-se as possibilidades criadas a partir da parceria entre administrações municipais e outras instituições. Além disso, a equipe responsável por seu desenvolvimento obteve a experiência necessária para o seu aperfeiçoamento e adequação visando a implementação de uma futura IDE-PE;

b) o estudo de caso permitiu evidenciar as dificuldades técnicas de se integrar bases de dados de fontes distintas e a necessidade de descrição detalhada de cada dado incorporado ao sistema, para que o usuário seja capaz de verificar a viabilidade de sua utilização para cada caso;

c) o modelo de qualidade proposto no item 4.5 pode ser utilizado para o necessário controle dos dados integrados, garantindo que os mesmos atendem a normas adotadas em âmbito nacional e internacional;

d) o teste realizado com os indicadores de qualidade demonstram os procedimentos a serem utilizados neste tipo de trabalho e as condições que as bases cartográficas devem atender para sua integração ao sistema;

e) a linhagem dos dados pôde ser estruturada pela existência de relatórios de produção da base cartográfica do CACI. A verificação de consistência lógica, realizada conforme os subelementos observados na ISO 19113 e na INDE, avaliou a qualidade dos dados quanto aos aspectos conceituais, de domínio, de formato e de topologia. A metodologia utilizada mostrou resultados eficientes permitindo, inclusive, compatibilizar os dados ao modelo conceitual previsto na INDE, através da ET-EDGV;

f) A acurácia posicional foi testada apenas no bairro da Cidade Universitária, fazendo o uso de análise de tendência e de precisão, a partir de modelos matemáticos de t-Student e Qui-Quadrado, permitindo obter como resultado uma classificação do tipo B conforme o PEC-PCD;

Finalmente, através dos estudos efetuados e os experimentos realizados, conclui-se que a trabalho representa uma contribuição ao desenvolvimento de metodologia adequada para o controle de qualidade de informações geográficas, sob aspectos de avaliação da qualidade posicional, linhagem, metadados e consistência lógica.

Pesquisas futuras podem vir a complementar o trabalho desenvolvido, por isso é importante destacar algumas recomendações:

a) a execução de novos estudos referente à distribuição dos pontos de controle para áreas de maiores abrangência, como por exemplo a RMR e o Estado de Pernambuco, determinados pelas amostragens, no intuito de verificar e comprovar a validade desse critério para a cartografia, ou propor formas alternativas de fazê-lo já que aqui baseou-se no pressuposto estabelecido na EMAS de no mínimo 20 pontos;

b) a realização dos demais testes de indicadores de qualidade previstos na ISO19100 e recomendado nas diversas IDEs, já mencionados nesta dissertação com outros dados;

c) ações que visem sensibilizar os governantes e representantes de órgãos públicos da necessidade de uma cartografia atualizada e integrada através de uma IDE, permitindo melhor aproveitamento das informações espaciais e melhor gestão de dados. Também é preciso testar métodos de compartilhamento de dados entre as instituições e para os usuários em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, J. B. **Fotogrametria**, 2ª Edição. SBEE, 2003. 274 p.

ARIZA, F. J. **Calidad em La producción cartográfica** . Espanha, editora: Ra-Ma, 2002. 389p.

ARIZA, F. J.; ALCÁZAR, M. G. **Calidad e Información Geográfica Cadastral. Fórum Geográfico** – Revista Científica e Técnica do IGP. Ano III, nº3, outubro de 2010. Lisboa –Portugal, 2010.

ARIZA, F. J.; PASCUAL, A. F. R. **Introducción a la Normalización en Información Geográfica: La Familia ISO 19100**. Jaén - Espanha, 2008.

BARROS E. R. O. **Uma Proposta para o Controle de Qualidade do Processo de Certificação de Imóveis Rurais**. 2011. 170 p. Dissertação. (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

BARROS E. R. O; CARNEIRO, A. F. T. **Qualidade do sistema de certificação de imóveis rurais para estruturação da base geométrica do CNIR – Cadastro Nacional de Imóveis Rurais**. In: IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012, Recife. Anais do IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife: UFPE, 2012. p. 001 – 009. 1 CD ROM.

BEDARD, Y.; VALLIÈRE D. **Qualité des données à référence spatiale dans un contexte gouvernemental**, Technical report for the Ministère des Ressources Naturelles, Université Laval, Québec, Canada, 1995.

BRASIL. **Decreto Federal nº6.666 de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de novembro de 2008. Seção 1, p.57.

_____. **Decreto n. 89.817, de 20 de junho de 1984**: Dispõe sobre as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 22 de Junho de 1984.

BRITO, J. L. N. **Proposta de metodologia para a classificação de documentos cartográficos**, Revista Brasileira de Cartografia, nº 41, Rio Janeiro, RJ, 1987.

CALVANCHE, A.T.M; **Control de Calidad Posicional en Cartografía por elementos lineales**. Tese. Universidad de Jaén - Escuela Politécnica Superior de Jaén Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Jaén. España. 2007

CAMARGO, F. F.; OLIVEIRA, C. G.; FLORENZANO, T. G. ALMEIDA, Avaliação da Acurácia Posicional da Base Cartográfica do Município de São José dos Campos (SP) por Análise de Tendência e Precisão. **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia**, Rio de Janeiro, Brasil, 21 a 24 de outubro de 2007.

CBS/ITT-FWIS (COMMISSION FOR BASIC SYSTEMS INFORMATION SYSTEMS AND SERVICES / INTERPROGRAMME TASK TEAM ON THE FUTURE WMO INFORMATION SYSTEM) **ISO 19100 Series of Geographic Information Standards** Geneva, 2004

CEBALLOS J. R.; GATICA G. R. ; **Implementacion de un Sistema de Gestión y Control de Calidad bajo las normas ISO 9001:2000, 19113, 19114, 19115 y 19138 em la producción cartográfica . 2012.** Disponível em :<
<http://www.power-show.com/view/28b565-YTVmZ/IMPLEMENTACION DE UN-SISTEMA DE GEST-IN Y CONTROL DE CALIDAD BAJO LAS NORMAS ISO 90012000 19113 19114 19115 19138 powerpoint ppt presentation>> Acessado em 12 de junho de 2013.

CELESTINO, V. S.; SALDANHA, D. L.; ROCHA, R. S. Avaliação da qualidade de produtos gerados a partir de imagem Quickbird através do PEC – Brasileiro – **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, 2007.

CEN/TC287, ENV12656:1998 **Geographic Information – Data Description – Quality**, 46p.

CINTRA, J. P.; NERO, M. A. Metodologia para controle de qualidade de mapeamentos sistemáticos em meio digital. Macaé, RJ. In: XXII Congresso Brasileiro de Cartografia. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2005a. v. XXII. p. 1-14.

_____. Considerações sobre o tamanho da amostra no controle de qualidade em mapeamentos com diferentes níveis de qualidade. 2005b, Macaé, RJ. In: XXII Congresso Brasileiro de Cartografia. **Anais do XXII Congresso Brasileiro de Cartografia**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2005b. v. XXII. p. 1-6.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia; **Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais- Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV)**. Editoração e impressão pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, 2ª Edição, Brasil, 2011.

_____. **Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB) Conteúdo de Metadados Geoespaciais em conformidade com a norma ISO 19115:2003**. Brasil, 2009.

_____. **Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais-Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV)**. Editoração e impressão pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, 1ª Edição, Brasil, 2008.

CONDEPE/FIDEM – AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISA DE PERNAMBUCO. **Pernambuco em Mapas**. Recife-PE. Dezembro de 2012.

CONGALTON, R. G., & GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. Boca Raton: Lewis Publishers. 1999.

CRUZ, S. B.; MONTEIRO, A. M.; SANTOS, R. **Uso da arquitetura SOA para avaliação da qualidade de dados espaciais**. In: XI Workshop de Computação Aplicada (WORCAP) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2011, São José dos Campos. Anais do XI Workshop de Computação Aplicada (WORCAP) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2011.

DALMOLIN, Q. ; LEAL, E. M.; **Análise Da Qualidade Posicional em Bases Cartográficas geradas em CAD** Bol. Ciênc. Geod., Curitiba, v. 7, no 1, p.21-40, 2001.

DEPARTMENT OF COMMERCE, **Spatial Data Transfer Standard (SDTS) (Federal Processing Standard 173)**: Washigton, Departament of Commerce, National Institute of Standards and Technology. 1992

DEVILLERS,R.; BEDARD,Y.; JEANSOULIN,R.; MOULIN,B. **Towards spatial data quality information analysis tools for experts assessing the fitness for use of spatial data**. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 21, N°3, 2007, p. 261–282

DEVILLERS, R., BEDARD, Y. AND JEANSOULIN, R. **Multidimensional management of geospatial data quality information for its dynamic use within GIS**.Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, nº71. 2005.

DEVILLERS R.; JEANSOULIN R. **Fundamentals of Spatial Data Quality** Editora: Hermès Science/Lavoisier . França. 2006.

FGDC - FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. **National Spatial Data Infrastructure**. Disponível em: <<http://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html>> . Acessado em: 05 de dezembro de 2012.

FIGUEIREDO, G. C. **Exatidão Posicional e Temática de Imagens Orbitais**. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

FIGUEIREDO, G. C.; VIEIRA C. A. O. **Estudo do comportamento dos índices de Exatidão Global, Kappa e Tau, comumente usados para avaliar a classificação de imagens do sensoriamento remoto**. In: XIII Simpósio

Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis: INPE, 2007. p. 5755-5762.

FRANCISCO, H. R. **Qualidade de dados espaço-temporal: estudo de caso no contexto da acurácia posicional e atualização**. 2001. 157 f. Dissertação (Mestrado em ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

GALO, M.; CAMARGO, P. O. **Utilização do GPS no controle de qualidade de cartas**. In: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 1994, Florianópolis. **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário**, 1994. Tomo II, p. 41-48.

GALO, M; DAL POZ, A. P.; FERREIRA, F. M. O uso de feições no controle de qualidade em cartografia. In: XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, 2001, Porto Alegre. **Anais do XIX Congresso Brasileiro de Cartografia**, Porto Alegre, 2001. CD-ROM.

GATICA, N. P. SIG y Consistència Logica. 2010. **Notas de Aula** da Universidade de Santiago de Chile – USACH, Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/-105524431/SIG-y-Consistencia-Logica>> Acessado em: 11 de julho de 2013.

GEMAEL, C., **Introdução ao ajustamento das observações – Aplicações geodésica**. Paraná: UFPR, 2004. 319p.

CONGALTON, R. G., GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices**. Lewis Publishers. Boca Raton, London, New York, Washington, D. C.1999.

GSDI - GLOBAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ASSOCIATION. **Spatial Data Infrastructure Cookbook v2.0 (PDF) January 2004**. Disponível em: <<http://www.gsdi.org/gsdicookbookindex>>. Acessado em: 09 de outubro de 2012.

GUPTILL, S.C. ; MORRISON, J.L. **Semantic Accuracy: Elements of spatial data quality** (1995) .

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **A implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE)**. Geo Summit Latin American, São Paulo – SP, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados Estatísticos – Senso 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>> Acesso em: 10 out. 2012.

_____. **Atlas Geográfico IBGE – História da Cartografia**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibge-teen/atlasescolar/apresentacoes/historia.swf>>. Acessado em: 27 mai. 2013.

IEDE-MG. **Infraestrutura Estadual de Dados Espacial de Minas Gerais: Implantação da Infraestrutura de Dados Espaciais de Minas Gerais**. Minas Gerais, 2012.

_____. **Infraestrutura Estadual de Dados Espacial de Minas Gerais: Plano Cartográfico de Minas Gerais**. Minas Gerais, 2008.

ISO. ISO 2859-1: **Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Planes de muestreo para las inspecciones lote por lote, tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA)**. Madrid, España, jul. 2012. 95 pp.

_____. ISO/TC211 - **Guía de normas**. Grupo Consultivo de Desarrollo Edición en español Comité ISO/TC 211: Información Geográfica / Geomática. México, 2010.116 pp.

_____. ISO 19113: **Geographic Information – Quality principles**, Geneva, Switzerland, 2002. 29p.

_____. ISO 19114: **Geographic Information – Quality evaluation procedures**, Geneva, Switzerland, 2003. 63p.

_____. ISO 19115: **Geographic Information – Metadata**, Geneva, Switzerland, 2002. 140p.

JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA. **Naufrágio do petroleiro - Resolução do Parlamento Europeu sobre a catástrofe do petroleiro frente às costas da Galiza**. 21 de Novembro de 2002. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:C:2004:025E:0415:0417:PT:PDF>> Acessado em: 12 de maio de 2013.

JURAN, J.M. **Controle da qualidade, conceitos, políticas e filosofia da qualidade**, tradução por Frank M. Gryna – São Paulo : Makron. McGraw – Hill, 1991.

KAINZ, W. **Logical Consistency. Elements of Spatial Data Quality**, Guptill, S. C, Morrison, J. L. Elsevier Science, United Kingdom, 1997. p. 109-137.

LAURINI; D. THOMPSON, **Fundamentals of spatial information systems**. London, Academic Press, 1992.

LAZZAROTTO, D.R. **Avaliação da Qualidade das Bases Cartográficas por Meio de Indicadores e Sistemas de Influência Fuzzy**. Setor de Ciências da Terra, UFPR, Curitiba, 2005.

LEAL, E. da M.; DALMOLIN, Q. **Análise da qualidade posicional em base cartográficas geradas em CAD**. Anais do GISBRASIL – In: V Congresso e

Feira para Usuários em Geoprocessamento da América Latina, Salvador. **Anais**, Salvador - BA, 1999.

LEAL, P. R. G. **Controle de qualidade em cartografia: proposta metodológica para avaliação das cartas topográficas do mapeamento sistemático nacional**. 2007. 156 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LILLESAND, T.M.; KLEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation**. New York, John Wiley and Sons, 1994. p. 750.

LIMA L. A. T. **Infraestrutura de dados espaciais como ferramenta de integração, disseminação e análise de dados para o Sistema Estatístico Nacional de Cabo Verde**. 2012. 110 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências e Sistemas de Informação Geográfica) - Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde.

LO, C. P.; YEUNG, A. K. W. **Concepts and techniques of geographic information systems**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 2002.

LONGLEY, P. A; GOODCHILD, M. F; MAGUIRE, D. J. RHIND, D. W. **Sistemas e ciências da Informação geográfica**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 540p.

LUCAS, E. S.; RUBIO, R. M. **Sobre Ontologias**, 1971, 10p. Disponível em: <http://www.es.geocities.com/recupdeinformacion_ontologias/sobreontolgias.htm> . Acesso em: 02 fev. 2014.

MARANHÃO, V. C.; SOUZA, A. M. B.; CARNEIRO, A. F. T. Sistema de informações geográficas para a análise de projetos de parcelamento do solo urbano na Região Metropolitana do Recife. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO), 2010, Recife. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO)**, Recife: UFPE, 2010. Disponível em: <http://www.ufpe.br/cgtq/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/Todos_Artigos/A_237.pdf> Acesso em: 20 out. 2012.

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

MERCHANT, D. C. Spatial Accuracy Standards for Large Scale Line Maps. In: **Proceedings of the Technical Congress on Surveying and Mapping (1)**, 222-231, 1982.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO / COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA. **Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE)**. Rio de Janeiro, 2010.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and Least Squares**. University Press of America, 1976. 497 p.

MORRISON, J. L. **Spatial data quality**. In: GUPTILL, S. C. & MORRISON, J. L. **Elements of Spatial Data Quality**. International Cartographic Association – ICA. Pergamon, 1995.

MÔNICO, J. F. M; DAL PÓZ, A. P.; GALO, M.; SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, L. C. Acúrcia e Precisão : Revendo os Conceitos os conceitos de forma acurada. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, vol. 15, nº3, p.469-483, jul-set, 2009.

NAKAMURA E. T., **Infraestrutura de dados espaciais em Unidades de Conservação: uma proposta para disseminação da informação geográfica do Parque estadual de intervalos**. 2010, 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

NAVRATIL, G. How laws affect Data Quality. In: **Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Quality**. Bruck a.d. Leitha, Austria. GeolInfo Yellow Series, pp. 37-47, 2004.

NERO, M. A. **Propostas para o controle de qualidade de bases cartográficas com ênfase na componente posicional**. 2005. 186 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

NOGUEIRA JÚNIOR, J. B. **Controle de qualidade de produtos cartográficos: uma proposta metodológica**. 2003. 147f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

NOVAES, J. R. D. Teste de cartas. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 02, Rio Janeiro, 1971.

NOVUS. Notas Técnicas. **Conceitos básicos de metrologia**. Disponível em: http://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=053663&SecaoID=273506&SubsecaoID=0&Template=../artigosnoticias/user_exibir.asp&ID=809133. Acessado em: 05 de março de 2013.

OLIVEIRA, J. C.; **Timeline - Cartografia Digital : Computadores e Softwares**. Disponível em : <<http://www.timetoast.com/timelines/evolucao-da-cartografia-digital--4>> Acessado em: 29 de dezembro de 2012.

ÖSTMAN, A. The specification and evaluation of spatial data quality. In: **Proceedings of 18th International Cartographic Conference**. Stockholm-Sweden, 1997. p. 836-847

PEREIRA, T.A.; NERO, M.A. Análise de Normas de Controle de Qualidade Posicional em Cartografia ao redor do mundo: Exemplos atuais de alguns países. **Anais do IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e**

Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012 p. 001 – 009

PEREIRA , J. C. R. ; **Análise de dados Qualitativos – Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais.** 3ª Ed. Editora da Universidade de São Paulo-EDUSP. São Paulo – SP. 2004. 156p.

PIMENTEL, R. Infraestrutura de Dados Espaciais do Estado da Bahia – IDE/BA. Geopublica – **Encontro de produtores e usuários de informações geoespaciais do estado da Bahia**, Bahia, 2013.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE – PCR, **Perfil dos Bairros.** Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/a-cidade/perfil-dos-bairros/rpa-4>>. Acesso em: 13 jul. 2013.

RAJABIFARD, A.; FEENEY, M.; WILLIAMSON, I.P. **Future Directions for SDI Development.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 4, n. 1, p. 11-22, The Netherlands, 2002

RAJABIFARD, A; WILLIAMSON, I. P.; HOLLAND, P.; JOHNSTONE, G. **From Local to Global SDI initiatives: a pyramid building blocks, In: Proceedings of the 4th Global Spatial Data Infrastructures Conferences**, Cape Town, South Africa, 2000.

RAJABIFARD, A; CHAN, T. O.; WILLIAMSON, I.P. The Nature of Regional Spatial Data Infrastructures. In: **Proceedings of AURISA '99, Blue Mountains, NSW, 1999.** Disponível em: <[http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/journals/Dynamic-Nature of SDI Methodof Descriptive classification.pdf](http://www.csdila.unimelb.edu.au/publication/journals/Dynamic-Nature%20of%20SDI%20Methodof%20Descriptive%20classification.pdf)>. Acessado em: 10 de dezembro de 2012.

RIBEIRO, V. H.; GHIZZO M. R. Geografia e cartografia: breve contextualização histórica. **Revista Percorso** – NEMO. Maringá, v. 4, n. 1, p. 61- 83, 2012.

ROCHA, R. S. da. **Exatidão cartográfica para as cartas digitais urbanas.** 2002. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

SANTOS, A. P. **Avaliação da Acurácia Posicional em dados espaciais com o uso da estatística espacial.** 2010. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SARTORI, L. R. **Métodos para Extração de Informações a Partir de Imagens Multiespectrais de Escalas Grandes.** 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SATO, S. S. **Sistema de controle de qualidade dos processos fotogramétricos digitais para produção de dados espaciais.** 2003. 238 p.

Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Carlos.

SILVA, A. G. R; SILVA, D. L. **A Avaliação da Qualidade de documentos Cartográficos Aspectos Geométricos, Têmaticos e Temporais**. Instituto Militar de Engenharia IME, Rio de Janeiro, 2003.

SOUZA, A.L.N. **Avaliação de Qualidade Cartográfica e extração de Bordas de Objetos não pertencentes ao terreno em produtos gerados pelo sistema de varredura a laser aerotransportado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade do Estado de São Paulo. 2009.103p.

TELLES, J. D. L.; RODRIGUES T. S, **Controle de qualidade de documentos cartográficos**. Projeto de Fim de Curso, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, 1990.

UNCED - CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1., 1992, Rio de Janeiro. **Agenda 21**. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

VIEIRA, H. B. G; GENRO, R. S.; Estimativa de Acurácia Posicional de documentos cartográficos na Petrobrás a partir do erro máximo provável inferido do erro médio quadrático e da respectiva variância propagada. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 de abril a 18 de abril de 2013, INPE.

VIEIRA, H. B. G; GENRO, R. S.; Inferência estatística para validação de documentos cartográficos obtidos com sensores remotos orbitais ou aerotransportados, em áreas de operação da Petrobras . **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.2339

WANG, R.Y.; STRONG, D.M. Beyond accuracy: what data quality means to data consumers, **Journal of Management Information Systems**, v. 12, n. 4, pp. 5–34, 1996.

WEBER, E; ANZOLCH, R.; FILHO, J. L.; COSTA, A. C.; IOCHPE, C. **Qualidade de Dados Geoespaciais** Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRS. Instituto de Informática. Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Porto Alegre, RS, 1999.

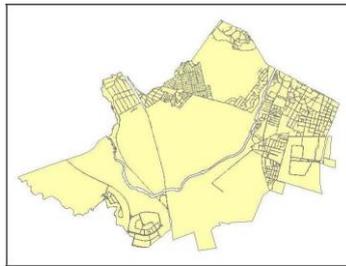
WONG, D.W.S.; LEE, J. **Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS**. Editora. Jonh Wiley & Sons. New Jersey, 2005.

APÊNDICE I

Exemplo de Metadado preenchido no ArcMap conforme a ISO 19115

Quadras_Bairros_A

Shapefile



Tags

Quadras Área Piloto

Summary

Quadras extraídas da base cartográfica do CACI em escala 1:10.000, Sistema de Referência SIRGAS 2000 , Projeção UTM, Fuso 25S; correspondente aos bairros da Várzea e CDU, utilizados como área piloto da dissertação de tema: CONTROLE DE QUALIDADE NA IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PERNAMBUCANA: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE apresentado ao Programa de Pós - Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da UFPE.

Description

Feições extraídas do CACI, do tipo área. Correspondente à representação de Quadras nos bairros da Várzea e CDU em escala 1:10.000, Sistema de Referência SIRGAS 2000 , Projeção UTM, Fuso 25S;

Credits

Dados da Agência CONDEPE/FIDEM, avaliados quanto a linhagem, consistência lógica e acurácia posicional pela mestranda Vanessa Maranhão.

Access and use limitations

There are no access and use limitations for this item.

ArcGIS Metadata ►

Resource Identification ►

CITATION

TITLE Quadras_Bairros_A

ALTERNATE TITLES Quadra da área piloto

CREATIONDATE 1987-01-01

PUBLICATIONDATE 2005-01-01

* PRESENTATION FORMAT digital map

RESOURCE IDENTIFIER

VALUE Quadras área Piloto

OTHER CITATION DETAILS Quadras parte da base do CACI - Agência CONDEPE/FIDEM

RESPONSIBLE PARTY

INDIVIDUAL'S NAME ouvidoria

ORGANIZATION'S NAME Agência CONDEPE/FIDEM

CONTACT'S ROLE author

CONTACT INFORMATION

PHONE
VOICE 31824300

ADDRESS

DELIVERY POINT Rua das Ninfas, 65 - Conde da Boa Vista
CITY Recife
ADMINISTRATIVE AREA Pernambuco
POSTAL CODE 50710260
COUNTRY Brasil

E-MAIL ADDRESS ouvidoria@condepefidem.pe.gov.br

THEMES OR CATEGORIES OF THE RESOURCE imageryBaseMapsEarthCover, planningCadastro

TAGS FOR SEARCHING Quadras Área Piloto

ABSTRACT (DESCRIPTION)

Feições extraídas do CACI, do tipo área. Correspondente à representação de Quadras nos bairros da Várzea e CDU em escala 1:10.000, Sistema de Referência SIRGAS 2000 , Projeção UTM, Fuso 25S;

PURPOSE (SUMMARY)

Quadras extraídas da base cartográfica do CACI em escala 1:10.000, Sistema de Referência SIRGAS 2000 , Projeção UTM, Fuso 25S; correspondente aos bairros da Várzea e CDU, utilizados como área piloto da dissertação de tema: CONTROLE DE QUALIDADE NA IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS PERNAMBUCANA: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE apresentado ao Programa de Pós - Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da UFPE.

DATASET LANGUAGES * Portuguese (BRAZIL)

RESOURCE MAINTENANCE

UPDATE FREQUENCY not planned

* SPATIAL REPRESENTATION TYPE vector

* PROCESSING ENVIRONMENT Microsoft Windows Server 2008 R2 Version 6.1 (Build 7601) Service Pack 1; ESRI ArcGIS 10.0.0.2414

OTHER EXTENT INFORMATION

GEOGRAPHIC EXTENT

BOUNDING RECTANGLE

- * EXTENT TYPE Extent used for searching
- * WEST LONGITUDE -35.015494
- * EAST LONGITUDE -34.942027
- * NORTH LATITUDE -8.019458
- * SOUTH LATITUDE -8.072522
- * EXTENT CONTAINS THE RESOURCE Yes

CREDITS

Dados da Agência CONDEPE/FIDEM, avaliados quanto a linhagem, consistência lógica e acurácia posicional pela mestranda Vanessa Maranhão.

POINT OF CONTACT

INDIVIDUAL'S NAME Agência Condepe/Fidem
CONTACT'S ROLE author

Hide ▲

Spatial Representation 1 ►

Vector

* LEVEL OF TOPOLOGY FOR THIS DATASET geometry only

GEOMETRIC OBJECTS

- * NAME Quadras_Bairros_A
- * OBJECT TYPE composite
- * OBJECT COUNT 0

Hide ▲

Spatial Representation 2 ►

Georectified Grid

NUMBER OF DIMENSIONS 26

CELL GEOMETRY point

TRANSFORMATION PARAMETERS ARE AVAILABLE Yes

CHECK POINTS ARE AVAILABLE No

Hide ▲

Reference System ►

REFERENCE SYSTEM IDENTIFIER

* VALUE 31985

* CODE SPACE EPSG

* VERSION 7.4.1

Hide ▲

Data Quality ►

SCOPE OF QUALITY

INFORMATION LEVEL

OF THE DATA feature

SCOPE DESCRIPTION

ATTRIBUTES Acurácia

posicional FEATURES

QuadraBairros

FEATURE INSTANCES Planimetria

OTHER PEC-PCD tipo B

ATTRIBUTES Consistência

Lógica FEATURES

QuadraBairros

OTHER Conforme Modelo Conceitual INDE

LINEAGE

LINEAGE STATEMENT

Dados extraídos da Base Cartográfica dos diversos temas abordados quanto às informações de interferência no solo urbano oriundos de órgãos setoriais federais, estaduais e municipais. Em escala generalizada de 1:10.000, nos Sistemas Geodésicos de Referência SAD-69 e no SIRGAS2000, em Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 25S.

PROCESS STEP

SOURCE DATA

Hide ▲

Distribution Information ►

DISTRIBUTOR

AVAILABLE FORMAT

* FORMAT NAME Shapefile

TRANSFER OPTIONS

* TRANSFER SIZE 0,000

ONLINE SOURCE

* ONLINE LOCATION (URL) file:///PCRPLAN-13215\F\$\Recife-Planejamento\SH\QuadraViaria.shp

* CONNECTION PROTOCOL Local Area Network

DESCRIPTION Downloadable Data

DISTRIBUTION FORMAT

* FORMAT NAME Shapefile

DISTRIBUTION FORMAT
FORMAT VERSION dwg

TRANSFER OPTIONS
* TRANSFER SIZE 0,714

Hide ▲

Metadata Details ▶

* METADATA LANGUAGE Portuguese
* METADATA CHARACTER SET utf16 - 16 bit UCS Transfer Format

METADATA IDENTIFIER Quadras_Bairros

* SCOPE OF THE DATA DESCRIBED BY THE METADATA
dataset * SCOPE NAME dataset

METADATA CONTACT
INDIVIDUAL'S NAME Vanessa Costa Maranhão
CONTACT'S ROLE user

CONTACT INFORMATION
ADDRESS
DELIVERY POINT Rua Cônego Costa Carvalho, 276
CITY Paulista
ADMINISTRATIVE AREA Pernambuco
POSTAL CODE 53443000
COUNTRY Brasil
E-MAIL ADDRESS vanessa.maranhao@ufpe.br

* LAST UPDATE 2013-11-08

MAINTENANCE
UPDATE FREQUENCY not planned

SCOPE OF THE UPDATES 024

* NAME OF THE METADATA STANDARD USED ISO 19115 Geographic Information - Metadata
* VERSION OF THE METADATA STANDARD DIS_ESRI1.0

Hide ▲

ESRI Metadata and Item Properties ▶

METADATA PROPERTIES
ARC GIS ArcGIS1.0
METADATA STANDARD OR PROFILE NAP

CREATED IN ARC GIS 2013-01-22T17:59:17
LAST MODIFIED IN ARC GIS 2013-11-08T14:07:50

AUTOMATIC UPDATES
LAST UPDATE 2013-11-08T14:07:50
HAVE BEEN PERFORMED Yes

ESRI-ISO METADATA IDENTIFIER {B4B04E96-87D8-4B6F-8329-6452085EF444}

ITEM PROPERTIES
NAME Quadras_Bairros_A
SIZE 0,714
CONTENT TYPE Downloadable Data

Hide ▲

ESRI Spatial Information ▶

EXTENT IN THE ITEM'S COORDINATE REFERENCE
BOUNDING RECTANGLE
* WEST LONGITUDE 277889.119300

- * EAST LONGITUDE 285960.851900
- * NORTH LATITUDE 9113005.971700
- * SOUTH LATITUDE 9107175.171900
- * EXTENT CONTAINS THE RESOURCE Yes

COORDINATE REFERENCE

Type Projected

PROJECTION SIRGAS_2000_UTM_Zone_25S

GEOGRAPHIC COORDINATE REFERENCE GCS_SIRGAS_2000

COORDINATE REFERENCE DETAILS

PROJECTED COORDINATE SYSTEM

WELL-KNOWN IDENTIFIER 31985

X ORIGIN -5120900

Y ORIGIN 1900

XY SCALE 450445547.3910538

Z ORIGIN -100000

Z SCALE 10000

M ORIGIN -100000

M SCALE 10000

XY TOLERANCE 0.001

Z TOLERANCE 0.001

M TOLERANCE 0.001

HIGH PRECISION true

WELL-KNOWN TEXT PROJCS["SIRGAS_2000_UTM_Zone_25S",GEOGCS["GCS_SIRGAS_2000",DATUM["D_SIRGAS_2000",SPHEROID["GRS_1980",6378137.0,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0.0],UNIT["Degree",0.0174532925199433]],PROJECTION["Transverse_Mercator"],PARAMETER["False_Easting",500000.0],PARAMETER["False_Northing",1000000.0],PARAMETER["Central_Meridian",-33.0],PARAMETER["Scale_Factor",0.9996],PARAMETER["Latitude_Of_Origin",0.0],UNIT["Meter",1.0],AUTHORITY["EPSG",31985]]

Hide ▲

ESRI Feature Class ►

FEATURE CLASS NAME Quadras_Bairros_A

- * FEATURE TYPE Simple
- * GEOMETRY TYPE Polygon
- * HAS TOPOLOGY FALSE
- * FEATURE COUNT 458
- * SPATIAL INDEX TRUE
- * LINEAR REFERENCING FALSE

Hide ▲

ESRI Fields and Subtypes ►

Quadras_Bairros_A Feature Class

* ROW COUNT 458

FIELD FID

- * ALIAS FID
- * DATA TYPE OID
- * WIDTH 4
- * FIELD DESCRIPTION Internal feature number.

- * DESCRIPTION SOURCE ESRI

- * DESCRIPTION OF VALUES Sequential unique whole numbers that are automatically generated.

FIELD Shape

- * ALIAS Shape
- * DATA TYPE Geometry
- * FIELD DESCRIPTION Feature geometry.

- * DESCRIPTION SOURCE ESRI

- * DESCRIPTION OF VALUES Coordinates defining the features.

FIELD CDSADMCODI

- * ALIAS CDSADMCODI
- * DATA TYPE Double
- * WIDTH 19
- * PRECISION 18
- * SCALE 8

LIST OF VALUES

FIELD CSETCECODI

- * ALIAS CSETCECODI
- * DATA TYPE Double
- * WIDTH 19
- * PRECISION 18
- * SCALE 8

LIST OF VALUES

FIELD CQUASECODI

- * ALIAS CQUASECODI
- * DATA TYPE Double
- * WIDTH 19
- * PRECISION 18
- * SCALE 8

LIST OF VALUES

FIELD DSQ

- * ALIAS DSQ
- * DATA TYPE String
- * WIDTH 14

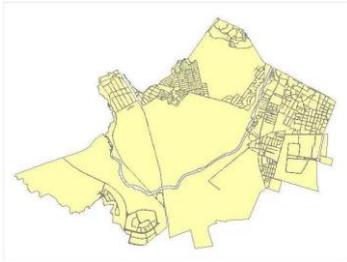
LIST OF VALUES

Hide ▲

ESRI Thumbnails and Enclosures ►

THUMBNAIL

ENCLOSURE TYPE Picture



Hide ▲

ESRI Geoprocessing History ►

PROCESS

PROCESS NAME Create Feature Class (5)

- 20
- 13
-
- 01
-
- 21
- 21
- :0
- 3:
- 18

```
TOOL LOCATION C:\Arquivos de programas\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management  
Tools.tbx\CreateFeatureclass  
COMMAND ISSUED CreateFeatureclass "Database Servers\PCRPLAN-13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114  
(VERSION:dbo.DEFAULT) \Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao" FCQUADRASVIARIASVIEW POLYGON  
'Database Servers\PCRPLAN-13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\VisualizacaoModelos\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW_M'  
DISABLED DISABLED "PROJCS['SIRGAS_2000_UTM_Zone_25S',GEOGCS['GCS_SIRGAS_2000',DATUM  
['D_SIRGAS_2000',SPHEROID['GRS_1980',6378137.0,298.257222101]],PRIMEM['Greenwich',0.0],UNIT  
['Degree',0.0174532925199433]],PROJECTION['Transverse_Mercator'],PARAMETER  
['False_Easting',500000.0],PARAMETER['False_Northing',1000000.0],PARAMETER ['Central_Meridian',-  
33.0],PARAMETER['Scale_Factor',0.9996],PARAMETER ['Latitude_Of_Origin',0.0],UNIT['Meter',1.0]];-5120900 1900  
10000;##;0,001;##;IsHighPrecision" DEFAULTS 0 0 0 "Database Servers\PCRPLAN-  
13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW"
```

PROCESS

```
PROCESS NAME Append (6)  
DATE 2013-01-21  
TIME 21:03:28  
TOOL LOCATION C:\Arquivos de programas\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Data Management Tools.tbx\Append  
COMMAND ISSUED Append 'Database Servers\PCRPLAN-13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114  
(VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW_T' "Database  
Servers\PCRPLAN-13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW" NO_TEST  
"CDSADMCODI 'Distrito' true true false 8 Double 8 38 ,First,#,Database Servers\PCRPLAN-  
13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW_T,CDSADMCODI,-1,-  
1;CSETCECODI 'Setor' true true false 8 Double 8 38 ,First,#,Database Servers\PCRPLAN-  
13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW_T,CSETCECODI,-1,-  
1;CQUASECODI 'Quadra' true true false 8 Double 8 38 ,First,#,Database Servers\PCRPLAN-  
13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW_T,CQUASECODI,-1,-  
1;DSQ 'DSQ' true true false 14 Text 0 0 ,First,#,Database Servers\PCRPLAN-  
13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW_T,DSQ,-1,-  
1;SHAPE_area 'SHAPE_area' false false true 0 Double 0 0 ,First,#;SHAPE_len 'SHAPE_len' false false true 0 Double  
0 0 ,First,#" # "Database Servers\PCRPLAN-13215_SQLEXPRESS.gds\Recife20121114 (VERSION:dbo.DEFAULT)  
\Recife20121114.DBO.Bases\Visualizacao\Recife20121114.DBO.FCQUADRASVIARIASVIEW"
```

PROCESS

```
PROCESS  
NAME  
2013-  
05-10  
18:01:56  
TOOL LOCATION C:\Arquivos de programas\ArcGIS\ArcToolbox\Toolboxes\Conversion  
Tools.tbx\FeatureClassToFeatureClass  
COMMAND ISSUED FeatureClassToFeatureClass "Database  
Connections\NOVESIGCT.sde\DBD2ESRI.ESI2.Bases\Visualizacao_201212  
\DBD2ESRI.ESI2.FCQUADRASVIARIASVIEW_201212" F:\Recife-Planejamento\SHQ QuadraViaria.shp # "CDSADMCODI  
'Distrito' true true false 8 Double 8 31 ,First,#,Database  
Connections\NOVESIGCT.sde\DBD2ESRI.ESI2.Bases\Visualizacao_201212  
\DBD2ESRI.ESI2.FCQUADRASVIARIASVIEW_201212,CDSADMCODI,-1,-1;CSETCECODI 'Setor' true true false 8 Double  
8 31 ,First,#,Database Connections\NOVESIGCT.sde\DBD2ESRI.ESI2.Bases\Visualizacao_201212  
\DBD2ESRI.ESI2.FCQUADRASVIARIASVIEW_201212,CSETCECODI,-1,-1;CQUASECODI 'Quadra' true true false 8  
Double 8 31 ,First,#,Database Connections\NOVESIGCT.sde\DBD2ESRI.ESI2.Bases\Visualizacao_201212  
\DBD2ESRI.ESI2.FCQUADRASVIARIASVIEW_201212,CQUASECODI,-1,-1;DSQ 'DSQ' true true false 14 Text 0 0  
,First,#,Database Connections\NOVESIGCT.sde\DBD2ESRI.ESI2.Bases\Visualizacao_201212  
\DBD2ESRI.ESI2.FCQUADRASVIARIASVIEW_201212,DSQ,-1,-1" # F:\Recife-Planejamento\SHQ\QuadraViaria.shp
```

PROCESS

```
PROCESS NAME  
DATE 2013-06-09  
TIME 10:50:01  
TOOL LOCATION C:\Program Files (x86)\ArcGIS\Desktop10.0\ArcToolbox\Toolboxes\Analysis Tools.tbx\Clip  
COMMAND ISSUED Clip QuadraViaria LIM_Bairros  
C:\Users\Vanessa\Desktop\Material_mestrado\p_trabalhar\Quadradas_Bairros_A.shp #
```

Hide ▲

ESRI Locales ►

LOCALE English-UNITED

STATES TITLE blocks pilot
area

ABSTRACT (DESCRIPTION)

features of blocks corresponding to the floodplain districts and CDU, the pilot area of the dissertation
QUALITY CONTROL IN IMPLEMENTATION OF SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE PERNAMBUCANA:
CASE STUDY FOR METROPOLITAN AREA REEF. extracted from the base of CACI

LOCALE English-UNITED STATES

Hide ▲

FGDC Metadata ►

Identification ►

CITATION

CITATION INFORMATION

REQUIRED: The name of an organization or individual that developed the data set.

REQUIRED: The date when the data set is published or otherwise made available for

DESCRIPTION

ABSTRACT

Feições extraídas do CACI, do tipo área. Correspondente à representação de Quadras nos bairros da
Várzea e CDU em escala 1:10.000, Sistema de Referência SIRGAS 2000 , Projeção UTM, Fuso 25S;

PURPOSE

Quadras extraídas da base cartográfica do CACI em escala 1:10.000, Sistema de Referência SIRGAS 2000 ,
Projeção UTM, Fuso 25S; correspondente aos bairros da Várzea e CDU, utilizados como área piloto da
dissertação de tema: CONTROLE DE QUALIDADE NA IMPLANTAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE DADOS
ESPACIAIS PERNAMBUCANA: ESTUDO DE CASO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE
apresentado ao Programa de Pós - Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da
UFPE.

TIME PERIOD OF CONTENT TIME

PERIOD INFORMATION

SINGLE DATE/TIME

CALENDAR DATE REQUIRED: The year (and optionally month, or month and day) for which the data set corresponds to the
ground.

CURRENTNESS REFERENCE

REQUIRED: The basis on which the time period of content information is determined.

STATUS

REQUIRED: The state of the data set.

MAINTENANCE AND UPDATE FREQUENCY REQUIRED: The frequency with which changes and additions are made to the data set after
the initial data set is completed.

SPATIAL DOMAIN

BOUNDING COORDINATES

WEST BOUNDING COORDINATE REQUIRED: Western-most coordinate of the limit of coverage expressed in longitude.

EAST BOUNDING COORDINATE REQUIRED: Eastern-most coordinate of the limit of coverage expressed in longitude.

NORTH BOUNDING COORDINATE REQUIRED: Northern-most coordinate of the limit of coverage expressed in latitude.

SOUTH BOUNDING COORDINATE REQUIRED: Southern-most coordinate of the limit of coverage expressed in latitude.

KEYWORDS

THEME

THEME KEYWORD THESAURUS REQUIRED: Reference to a formally registered thesaurus or a similar authoritative
source of theme keywords.

REQUIRED: Common-use word or phrase used to describe the subject of the data set.

REQUIRED: Restrictions and legal prerequisites for accessing the data set.

USE CONSTRAINTS

REQUIRED: Restrictions and legal prerequisites for using the data set after access is granted.

NATIVE DATA SET ENVIRONMENT

Microsoft Windows XP Version 5.1 (Build 2600) Service Pack 3; ESRI ArcCatalog 9.3.1.4000

Hide ▲

Data Quality ►

LINEAGE

PROCESS STEP

PROCESS DESCRIPTION
Dataset copied.

SOURCE USED CITATION ABBREVIATION

Server=PCRPLAN-13215_sqlexpress; Service=sde:sqlserver:PCRPLAN-13215/sqlexpress;

Database=Recife20121114; Version=dbo.DEFAULT

PROCESS DATE 2013-01-21

PROCESS TIME 21122200

PROCESS STEP

PROCESS DESCRIPTION
Dataset copied.

SOURCE USED CITATION ABBREVIATION

Server=PCRPLAN-13215_sqlexpress; Service=sde:sqlserver:PCRPLAN-13215/sqlexpress;

Database=Recife20121114; Version=dbo.DEFAULT

PROCESS DATE 2013-01-22

PROCESS TIME 17591700

Hide ▲

Spatial Data Organization ▼

Spatial Reference ►

HORIZONTAL COORDINATE SYSTEM DEFINITION

PLANAR

PLANAR COORDINATE INFORMATION

PLANAR COORDINATE ENCODING METHOD coordinate pair

COORDINATE REPRESENTATION

ABSCISSA RESOLUTION 0.000000

ORDINATE RESOLUTION 0.000000

PLANAR DISTANCE UNITS meters

GEODETTIC MODEL

HORIZONTAL DATUM NAME D_SIRGAS_2000

ELLIPSOID NAME Geodetic Reference System 80

SEMI-MAJOR AXIS 6378137.000000

DENOMINATOR OF FLATTENING RATIO 298.257222

Hide ▲

Entities and Attributes ►

DETAILED DESCRIPTION

ENTITY TYPE

ENTITY TYPE LABEL Quadras_Bairros_A

ATTRIBUTE

ATTRIBUTE LABEL FID

ATTRIBUTE DEFINITION

Internal feature number.

ATTRIBUTE DEFINITION SOURCE ESRI

ATTRIBUTE DOMAIN VALUES

UNREPRESENTABLE DOMAIN

Sequential unique whole numbers that are automatically generated.

ATTRIBUTE

ATTRIBUTE LABEL Shape

ATTRIBUTE DEFINITION

Feature geometry.

ATTRIBUTE DEFINITION SOURCE ESRI

ATTRIBUTE DOMAIN VALUES

UNREPRESENTABLE DOMAIN

Coordinates defining the features.

ATTRIBUTE

ATTRIBUTE LABEL CDSADMCODI

ATTRIBUTE DOMAIN VALUES

ENUMERATED DOMAIN

RANGE DOMAIN

CODESET DOMAIN

ATTRIBUTE

ATTRIBUTE LABEL CSETCECODI

ATTRIBUTE DOMAIN VALUES

ENUMERATED DOMAIN

RANGE DOMAIN

CODESET DOMAIN

ATTRIBUTE

ATTRIBUTE LABEL CQUASECODI

ATTRIBUTE DOMAIN VALUES

ENUMERATED DOMAIN

RANGE DOMAIN

CODESET DOMAIN

ATTRIBUTE

ATTRIBUTE LABEL DSQ

ATTRIBUTE DOMAIN VALUES

ENUMERATED DOMAIN

RANGE DOMAIN

CODESET DOMAIN

Hide ▲

Distribution Information ►

RESOURCE DESCRIPTION Downloadable Data

STANDARD ORDER PROCESS

DIGITAL FORM

DIGITAL TRANSFER INFORMATION

TRANSFER SIZE 0,000

Hide ▲

Metadata Reference ►

METADATA DATE 2013-05-10

METADATA CONTACT

CONTACT INFORMATION

CONTACT ORGANIZATION PRIMARY

CONTACT ORGANIZATION **REQUIRED:** The organization responsible for the metadata information.

REQUIRED: The person responsible for the metadata information.

ADDRESS TYPE **REQUIRED:** The mailing and/or physical address for the organization or individual.

REQUIRED: The city of the address.

STATE OR PROVINCE **REQUIRED:** The state or province of the address.

REQUIRED: The ZIP or other postal code of the address.

CONTACT VOICE TELEPHONE **REQUIRED:** The telephone number by which individuals can speak to the organization or individual.

METADATA STANDARD NAME FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata
METADATA STANDARD VERSION FGDC-STD-001-1998
METADATA TIME CONVENTION local time

Hide ▲

Spatial Reference ►

HORIZONTAL COORDINATE SYSTEM DEFINITION

PLANAR
PLANAR COORDINATE INFORMATION
PLANAR COORDINATE ENCODING METHOD coordinate pair
COORDINATE REPRESENTATION
ABSCISSA RESOLUTION 0.000000
ORDINATE RESOLUTION 0.000000
PLANAR DISTANCE UNITS meters

GEODETTIC MODEL
HORIZONTAL DATUM NAME D_SIRGAS_2000
ELLIPSOID NAME Geodetic Reference System 80
SEMI-MAJOR AXIS 6378137.000000
DENOMINATOR OF FLATTENING RATIO 298.257222

Hide ▲

Entities and Attributes ►

DETAILED DESCRIPTION

ENTITY TYPE
ENTITY TYPE LABEL Quadras_Bairros_A

ATTRIBUTE
ATTRIBUTE LABEL FID
ATTRIBUTE DEFINITION
Internal feature number.
ATTRIBUTE DEFINITION SOURCE ESRI
ATTRIBUTE DOMAIN VALUES
UNREPRESENTABLE DOMAIN
Sequential unique whole numbers that are automatically generated.

ATTRIBUTE
ATTRIBUTE LABEL Shape
ATTRIBUTE DEFINITION
Feature geometry.
ATTRIBUTE DEFINITION SOURCE ESRI
ATTRIBUTE DOMAIN VALUES
UNREPRESENTABLE DOMAIN
Coordinates defining the features.

ATTRIBUTE
ATTRIBUTE LABEL CDSADMCODI
ATTRIBUTE DOMAIN VALUES
ENUMERATED DOMAIN
RANGE DOMAIN
CODESET DOMAIN

ATTRIBUTE
ATTRIBUTE LABEL CSETCECODI
ATTRIBUTE DOMAIN VALUES
ENUMERATED DOMAIN
RANGE DOMAIN
CODESET DOMAIN

ATTRIBUTE
ATTRIBUTE LABEL CQUASECODI
ATTRIBUTE DOMAIN VALUES
ENUMERATED DOMAIN
RANGE DOMAIN
CODESET DOMAIN

ATTRIBUTE
ATTRIBUTE LABEL DSQ
ATTRIBUTE DOMAIN VALUES
ENUMERATED DOMAIN
RANGE DOMAIN
CODESET DOMAIN

Hide ▲

Distribution Information ►

RESOURCE DESCRIPTION Downloadable Data
STANDARD ORDER PROCESS

DIGITAL FORM
DIGITAL TRANSFER INFORMATION
TRANSFER SIZE 0,000

Hide ▲

Metadata Reference ►

METADATA DATE 2013-05-10
METADATA CONTACT

CONTACT INFORMATION
CONTACT ORGANIZATION PRIMARY

CONTACT ORGANIZATION REQUIRED: The organization responsible for the metadata information.
REQUIRED: The person responsible for the metadata information.

ADDRESS TYPE REQUIRED: The mailing and/or physical address for the organization or individual.
REQUIRED: The city of the address.

STATE OR PROVINCE REQUIRED: The state or province of the address.
REQUIRED: The ZIP or other postal code of the address.

CONTACT VOICE TELEPHONE REQUIRED: The telephone number by which individuals can speak to the organization or individual.

METADATA STANDARD NAME FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata
METADATA STANDARD VERSION FGDC-STD-001-1998
METADATA TIME CONVENTION local time

Hide ▲

DIGITAL FORM
DIGITAL TRANSFER INFORMATION
TRANSFER SIZE 0,000

Hide ▲

Metadata Reference ►

METADATA DATE 2013-05-10
METADATA CONTACT

CONTACT INFORMATION
CONTACT ORGANIZATION PRIMARY

CONTACT ORGANIZATION REQUIRED: The organization responsible for the metadata information.
REQUIRED: The person responsible for the metadata information.

ADDRESS TYPE REQUIRED: The mailing and/or physical address for the organization or individual.
REQUIRED: The city of the address.

STATE OR PROVINCE REQUIRED: The state or province of the address.
REQUIRED: The ZIP or other postal code of the address.

CONTACT VOICE TELEPHONE REQUIRED: The telephone number by which individuals can speak to the organization or individual.

METADATA STANDARD NAME FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata
METADATA STANDARD VERSION FGDC-STD-001-1998

METADATA TIME CONVENTION local time

Hide

APÊNDICE II

Configurando um GeoPortal

1. Nome do Servidor

- Geoportal

2. IP

- Fixo exemplo: 200.17.134.10

3. Finalidade

Permite pesquisar e gerenciar recursos, acessar informações geoespaciais e serviços disponibilizados. Da mesma forma que os usuários podem disponibilizar seus recursos geoespaciais para os outros.

4. Sistema Operacional

- Windows Server 2008 R2 Enterprise
- Service Pack 1

5. Informações de Hardware

Componente	Especificação
Processador	Recomendação: Intel(R) Xeon(R) X5560 @2.80 GHz 2.79 GHz ou superior
Memória RAM	Recomendação mínima: 4 GB
Tipo de Sistema	64 Bits

6. Serviços Instalados

Serviços	Função	Versão
Esri Geoportal Server	Geoportal Software	1.2.2
PostgreSQL	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados	9.1.5
Apache Tomcat	Servidor de Aplicação Web	7.0.29
JDK e JRE	Kit de desenvolvimento e Máquina virtual Java	SE 6 update 35 JDK
JDBC Configuration File	Componente para conexão entre o Tomcat e o PostgreSQL	postgresql-9.1-902.jdbc4.jar

7. Instalação

Segue abaixo o passo a passo para instalação do Geoportal:

- 1) Criar um conjunto de diretórios necessários:
 - C:\geoportal
 - C:\vanessa
 - C:\vanessa\assertion
- 2) Instalar o PostgreSQL:
 - a. Executar o instalador do PostgreSQL e aceitar todos procedimentos defaults;
 - b. Colocar o usuário e senha respectivamente: **postgres** e **postgres**;
 - c. Verificar porta padrão PostgreSQL: **5432**;
 - d. Configurar o path do sistema com o PostgreSQL: **Meu computador -> propriedades -> configurações avançadas do sistema -> Variáveis de Ambiente -> path -> editar**: colocar o valor: **C:\Program Files\PostgreSQL\9.1.5\bin**
- 3) Configurar o PostgreSQL:
 - a. Abrir o prompt de comando: **Iniciar -> executar -> cmd**;
 - b. Navegar até: **C:\Program Files\PostgreSQL\9.1.5\data**
 - c. Abrir e editar o arquivo **pg_hba.conf**: Na linha 80 #IPv4 trocar **md5** por **trust**;
 - d. No final do arquivo:


```
# My computer's connection:
host      all      all      <IP>/32      trust
```
 - e. Salvar e Fechar o arquivo.
- 4) Instalar o JDK e o JRE:
 - a. Executar o instalador do JDK e aceitar todos os procedimentos defaults;
 - b. Configurar as variáveis de ambiente: **Meu computador -> propriedades -> configurações avançadas do sistema -> Variáveis de Ambiente -> Nova**:
Nome da variável: **JAVA_HOME**, valor: **C:\Program Files\Java\jdk1.6.0_35**
 - c. Configurar as variáveis de ambiente: **Meu computador -> propriedades -> configurações avançadas do sistema -> Variáveis de Ambiente -> Nova**:
Nome da variável: **CLASSPATH**, valor: **;%JAVA_HOME%**
 - d. Editar a variável **Path**, valor: **;%JAVA_HOME%\bin**
 - e. Testar a configuração: **Iniciar -> executar -> cmd**: Digitar: **Javac**
- 5) Instalar o Apache Tomcat:
 - a. Executar o instalador e aceitar todos os procedimentos defaults;
 - b. Verificar se a porta utilizada pelo tomcat é a: **8080**
- 6) Configurar o Apache Tomcat:
 - a. Verificar Serviço: **Meu Computador -> Gerenciar -> Configuração -> Serviços**:
Verificar se o apache está iniciado, se não, inicia-lo;
 - b. Clicar com o botão direito no serviço e selecionar: **Propriedades**;
 - c. Selecionar o modo de Inicialização: **Automática**;
 - d. Clique **Ok**.
 - e. Configurar as variáveis de ambiente: **Meu computador -> propriedades -> configurações avançadas do sistema -> Variáveis de Ambiente -> Nova**:
Nome da variável: **CATALINA_HOME**, valor: **C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 7.0**

- f. Testar a configuração: **http://localhost:8080**
- 7) Instalar o Geoportal:
 - a. Extrair o **geoportal-1.2.2.zip** no diretório: **C:\geoportal**
 - b. Abrir o prompt de comando: **Iniciar -> executar -> cmd**
 - c. Configurar banco Geoportal: **cd C:\geoportal\Database Scripts\PostgreSQL**
 - d. Roda o script: **grants_pg localhost 5432 postgres geoportal postgres geoportal**
 - e. Colocar a senha para a nova regra: **geoportal**
Obs: Quando o script termina a execução um arquivo texto é criado: **grants_pg.txt** o arquivo descreve se foi criado corretamente.
 - f. Criando o esquema de Banco do Geoportal: rodar o script: **create_schema_pg localhost 5432 postgres geoportal**
Obs: Quando o script terminar a execução um arquivo é criado: **geoportal_schema.txt** o arquivo descreve se for criado corretamente.
- 8) Verificar o banco de dados Geoportal:
 - a. Abrir o PostgreSQL Administrador: **Iniciar -> Todos os programas -> PostgreSQL -> pgAdmin III**
 - b. Logar com o usuário **postgres**;
 - c. Verificar as tabelas criadas: **Databases -> postgres -> Schemas -> geoportal -> Tables**
 - d. São nove tabelas:
 - gpt_collection
 - gpt_collection_history
 - gpt_harvesting_history
 - gpt_harvesting_jobs_completed
 - gpt_harvesting_jobs_pending
 - gpt_resource
 - gpt_resource_data
 - gpt_search
 - gpt_user
- 9) Fazer o Deploy do Geoportal:
 - a. Copiar o arquivo **geoportal.war** de **C:\geoportal\Web Applications \ Geoportal** para **C : \ Program Files \ Apache Software Foundation \ Tomcat 7.0\ webapps**
Obs: O apache deve criar automaticamente uma pasta chamada geoportal, caso não seja criada reinicie o apache.
 - b. Esta pasta é o website do portal. Para testar abra a web browser e acesse: **http://localhost:8080/geoportal**
- 10) Configurar o arquivo **gpt.xml**:
 - a. Ir em: **C : \Program Files \Apache Software Foundation \Tomcat 7.0\webapps\geoportal \WEB-INF\classes \gpt\config**
 - b. Abrir o arquivo **gpt.xml** e fazer as mudanças de acordo com o apêndice 2 do manual: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/how-to-set-up-geoportal-server-122.pdf>

- c. Salve e feche o arquivo.
- 11) Configurando a conectividade do banco de dados:
 - a. Copiar o **postgresql-9.1-902.jdbc4.jar** para **C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 7.0\lib**
 - b. Copiar **geoportal.xml** para **C:\Geoportal\Other\JNDI Configuration to C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 7.0\conf\Catalina\localhost**
 - c. Clique com o botão direito em **geoportal.xml** e vá em propriedades, se necessário colocar como **somente leitura**.
 - 12) Configurar o arquivo **geoportal.xml**:
 - a. Abrir o arquivo **geoportal.xml** e fazer as mudanças de acordo com o apêndice 3 do manual: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/how-to-set-up-geoportal-server-122.pdf>
 - b. Salve e feche o arquivo.
 - c. Reiniciar o apache.
 - 13) **O geoportal já está em execução.**
 - 14) Inclusão do Padrão INDE ao Geoportal:
 - a. Parar o servidor geoportal;
 - b. Copiar o conteúdo da pasta WEB-INF: **pasta inde+resources;**
 - c. Na pasta **WEB-INF\classes\gpt\metadata** do geoportal editar o arquivo **schemas.xml** incluindo:
<schema fileName="gpt/metadata/inde/inde-definition2.xml"/>
 - d. Iniciar o servidor.