



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE
AMBIENTAL

**Modelagem de processos automatizados para controle de consistência
lógica em banco de dados geográficos: uma aplicação para o Cadastro
Territorial Multifinalitário do Distrito Federal.**

Felipe Santos Araújo

Orientador: Prof. Dr Edilson de Souza Bias

Brasília, Fevereiro de 2015



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE
AMBIENTAL

**Modelagem de processos automatizados para controle de consistência lógica
em banco de dados geográficos: uma aplicação para o Cadastro Territorial
Multifinalitário do Distrito Federal.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental

Felipe Santos Araújo

Orientador: Prof. Dr Edilson de Souza Bias

Brasília, Fevereiro de 2015

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1020781.

Araújo, Felipe Santos.

A663m Modelagem de processos automatizados para controle de consistência lógica em banco de dados geográficos : uma aplicação para o Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal / Felipe Santos Araújo. -- 2015. xii, 140 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, 2015.

Inclui bibliografia.

Orientação: Edilson Souza Bias.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Banco de dados. 3. Automação. I. Bias, Edilson Souza. II. Título.

CDU 502.3:004

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Edilson de Souza Bias - Orientador
Instituto de Geociências – Universidade de Brasília

Prof. Dr Ricardo Seixas Brites
Instituto de Geociências – Universidade de Brasília – Examinador Interno

Dr. Alexandre de Amorim Teixeira
Agência Nacional de Águas – Examinador Externo

Brasília – DF
Fevereiro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho que com certeza sentiu a falta do pai, nas minhas noites de estudo, mas que mesmo assim não questionou em nenhum momento minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pela compreensão nos momentos de nervosismo, que com certeza foram muitos nesses últimos anos. Agradeço a Gisele pela ajuda e compreensão no decorrer do ano. Agradeço aos meus amigos por entenderem os momentos de sumiço ocorridos devido à dedicação ao estudo. Agradeço ao professor Edilson por ter aceitado me orientar, mesmo a partir do meio do mestrado. Agradeço toda a equipe da SEDHAB/SIURB que sempre se manteve ao meu lado prontos a ajudarem quando eu solicitava, em especial ao Marcelo e ao Felipe Thiago que me ajudaram enormemente cada um em sua área específica. Agradeço por fim a Deus por ter me encorajado nos momentos em que pensei em desistir.

RESUMO

O objetivo principal desse estudo foi desenvolver e implementar modelos de processamentos automatizados que garantam a qualidade e a consistência lógica, da base geográfica de escala cadastral, que vai compor a base de dados do cadastro territorial multifinalitário do Distrito Federal – CTM/DF, no ambiente de Banco de Dados Geográficos - BDG. A partir do modelo conceitual definido para o CTM/DF foram elaborados modelos para os fluxos de controle de qualidade, no elemento de consistência lógica, para as entidades do banco de dados geográficos do CTM/DF, que integram a parte espacial desse banco. A partir desses modelos de fluxo foram elaborados *scripts* para implementação no Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD PostgreSQL, em sua extensão espacial PostGIS. Os *scripts* prontos foram implementados através de *triggers* no referido SGBD, de maneira a garantir a automatização do processo. Após essa implementação foram efetuados testes controlados no intuito de verificar se todos os erros apontados pelo *script* estavam sendo checados. Esses modelos como foram propostos e implementados garantem a qualidade no que tange à consistência lógica dos dados geográficos desde sua inserção no banco de dados, não existindo lapso temporal entre a carga dos dados e sua checagem, o que elimina a possibilidade de utilização de dados sem qualidade pelo usuário.

Palavras-chave: Cadastro Territorial Multifinalitário; Banco de Dados Geográficos; Consistência Lógica; Processos Automatizados

ABSTRACT

The main objective of this study is to develop and implement automated processing models that will ensure quality and logical consistency to the spatial database of the cadastral scale, which will integrate the Multi-purpose Territorial Cadastre Database of Distrito Federal - CTM/DF (in the Portuguese acronym), in the ambit of the Geographical Data Base – BDG (in the Portuguese acronym). From the conceptual model that was set to the CTM/DF, models for quality control flows were developed based in the logical consistency element to the entities of the geographical database of CTM/DF, which integrate the spatial portion of that bank. From these flow models, scripts were created to implement the Data Base Management System – DBMS, in its spatial extension PostGIS. These scripts have been implemented by triggers in DBMS in order to ensure the automation of the DBMS process. After this implementation, controlled tests were performed in order to verify if all errors identified by the script were checked. These models, as they were proposed and implemented in this study, will guarantee the quality regarding the logical consistency of spatial data since its inclusion in the database, with no gap between the load of data and its check, which eliminates the possibility of using data without quality.

Keywords: Multi-purpose Territorial Cadastre; Geographical Database; Logical consistency; Automated process.

LISTA DE FIGURAS

| | Páginas |
|--|---------|
| Figura 01: Esquema do CTM..... | 28 |
| Figura 02: Método tradicional de agrimensura e mapeamento..... | 31 |
| Figura 03: Método moderno de criação de mapas e documentos | 31 |
| Figura 04: Hierarquia das IDEs e nível organizacional | 38 |
| Figura 05: Tela de inicial do visualizador do SITURB | 42 |
| Figura 06: Tela de navegação do visualizador do SITURB..... | 43 |
| Figura 07: Modelo conceitual da qualidade do dado geográfico | 53 |
| Figura 08: Modelo conceitual da unidade de qualidade do dado – <i>Data Quality Unit</i> ... 54 | |
| Figura 09: Modelo dos componentes da qualidade do dado geográfico | 56 |
| Figura 10: Fluxo do processo de avaliação da qualidade..... | 59 |
| Figura 11: Fluxo de trabalho para avaliação da qualidade | 60 |
| Figura 12: Proposta de modelo conceitual para a classe DQ_DataEvaluation..... | 61 |
| Figura 13: tipos de dados espaciais do Postgis | 68 |
| Figura 14: Notação Gráfica das classes..... | 76 |
| Figura 15: Notação Gráfica de geo-campos | 76 |
| Figura 16: Notação Gráfica de geo-objetos | 76 |
| Figura 17: Notação Gráfica de geo-objetos com topologia | 76 |
| Figura 18: Notação Gráfica de relação de generalização/especialização | 77 |
| Figura 19: Notação Gráfica de relação de generalização/especialização | 77 |
| Figura 20: Notação Gráfica de relação de generalização/especialização | 78 |
| Figura 21: Fluxo metodológico | 80 |
| Figura 22: Modelo lógico utilizado | 82 |
| Figura 23: Modelo do processo de controle de qualidade para Setor | 84 |
| Figura 24: Modelo do processo de controle de qualidade para Quadra..... | 85 |
| Figura 25: Modelo do processo de controle de qualidade para Conjunto..... | 86 |
| Figura 26: Modelo do processo de controle de qualidade para Lotes Projetados | 87 |
| Figura 27: Modelo do processo de controle de qualidade para Lote Real..... | 88 |
| Figura 28: Continuação do modelo da figura 27 | 89 |
| Figura 29: Modelo conceitual para as tabelas de <i>log</i> | 91 |
| Figura 30: possibilidades de arranjo de endereçamento para o elemento conjunto | 92 |
| Figura 31: Exemplo do fluxo de erro controlado para conjunto com informação de quadra errada..... | 94 |
| Figura 32: Exemplo do fluxo de erro controlado para conjunto cruzando quadra | 95 |
| Figura 33: inserção de polígono correto na quadra QI 20 | 96 |
| Figura 34: inserção de polígono com erro de cruzamento | 96 |
| Figura 35: polígono salvo na tabela de log | 97 |
| Figura 36: inserção de polígono de conjunto inválido | 97 |
| Figura 37: demonstração do polígono salvo na tabela de log..... | 98 |
| Figura 38: Fluxo de checagem de consistência lógica..... | 99 |

LISTA DE TABELAS

| | Páginas |
|---|---------|
| Tabela 01: Somatório dos relacionamentos topológicos em todos os modelos | 20 |
| Tabela 02: Matriz de intersecções | 21 |
| Tabela 03: Relacionamento topológico “Disjunto” entre ponto, linha e área | 22 |
| Tabela 04: Relacionamento topológico “Toca” entre ponto, linha e área..... | 23 |
| Tabela 05: Relacionamento topológico “Contido” entre ponto, linha e área..... | 24 |
| Tabela 06: Relacionamento topológico “Cruza” entre ponto, linha e área..... | 25 |
| Tabela 07: Relacionamento topológico “Sobrepõe” entre ponto, linha e área | 25 |
| Tabela 08: Possibilidades de semiautomação de processos | 62 |
| Tabela 09: Modelos para representar informação espacial. | 71 |

SUMÁRIO

| | |
|---|--------------------|
| 1. Introdução..... | 12 |
| 2. Revisão Bibliográfica | 15 |
| 2.1 SIG – Sistemas de Informação Geográfica | 15 |
| 2.2 Os dados em SIG..... | 16 |
| 2.3 Topologia | 18 |
| 2.4 Cadastro Territorial Multifinalitário..... | 27 |
| 2.4.1. O Cadastro Territorial Multifinalitário no mundo e no Brasil..... | 32 |
| 2.4.2. CTM no Distrito Federal..... | 34 |
| 2.5 Infraestrutura de Dados Espaciais | 35 |
| 2.6 Informação e qualidade..... | 43 |
| 2.7 Banco de dados convencionais e geográficos | 65 |
| 3. Materiais e métodos..... | 81 |
| 4. Resultados e Discussão | 85 |
| 5. Conclusão..... | 102 |
| 6. Recomendações..... | 103 |
| 7. Referencial Bibliográfico | 104 |
| ANEXO I – Artigo: Proposta de um modelo conceitual de banco de dados geográficos para o cadastro territorial multifinalitário do Distrito Federal | 112 |
| ANEXO II – <i>Scripts</i> | 131 132 |

1. Introdução

Atualmente os bancos de dados geográficos - BDG são utilizados principalmente como ambientes de armazenamento e acesso às informações geográficas, além de informações alfanuméricas. Existem regras de consistência dos dados que são implementadas no nível do BDG, mas, para o controle efetivo dessas consistências, como relações topológicas, a maioria é efetuada apenas com a iniciativa do usuário e ocorrem no nível do *desktop*, envolvendo o uso de ferramentas nativas dos sistemas de informações geográficas para a realização da consistência topológica.

Essa ação efetuada pelo usuário no nível do *desktop* pode criar um lapso temporal entre a carga dos dados no banco e a validação dessas informações, levando a riscos como a desatualização das bases até erros de relações lógicas e topológicas.

Os atuais bancos de dados geográficos podem ser utilizados para processar a validação dessas bases de forma automatizada, no momento da carga no BDG, reduzindo, assim, os riscos de erros na base de dados. Buscasse, assim, a identificação e a modelagem dos procedimentos que poderão ser automatizados no Sistema Gerenciador de Banco de Dados - SGBD. As rotinas poderão ser implementadas por meio de *Triggers*.

A qualidade dos dados geográficos, conforme Weber et al (1999), pode ser vinculada a diversas características, como, por exemplo, a linhagem que descreve a metodologia utilizada para aquisição do dado; a acurácia que pode ser posicional, de atributos e temporal; completeza que informa erros de omissão; e a consistência lógica que trata de características como relações topológicas, estrutura gráfica e alfanumérica dos dados geográficos.

O aspecto de qualidade tratado neste trabalho será a consistência lógica do dado geográfico, ou seja, se é respeitado aquilo que foi definido na modelagem do banco de dados. Uma técnica, segundo Stempliuć (2008), para aumentar a qualidade dos dados armazenados no banco é o estabelecimento de regras de integridade na entrada de informação. Isso porque, no ambiente do SGBD, todos os dados devem satisfazer às restrições de integridade

determinadas para aquele tipo de informação. Esse é o motivo para o aumento da qualidade.

As questões de qualidade formuladas neste trabalho terão foco no modelo desenvolvido para o cadastro territorial multifinalitário do DF, sendo aplicadas nos dados que irão compor este cadastro.

O referencial teórico da dissertação abordará temas como Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM, consistência e qualidade de dados, sistemas de informação geográfica, banco de dados: convencional e geográfico, modelagem de dados e relações topológicas.

Objetivo Geral

Desenvolver e implementar modelos de processamentos automatizados que garantam a qualidade e a consistência lógica no ambiente de Banco de Dados Geográficos - BDG.

Objetivos específicos

- Construir e testar fluxos de processos lógicos de controle de qualidade em consistência lógica dos dados em ambiente de banco de dados geográficos;
- Construir e testar *scripts* SQL visando analisar as regras de integridade conceitual e topológica dos dados geográficos;
- Testar a eficiência dos *scripts* no controle de qualidade e consistência lógica e posterior gravação no banco de dados geográfico.

Justificativa

Por anos, as bases espaciais foram armazenadas nos computadores dos usuários de forma descentralizada, sem controle de acesso e de alteração desses dados. Isso se deve ao fato de os arquivos de trabalho que compõem um Sistema de Informações Geográficas - SIG não possuírem critérios de um sistema gerenciador de banco de dados – SGBD.

Um SGBD é um conjunto de programas que, de forma conjunta, controla e possibilita o acesso às informações de um banco de dados. Segundo Câmara (2005), um SGBD oferece serviços de armazenamento, consulta e atualização do banco de dados além de fazer o controle de quais informações estão acessíveis para cada tipo de usuário. Pode-se destacar como exemplos de SGBD que tratam da informação espacial o Oracle Spatial, *software* proprietário, e o *software* livre PostgreSQL e sua extensão espacial Postgis.

Segundo Stempluc (2008), para bancos de dados convencionais, a questão de restrições de integridade está bem consolidada na determinação de restrições na forma de domínios, integridade de entidades, estrutura de atributos e integridade referencial, sendo que para bancos de dados espaciais, a questão da integridade não pode se deter apenas a essas restrições, devendo ter as regras expandidas de forma a tratar do relacionamento que existe entre os objetos espaciais.

Essas regras de integridade para os bancos de dados geográficos são verificadas no nível do *desktop* pelos usuários da base, o que pode acarretar diversos problemas, desde a verificação repetida da mesma base até a não verificação. As linhas de pesquisa que tratam dos SGBD geográficos estão focadas na forma de armazenamento, padronização e distribuição dos dados deixando o controle das restrições de integridade de dados geográficos para o nível do *desktop*.

É nesse contexto que esse trabalho se justifica, propondo modelos de rotinas de validação de bases de dados geográficos, que serão executadas no nível do banco de dados e não mais do *desktop*. A ideia, assim, é transferir algumas ações de verificação de integridade da base de dados para o nível mais interno do sistema, garantindo a qualidade da informação contida no SGBD, que poderá, de forma automatizada, verificar a integridade da base atualizada.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 SIG – Sistemas de Informação Geográfica

Os objetos geográficos estão localizados na superfície terrestre. As relações sociais se materializam na forma destes objetos geográficos, agregando função e valor a eles. Desde as atividades de plantar e colher do agricultor, passando pelo transporte de carga realizado pelo caminhoneiro até, finalmente, chegar ao consumidor nos núcleos urbanos, todas estas ações podem ser localizadas na superfície terrestre.

Pressupõe-se uma análise espacial para o entendimento dos fenômenos geográficos ou dos processos que os originaram. Segundo Câmara (1995), um dos primeiros exemplos da aplicação da análise espacial é o caso do Dr. John Snow ao estudar uma epidemia de cólera em Londres no ano de 1854. O Dr. John Snow colocou no mapa da cidade a localização de todos os doentes de cólera e dos poços de água da cidade. Com a espacialização desses dois dados no mapa, ele chegou à conclusão de que a maioria dos casos estava concentrada próxima a um determinado poço. Após ter esse poço lacrado, os casos diminuíram significativamente.

A análise espacial tem seu contínuo desenvolvimento garantido por três bases do conhecimento: o desenvolvimento de bases matemáticas voltadas para a solução de problemas espaciais; métodos estatísticos e análise de séries temporais; e o desenvolvimento da computação e o poder de processamento de hardwares. Para Burrough (1998), o uso de computadores para mapeamento e análise espacial tem se desenvolvido paralelamente aos métodos de aquisição automática, análise e apresentação de dados em diversas áreas, inclusive cadastral e de planejamento urbano.

Da base da análise espacial conjugada com o desenvolvimento computacional, pode-se afirmar que nasce o geoprocessamento. O geoprocessamento, segundo Medeiros (1999), “denota o conjunto de conhecimentos que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica”.

Os instrumentos que operam com esse conjunto de conhecimentos são conhecidos por Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Esse instrumental permite análises complexas ao integrar dados de diversas fontes (Assad, 1998).

Para Câmara (1995), o termo SIG é aplicado para os sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Burrough (1998) complementa, afirmando que um SIG é capaz de coletar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real para um determinado fim. Confirma-se que o SIG é um sistema de informação tendo em vista a afirmativa de Reynolds e Stair (2012) de que um sistema de informação é um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta, manipula, armazena e dissemina dados e informações.

Um sistema, para ser considerado SIG, deve conter três tipos de informações: a geometria de representação, os atributos e a localização dos objetos geográficos na superfície terrestre. Além disso, um SIG deve ser capaz de trabalhar as relações espaciais entre os objetos geográficos. A estrutura de relacionamentos espaciais é denominada de topologia que, segundo Câmara (1995), é a principal diferença entre um *Computer Aided Design* – CAD – e um SIG.

Entende-se, assim, que os SIG registram a forma – geometria, a função (características descritivas) – atributos, e a estrutura de relacionamento – topologia, dos objetos geográficos estudados, além de sua localização em um espaço de referência.

2.2 Os dados em SIG

Câmara (2005) afirma que um dos principais problemas do geoprocessamento é o processo de apreensão do mundo real e sua posterior representação digital. Longley et. al. (2013) complementa, afirmando que a base de qualquer SIG é o modelo de dados e, ainda, que o sucesso do projeto em SIG está vinculado ao modelo adotado.

Um modelo de dados, segundo Silberchatz et al. (1999), é “um conjunto de ferramentas conceituais usadas para a descrição de dados, relacionamentos entre dados, semântica de dados e regras de consistência”.

Por causa da natureza dos dados geográficos, eles podem assumir dois modelos formais: o geo-campo e geo-objeto, Longley et. al. (2013) se refere a esses modelos como esquemas conceituais de campos contínuos e objetos discretos, que serão tratados nesse trabalho como sinônimos. São, respectivamente, modelos para fenômenos geográficos contínuos no espaço, como temperatura, e para fenômenos geográficos com limites distintos e identificáveis, como lotes numa cidade.

Uma diferença entre essas duas formas de modelo formal é que, no geo-campo, pode-se ter informação do fenômeno em qualquer ponto do espaço representado. Já no geo-objeto, só é possível ter informação nos objetos representados.

Longley et. al. (2013) ressalta que esses modelos são maneiras de pensar os fenômenos geográficos, mas que, ao se levar em consideração as limitações dos computadores, é necessário reduzir ainda mais a complexidade dos objetos geográficos.

Segundo Câmara (2005) e Longley et. al. (2013), para a representação em computadores do fenômeno geográfico, os sistemas de bancos de dados baseiam-se em duas classes de estruturas de dados. São elas as estruturas vetoriais e matriciais.

O método matricial, conforme Longley et. al. (2013), utiliza uma matriz de células ou pixels para representar objetos do mundo real. Cada célula contém um valor, seja numérico ou textual. Segundo o mesmo autor, esse tipo de método é associado aos geo-campos.

O método vetorial, conforme Longley et. al. (2013), é utilizado em SIG por conta da sua precisão na representação do objeto geográfico, eficiência de armazenamento e disponibilidade de ferramentas de processamento e análise cartográfica.

Segundo Câmara (2005), as estruturas vetoriais utilizam três formas básicas para representar os objetos geográficos. São elas:

- O ponto é um par ordenado (x,y) de coordenadas espaciais. Pela representação de ponto, não é possível fazer medidas de tamanho do objeto representado;
- A linha é um conjunto de pontos conectados. É possível medir uma das dimensões do objeto representado;
- Uma área, ou polígono, é uma porção do plano formada por linhas conectadas, sendo que o último ponto de uma linha é coincidente com o primeiro ponto da linha seguinte. A área divide o plano em interior e exterior, levando em consideração a área que ele ocupa. Dessa representação, pode-se obter a área total da ocupação no plano.

Essas formas de modelo de dados geográficos são a chave para a modelagem de bancos de dados geográficos.

A conceituação dos fenômenos geográficos para a modelagem no banco de dados é fundamental para a utilização e interoperabilidade da informação em SIG. Para Camboim (2013), as ontologias permitem a descrição de conceitos e possibilitam um entendimento a respeito dos significados e relacionamentos.

2.3 Topologia

Conforme Longley et. al. (2013), a topologia é a matemática e a ciência dos relacionamentos geométricos. No SIG, a topologia é um dos tipos de relações espaciais atribuídas às estruturas vetoriais. Segundo Câmara (2005), outras relações espaciais são métricas, de ordem e *fuzzy*.

Longley et. al. (2013) complementa o conceito de topologia, afirmando que os “relacionamentos topológicos são propriedades não métricas de objetos geográficos que se mantêm constantes quando o espaço geográfico dos objetos é distorcido”. Egenhofer (1989) ressalta que os relacionamentos topológicos não preservam as distâncias, ou seja, o relacionamento métrico.

O uso da topologia em SIG, segundo Tomlinson (2003), sempre esteve ligado à identificação de erros na base de dados vetoriais. Esse autor ressalta ainda que a topologia é uma excelente ferramenta para estabelecer regras de integridade espacial.

Borges et. al. (2005), nos estudos para definição do modelo de dados geográficos OMT-G - *Object Modeling Technique for Geographic Applications*, ressalta a importância da modelagem dos relacionamentos espaciais. Clementini & Felice (1995) destacam a necessidade de definição formal de um conjunto de relações topológicas.

Teixeira (2012) elenca, como principais propostas para essa definição formal da topologia de objetos de duas dimensões, os estudos de Egenhofer & Franzosa, 1990, com o *Four-Intersection Method* – 4IM, Egenhofer & Herring, 1991, e Pullar & Egenhofer, 1988, com o *Nine-Intersection Method* – 9IM, Clementini et al, 1993, com o *Calculus-Based Method* – CBM, e finalmente Clementini & Felice, 1995, com o *Dimensionally Extended Nine-Intersection Method* – DE-9IM.

O método DE-9IM, proposto por Clementini & Felice, 1995, segundo Teixeira (2012), tem algumas vantagens frente aos outros estudos apresentados:

- Com os cinco tipos de relacionamentos utilizados no modelo – toca, cruza, sobreposição, dentro e separado –, é possível fazer quase todos os relacionamentos topológicos;
- Os relacionamentos topológicos descritos no modelo são mutuamente exclusivos;
- O modelo DE-9IM é mais completo e mais preciso que os modelos 4IM e 9IM;

Além dessas vantagens, pode-se ressaltar que esse modelo é adotado pelo *Open Geospatial Consortium* - OGC e na ISO 19107(2003) como padrão para modelos de relacionamentos topológicos entre objetos geográficos.

Uma comparação entre o número de possibilidades de relacionamentos possíveis nos modelos é apresentada por Clementini & Felice (1995) na Tabela 01. As letras nas colunas significam quais primitivas geométricas estão sendo relacionadas e analisadas: A – Área; L – Linha; P – Ponto.

Tabela 01: Somatório dos relacionamentos topológicos em todos os modelos.

| Modelo | A/A | L/A | P/A | L/L | P/L | P/P | Total |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 4IM | 6 | 11 | 3 | 12 | 3 | 2 | 37 |
| 9IM | 6 | 19 | 3 | 23 | 3 | 2 | 56 |
| DEM | 9 | 17 | 3 | 18 | 3 | 2 | 52 |
| DE-9IM | 9 | 31 | 3 | 33 | 3 | 2 | 81 |

Fonte: Clementini & Felice (1995)

Segundo Clementini & Felice (1995), para se definir os relacionamentos topológicos, utiliza-se um conjunto de elementos que são: borda (B), interior (I), exterior (E), intersecção (\cap) e dimensão (dim). As primitivas geométricas utilizadas na definição são: ponto, linha e área (polígono).

Por meio dos operadores, temos as primitivas definidas da seguinte forma, segundo Clementini & Felice (1995):

- Ponto: é um elemento geométrico de dimensão zero ($\dim(A)=0$), em que o interior do elemento é o próprio elemento, ou seja, $\dim(I(A))=0$, e a Borda é um conjunto vazio $B= \emptyset$;
- Linha: é um conjunto de pontos ligados, sem uma auto intersecção; pode ser definido por dois pontos finais e uma dimensão ($\dim(A)=1$), em que a borda desse elemento são os pontos finais ($\dim(B(A))=0$) e o interior é o conjunto de pontos entre o ponto inicial e o final;
- Área (polígono): é o composto pela conexão de pontos em duas dimensões ($\dim(A)=2$), em que a borda é o conjunto contínuo de pontos onde os pontos finais se encontram ($\dim(B(A))=1$) e o interior é a massa de pontos excluída a borda ($\dim(I(A))=2$).

Assim, o objeto A é definido segundo os operadores utilizados como:

- $I(A) = A - B(A)$;
- $B(A) = A - I(A)$;
- $E(A) = R^2 - A$;
- $A = I(A) + B(A)$;

Esses operadores são determinantes para as três primitivas geométricas. R^2 é o espaço definido para os conjuntos que compõem tais primitivas. Por meio de operadores, são elencados, em uma matriz de 3X3, os

relacionamentos entre dois objetos (a e b). É a matriz de intersecções apresentada na tabela 02:

Tabela 02: Matriz de intersecções

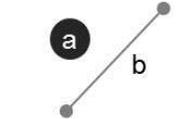
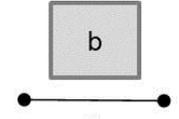
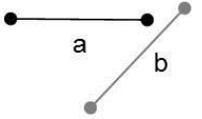
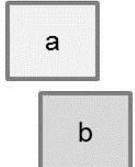
| | Interior | Borda | Exterior |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Interior | $\dim(I(a) \cap I(b))$ | $\dim(I(a) \cap B(b))$ | $\dim(I(a) \cap E(b))$ |
| Borda | $\dim(B(a) \cap I(b))$ | $\dim(B(a) \cap B(b))$ | $\dim(B(a) \cap E(b))$ |
| Exterior | $\dim(E(a) \cap I(b))$ | $\dim(E(a) \cap B(b))$ | $\dim(E(a) \cap E(b))$ |

A matriz de intersecções resulta em nove valores-padrão (p), cada um em uma de suas células. Os valores podem ser: T (*true*), F (*false*), *, 0,1 e 2 (ISO 19125, 2004). E o significado de cada um dos resultados é o seguinte, para x igual ao conjunto da intersecção apresentado na tabela 2:

- $p=T \geq \dim(x) = \{0,1,2\}$, ou seja, $x \neq \emptyset$;
- $p=F \geq \dim(x) = -1$, ou seja, $x = \emptyset$;
- $p=* \geq \dim(x) \in \{-1,0,1,2\}$, ou seja qualquer valor;
- $p=0 \geq \dim(x) = 0$;
- $p=1 \geq \dim(x) = 1$;
- $p=2 \geq \dim(x) = 2$.

Os valores da matriz para P podem ser representados em uma lista, ou um código padrão, para cada relacionamento. Cada uma dessas listas, ou códigos, representa o padrão para um relacionamento de primitivas geométricas. Esse padrão é visto em Clementini & Felice (1995) para as cinco formas de relacionamentos (disjunto, toca, contido, cruza e sobrepõe) e está representado nas tabelas de 3 a 7, conforme Teixeira (2012):

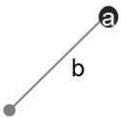
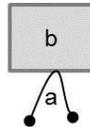
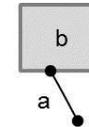
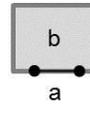
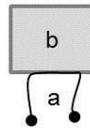
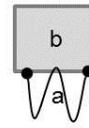
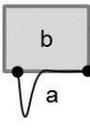
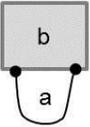
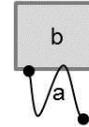
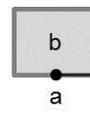
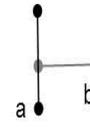
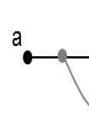
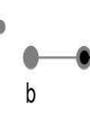
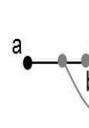
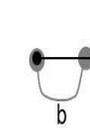
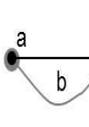
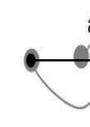
Tabela 03: Relacionamento topológico “Disjunto” entre ponto, linha e área.

| Relação Espacial | Ponto/Ponto | Ponto/Linha | Ponto/Área | Linha/Área | Linha/Linha | Área/Área |
|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Disjunto (FF*FF****) |  FF0FFF0F2 |  FF0FFF102 |  FF0FFF212 |  FF1FF0212 |  FF1FF0102 |  FF2F11212 |

Fonte: Teixeira 2012. Adaptado e traduzido pelo autor.

Na tabela 03, nota-se que a relação de disjunto ocorre para os relacionamentos entre as três primitivas geométricas. O código padrão é indicado na primeira coluna: FF*FF****. Esse código significa que, para o relacionamento espacial disjunto, as intersecções que envolvem os operadores: interior e borda são sempre F, ou seja, são iguais à \emptyset . Já as intersecções que envolvem o operador Exterior podem assumir qualquer valor de dimensão.

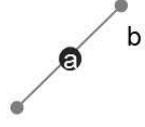
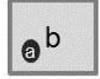
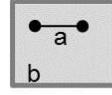
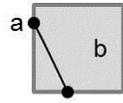
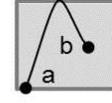
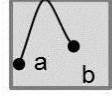
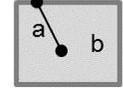
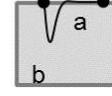
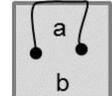
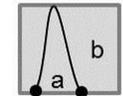
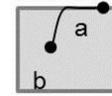
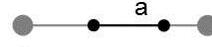
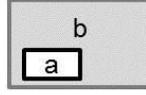
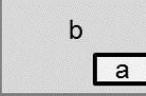
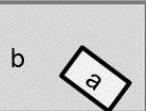
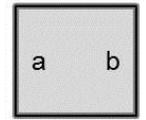
Tabela 04: Relacionamento topológico “Toca” entre ponto, linha e área.

| Relação Espacial | Ponto/Ponto | Ponto/Linha | Ponto/Área | Linha/Área | Linha/Linha | Área/Área |
|---|-------------|--|--|--|---|---|
| Toca (FT*****) (F**T*****) (F***T****) | |  F0FFFF102 |  F0FFFF212 |  F01FF0212  FF1F00212  F1FF0F212  F11FF0212  F01F0F212  F11F0F212  FF1F0F212  F01F00212  F11F00212 |  F01FF0102  F010F0102  FF1F00102  F01FF0102  F010F01F2  F01F001F2  F010FF1F2  FF1F0F1F2  F0100F1F2 |  FF2F01212  FF2F11212  FF2F1F212 |

Fonte: Teixeira 2012. Adaptado e traduzido pelo autor.

Na tabela 04, nota-se que a relação de toca não ocorre para todos os relacionamentos entre as três primitivas geométricas e não ocorre para o relacionamento ponto/ponto. Existem 3 códigos-padrão para esse relacionamento, sendo que em nenhum deles existe a intersecção entre os interiores das primitivas. Logo, entende-se porque dois pontos não se tocam, já que a própria primitiva é composta por interior e exterior, sendo a borda um conjunto vazio.

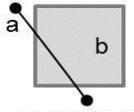
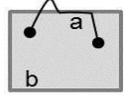
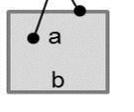
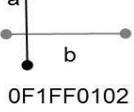
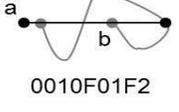
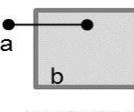
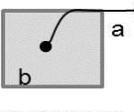
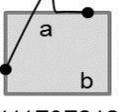
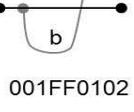
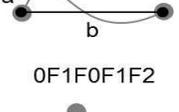
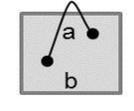
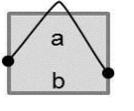
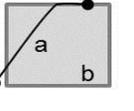
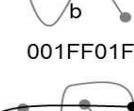
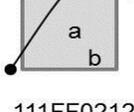
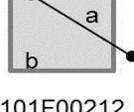
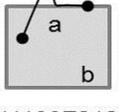
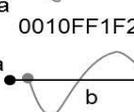
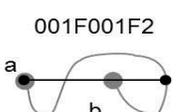
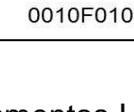
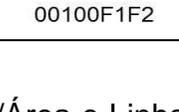
Tabela 05: Relacionamento topológico “Contido” entre ponto, linha e área.

| Relação Espacial | Ponto/Ponto | Ponto/Linha | Ponto/Área | Linha/Área | Linha/Linha | Área/Área |
|------------------------|--|---|---|---|---|---|
| Contido (T*F**F***) |  0FFFFFFF2 |  0FFFFFF102 |  0FFFFFF212 |  1FF0FF212  1FFF0F212  10F00F212  10F0FF212  1FF00F212  11FF0F212  11F0FF212  10FF0F212  11F00F212 |  1FF0FF102  1FF00F102  1FFF0FFF2 |  2FF1FF212  2FF11F212  2FF10F212  2FFF1FFF2 |

Fonte: Teixeira 2012. Adaptado e traduzido pelo autor.

Na tabela 05, nota-se que a relação de contido pode ocorrer para todos os relacionamentos entre as três primitivas geométricas. O código-padrão para esse relacionamento indica que deve existir a intersecção entre o interior das primitivas, não havendo intersecção entre o interior e o exterior das primitivas e nem entre a borda e o exterior delas.

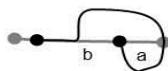
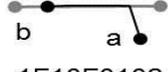
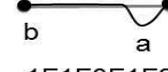
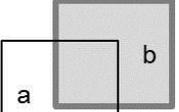
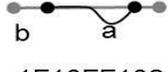
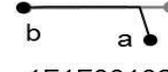
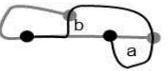
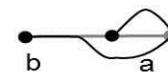
Tabela 06: Relacionamento topológico “Cruza” entre ponto, linha e área.

| Relação Espacial | Ponto/Ponto | Ponto/Linha | Ponto/Área | Linha/Área | Linha/Linha | Área/Área | | | |
|----------------------------|-------------|-------------|------------|--|---|---|---|---|--|
| Cruza L-A (T*T*****) | | | |  |  |  |  |  | |
| | | | | 101FF0212 | 1110FF212 | 10100F212 | 0F1FF0102 | 0010F01F2 | |
| L-L (0*****) | | | |  |  |  |  |  | |
| | | | | 1010F0212 | 1110F0212 | 111F0F212 | 001FF0102 | 0F1F0F1F2 | |
| | | | |  |  |  |  |  | |
| | | | | 1010FF212 | 101F0F212 | 111F00212 | 001FF01F2 | 0F1F00102 | |
| | | | |  |  |  |  |  | |
| | | | | 111FF0212 | 101F00212 | 11100F212 | 0010FF1F2 | 001F001F2 | |
| | | | | | | |  |  | |
| | | | | | | | 0010F0102 | 00100F1F2 | |

Fonte: Teixeira 2012. Adaptado e traduzido pelo autor.

Na tabela 06, percebe-se que a relação de cruza ocorre apenas para os relacionamentos Linha/Área e Linha/Linha. E, para cada um desses relacionamentos, existe um código-padrão distinto. Para o primeiro, destaca-se o fato de a intersecção entre Interiores e entre Interior e Exterior dever sempre existir. Já para o segundo relacionamento, o fato preponderante é que a intersecção entre os interiores deve ser sempre de dimensão 0, ou seja, deve sempre ser um ponto.

Tabela 07: Relacionamento topológico “Sobrepe” entre ponto, linha e 6rea.

| Rela7o Espacial | Ponto/Ponto | Ponto/Linha | Ponto/6rea | Linha/6rea | Linha/Linha | 6rea/6rea | |
|-------------------------------|-------------|-------------|------------|------------|--|--|--|
| Sobrepe L-L (1*T***T**) | | | | |  b a |  b a |  a b |
| | | | | | 1F1FF0102 | 1010FF102 | |
| A-A (T*T***T**) | | | | |  b a |  b a |  a b |
| | | | | | 1F10F0102 | 1F1F0F1F2 | |
| | | | | |  b a |  b a | |
| | | | | | 1F10FF102 | 1F1F00102 | |
| | | | | |  b a |  b a | |
| | | | | | 1010FF1F2 | 1F100F102 | |
| | | | | |  b a |  b a | |
| | | | | | 1010F0102 | 10100F1F2 | |

Fonte: Teixeira 2012. Adaptado e traduzido pelo autor.

Na tabela 07, 6 poss6vel identificar que a rela7o de sobrepe ocorre apenas para os relacionamentos Linha/Linha e 6rea/6rea. E, para cada um desses relacionamentos, existe um c6digo-padr6o distinto. Para o primeiro relacionamento, o fato preponderante 6 que a intersec7o entre os interiores deve ser sempre de dimens6o 1, ou seja, deve sempre ser uma linha. Para o segundo, destaca-se o fato de a intersec7o entre Interiores e entre Interior e Exterior, tanto de A quanto de B, dever sempre existir.

Conforme Egenhofer (1989), com a abordagem formal do conjunto de relacionamentos topológicos, torna-se possível determinar o relacionamento entre dois objetos espaciais, além de algoritmos que trabalham com esses relacionamentos.

2.4 Cadastro Territorial Multifinalitário

A fração do espaço estudada neste trabalho é o espaço urbano, que, segundo Corrêa (1989), representa uma fração do produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo, caracterizando-se pela diversidade dos usos da terra, localizados em determinada porção da superfície terrestre, ou seja, geolocalizados.

Essa porção da superfície será analisada com a perspectiva da construção de um Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM. Segundo Longley et al. (2013), o cadastro territorial é definido como sendo o mapa da propriedade da terra em uma determinada área.

Na maior parte dos países desenvolvidos, o cadastro territorial é entendido como “um registro público sistematizado dos bens imóveis de uma jurisdição contemplados os seus três aspectos fundamentais: o jurídico, o geométrico e o econômico”, conforme colocado por Erba (2005). O aspecto jurídico está vinculado à dominialidade da área; o geométrico refere-se à demarcação dos limites exatos da área ocupada no espaço pelo imóvel; e, por fim, o aspecto econômico está vinculado ao valor daquele pedaço da superfície.

Ainda tem-se a definição apresentada na Declaração sobre o Cadastro redigida pela Federação Internacional de Agrimensores – FIG que, afirma que o cadastro é um inventário público de dados referentes a todos os objetos terrestres em um determinado território. Esses objetos são identificados pelos seus limites e classificados pela sua origem, valor, dimensão e os direitos legais relacionados a ele (Kaufmann e Steudler, 1998).

Para o Brasil, pode-se adotar a definição apresentada pelo Ministério das Cidades na Portaria Ministerial nº 511, de 07 de dezembro de 2009, que

define, no seu artigo 1º, o Cadastro Territorial Multifinalitário, sendo o inventário territorial oficial e sistemático do município (Cunha e Erba, 2010).

Assim o CTM, no Brasil, é entendido como a base cartográfica, de precisão cadastral, escalas de 1:1.000 e 1:10.000, referenciada ao Sistema Geodésico Brasileiro, que tem como Sistema geodésico de referência o SIRGAS 2000 e como sistema de projeção a Projeção Universal Transversa de Mercator das parcelas de um território. A essa base, associa-se um conjunto de dados alfanuméricos, cadastros não espacializados ou cadastros temáticos, que serão tantos quantos forem as necessidades de planejamento dos gestores públicos. Ressalta-se ainda que esse conjunto é o que vai qualificar a base gráfica, gerando informações para a tomada de decisões ou apenas para transparência na gestão territorial. De forma esquemática, pode-se entender o CTM por meio da figura 01:

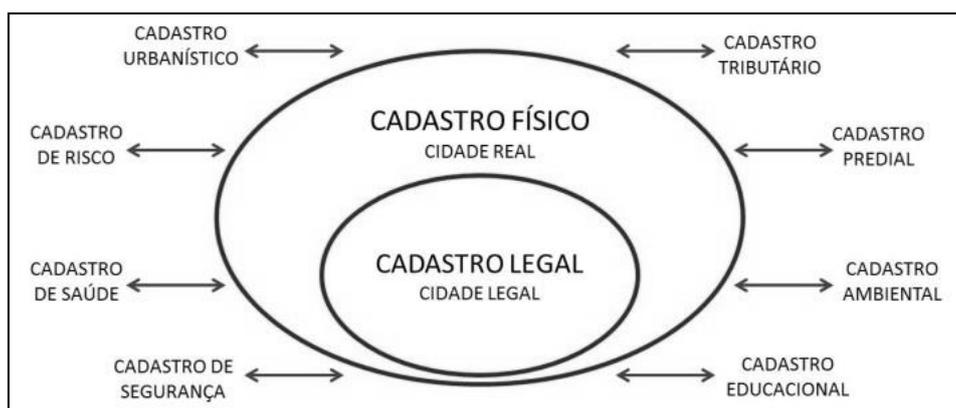


Figura 01: Esquema do CTM.

Para se entender o conceito atual de CTM, porém, é necessário compreender as funções que ele vem incorporando com sua evolução. Segundo Souza (2011), os primeiros exemplos de cadastro são atribuídos aos mesopotâmicos, que o utilizavam para planejamento territorial. Já a origem do cadastro moderno é atribuída ao cadastro napoleônico, que era caracterizado por ter:

- Levantamento por medições;
- Conceito de parcela;
- Referenciamento geodésico;
- Documentos necessários;
- Atualização constante.

A evolução do cadastro pode ser entendida a partir da compreensão das 5 ondas propostas por Erba (2005). Na primeira onda, a função primordial do cadastro era a arrecadação. Por isso, nele, a preocupação era com o valor econômico e o desenho da parcela, ou seja, valor e “quantidade” de terra.

Na segunda onda, soma-se às preocupações já apresentadas na primeira o entendimento de que o cadastro também poderia garantir segurança ao mercado imobiliário. Ali se evidencia a preocupação com a propriedade da terra e seu registro. Até este momento, o cadastro ainda está muito voltado para a terra, seu valor e sua propriedade.

Na terceira onda, o cadastro foi, segundo Erba (2005), influenciado principalmente por dois eventos, sendo eles a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 - que trouxe à tona a necessidade de informações territoriais para a preservação do meio ambiente – e a segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos – HABITAT II em 1996, em que é reafirmada a necessidade da correta administração do território.

Conforme Erba (2005), “A partir desses eventos surgiram novos paradigmas e o cadastro amplia sua participação somando aos dados econômico-físico-jurídicos da parcela os ambientais e os sociais dos seus ocupantes”. Daí o conceito de multifinalidade do cadastro.

Para Cunha e Erba (2010), a multifinalidade do cadastro é garantida quando aos dados cartográficos espacializados são integrados dados alfanuméricos de diversas fontes (órgãos, no caso da administração pública) para que se possa atender às necessidades dos diferentes usuários. Deste conceito e do entendimento que nem todos os órgãos da administração pública têm seus dados espacializados, é que se denota a importância da base de dados alfanumérica presente no conceito utilizado neste trabalho.

Complementarmente, Mazarakis (2008) diz que o cadastro, para ser considerado como “multifinalitário”, deve garantir o acesso aos seus dados por compartilhamento. Desta forma, o Cadastro poderá ser utilizado para distintas finalidades e atualizado por múltiplos agentes que necessitem das mesmas informações para aplicações diferenciadas.

Vale ressaltar ainda que a ideia de CTM é um desafio, uma vez que se trata de um complexo conjunto de dados sobre a realidade física, econômica, social e ambiental da cidade.

Pode-se entender que, a partir da terceira onda, o cadastro passa a ser um instrumento de planejamento do território, principalmente urbano, já que os gestores públicos podem agregar as informações sociais e ambientais, de uso do solo e de serviços públicos ofertados à população em uma única base de dados, resultando numa gestão urbana mais racional, legal e econômica.

Em 1994 a Federação Internacional de Agrimensores – FIG desenvolveu uma visão futura de um cadastro moderno. Segundo Erba (2005), essa “nova visão” seria instrumentada nos próximos 20 anos. Assim, o resultado desses estudos ficou conhecido como “Cadastro 2014”, que é a meta a ser alcançada na quarta onda. O cadastro se transforma num inventário público metodicamente ordenado de todos os objetos territoriais legais de um determinado país ou distrito, tomando como base a mensuração dos seus limites, conforme Erba (2005).

O Cadastro 2014, segundo Erba (2005), é baseado em princípios que deverão ser alcançados até 2014. Abaixo alguns dos princípios:

- Informar a situação legal de todo o território;
- Inexistência da separação entre os registros gráficos e os alfanuméricos;
- Sistema de informações será todo digital;
- Prevê a maior participação do setor privado no cadastro;
- Modelagem cartográfica substituirá a cartografia tradicional analógica.

No que se refere à substituição da cartografia tradicional, a FIG (Kaufmann e Steudler, 1998) justifica que essa substituição ocorre por causa das novas possibilidades da tecnologia da informação. Assim, os mapas não deverão necessariamente ser em papel, mas manter os seus dados de origem organizados em banco de dados. Ainda segundo a FIG, o processo tradicional apresentado na figura 02 dará lugar aos processos da figura 03.

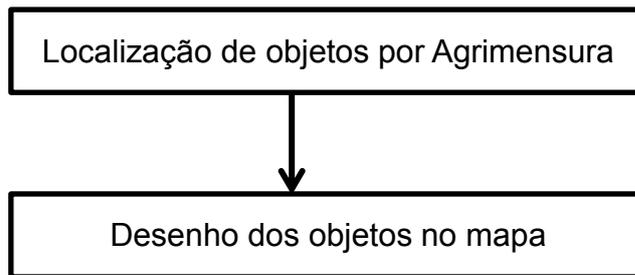


Figura 02: Método tradicional de agrimensura e mapeamento. Fonte: Kaufmann e Steudler, 1998, página 20, traduzido pelo autor.

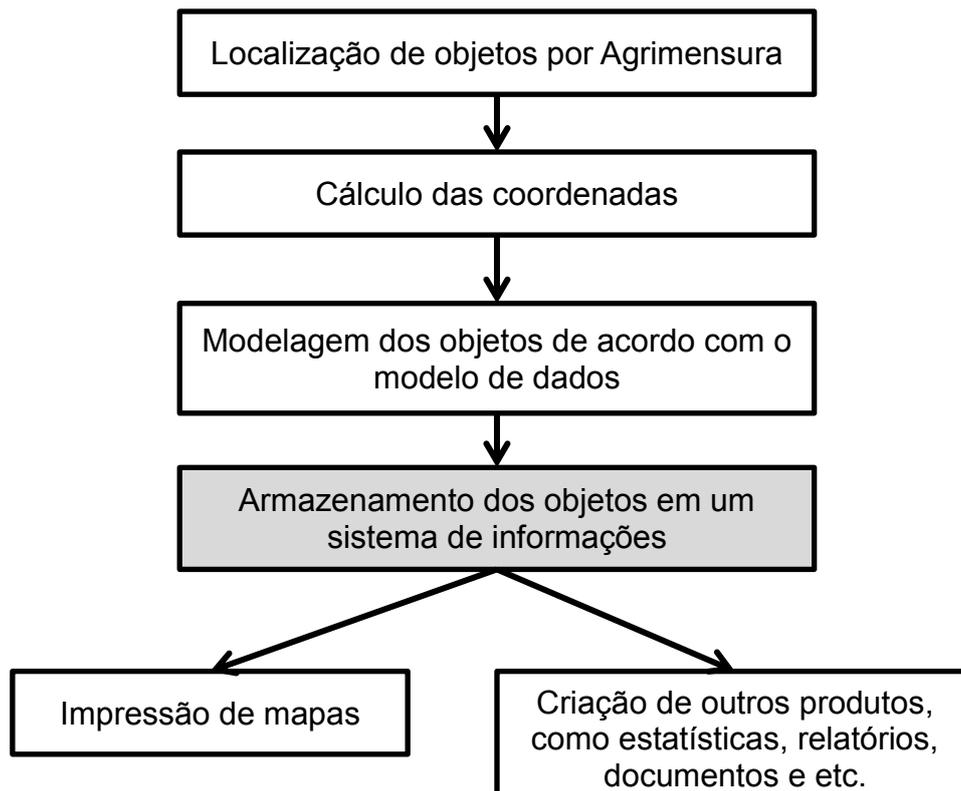


Figura 03: Método moderno de criação de mapas e documentos. Fonte: Kaufmann e Steudler, 1998, página 21, traduzido pelo autor.

Nota-se na figura 03, que o banco de dados geográficos é de grande importância no método moderno de gerir a geoinformação, pois é nele que serão armazenados os dados que irão compor os mapas e dados cadastrais básicos, sendo modelados conforme estabelecido no modelo de dados e do banco.

Segundo Pelegrina (2009), na quinta e última onda o cadastro se beneficiará das novas tecnologias, focando-se na disponibilização da informação, por meio de *web services*, nas Infraestruturas de Dados Espaciais e na ideia de cadastro 4D, que levaria em consideração as alterações ocorridas no território no decorrer do tempo.

Conforme Williamson (2001), o cadastro é ainda o centro de um sistema de administração de terras. Um sistema de administração de terras é definido como sendo o conjunto dos processos de apuração, registro e divulgação de informações sobre o valor, a posse e o uso da terra na implementação de políticas de ordenamento territorial (UNECE, 1996).

2.4.1. O Cadastro Territorial Multifinalitário no mundo e no Brasil

Os sistemas de administração de terras estão sendo implementados em diversos países pelo mundo, conforme Williamson (2001), para auxiliar em situações diferentes como: estudos de exclusão social, mudanças de base econômica, reconstruções tanto de governo quanto social após guerras, saída da miséria por meio do uso justo da terra.

Em países desenvolvidos, esses sistemas tem um papel ainda mais importante, inclusive nas questões de mercado de compra e venda de terras.

Até hoje, o centro desse sistema de terras, o cadastro, é desenvolvido de forma diferente. Cada país implanta, de uma forma particular, seus cadastros, dificultando a troca de informações (Oosterom, et. al. 2006). Para Oosterom et. al. (2006), é possível, mesmo com as diferenças, indicar pontos comuns entre os cadastros. Isso ocorre com a relação entre pessoas, terra e propriedade, que é levada em consideração em todos os cadastros estudados.

Com vistas a promover e facilitar a disponibilização de informações cadastrais entre os diversos países, conforme Andrade et. al. (2013), a FIG propôs em 2008 o *The Land Administration Domain Model* – LADM. Mais tarde, esse modelo foi consolidado na ISO 19.152 (2012).

Segundo Pouliot et al. (2013), na ISO 19.152 (2012), é apresentado, de forma gráfica, um modelo conceitual para organizar os conceitos e as relações entre direitos, responsabilidades e restrições – do Inglês RRR – além de modelar questões como propriedade de bens e componentes geométricos e sua representação espacial.

A ausência de Cadastros Territoriais e mapeamentos confiáveis é uma característica de grande parte dos municípios brasileiros (Cunha e Erba, 2010).

O cadastro no Brasil, segundo Loch (2007), existe há mais de um século, mesmo que de forma desestruturada. Seu ponto inicial foi a Lei 601, de

1850, a chamada Lei de Terras. A partir dela, que se passou a dividir terras públicas de terras privadas.

Ainda segundo Loch (2007), uma menção ao cadastro técnico só acontece em 1964 na Lei 4.504, de novembro de 1964, Estatuto da Terra. Essa lei foi considerada moderna no tratamento da terra e reconhecida assim em todo o mundo. Seu conteúdo dá ênfase à função social da terra, o que tornou mais explícita a necessidade de realização da reforma agrária. Para tal feito, foi criado o Instituto Nacional de Reforma Agrária – INCRA.

Em 2001 o Brasil, com a instituição da Lei nº 10.267, de agosto de 2001, chamada Lei de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, deu um passo decisivo na área de cadastro Rural, conforme Loch (2007), que ainda evidencia em seu texto que a área rural brasileira sempre foi alvo de leis que tratam da sua demarcação e propriedade, diferentemente da área urbana.

Pelegrina (2009), com base nas 5 ondas apresentadas por Erba, conclui que a situação do cadastro no Brasil está em dois níveis distintos. O cadastro rural está em direção à segunda onda enquanto o cadastro urbano está caminhando ainda na primeira onda, na maioria dos municípios.

Dois fatores podem ter colaborado para a área rural ter gerado mais avanços no tocante ao cadastro que a área urbana. O primeiro deles é que apenas a partir de meados do século XX que as cidades passaram a crescer vertiginosamente, conforme Loch (2007), sendo que, em 1950, 80% da população brasileira é rural. Já em 1990, essa proporção se inverteu a favor da população urbana. O segundo, conforme Pelegrina (2009), é a confusão conceitual de cadastro e a falta de legislação e normas que regulamentem o CTM no Brasil.

O artigo 30 Inciso 8º da Constituição Federal de 1988 traz o seguinte texto: “promover, no que couber adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”. Essa atribuição, definida aos municípios, dá autonomia para que eles possam, de forma independente, fazer a gestão do solo urbano.

Nesse contexto de independência dos municípios, a Lei 10.257 de 2001, chamada de Estatuto das Cidades, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabelecendo diretrizes gerais da política

urbana. Loch (2007) aponta o Estatuto das Cidades como sendo uma renovação no planejamento urbano no Brasil.

A criação do Ministério das Cidades, em 2003, segundo Loch (2007), é outro exemplo do aumento da preocupação com a gestão urbana. Por meio da interação entre ministério e universidades, em 2009, foi editada a Portaria Ministerial nº 511, que estabeleceu as diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM, documento que segundo Cunha e Erba (2010) é de caráter orientador e não compulsório, sendo uma forma de auxiliar os municípios que têm interesse em implantar seus CTMs.

2.4.2. CTM no Distrito Federal

O DF é um ente federativo com características híbridas, que apresenta obrigações e direitos relativos aos estados e municípios. Essas características são exemplificadas conforme Peluso e Oliveira (2006):

“O Distrito Federal apresenta peculiaridades na organização político-administrativa, com competências legislativas e tributárias reservadas ao município e ao estado, o que lhe confere algumas ambiguidades de caracterização. Por exemplo, o Distrito Federal rege-se por Lei Orgânica, própria dos municípios, e não por Lei estadual, própria dos estados. O poder Legislativo é exercido pela Câmara Legislativa, enquanto nos municípios é exercido pela Câmara de Vereadores e nos estados, pela Assembleia Legislativa.”

Por essa especificidade de ser município e estado, o DF deve fazer a gestão de suas terras urbanas e ainda arrecadar sobre seu uso, por meio do Imposto Territorial Predial Urbano – IPTU. Essas ações podem ser auxiliadas por um sistema de administração de terras e, conseqüentemente, um Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM.

O DF não apresenta um CTM implementado. Essa atribuição, segundo as Leis nº 803, de abril de 2009, e 854, de outubro de 2012, é da Secretaria de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano – SEDHAB. Quando implementado, será parte do Sistema de Informação Territorial e Urbana do DF – SITURB, que será detalhado no capítulo de Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE.

A situação atual do DF no tocante ao CTM é semelhante ao colocado por Pelegrina (2009) para a maioria dos municípios brasileiros, que é a adoção de diferentes cadastros, marcados pelas diferentes temáticas, qualidades geométricas, escalas, inconsistências de dados, desatualizações e falhas na gestão.

2.5 Infraestrutura de Dados Espaciais - IDE

2.5.1. Contexto

Segundo Borzacchiello e Craglia (2013), nos últimos 20 anos, vem ocorrendo um esforço mundial concentrado para tornar dados e informações mais acessíveis, principalmente por meio da utilização das tecnologias baseadas na internet. Em paralelo a esse esforço, tem-se também a valorização da informação geográfica que, segundo CONCAR (2010), é “decorrente da ampliação em nível global, de uma mentalidade mais responsável com o meio ambiente e das demandas sociais e econômicas por uma melhor compreensão da realidade territorial” ou espacial.

Longley e Maguire (2005) afirmam que a análise geográfica e as ferramentas e técnicas de modelagem espacial foram aprimoradas de modo a explicar e indicar padrões espaciais contemporâneos e futuros.

O setor público desempenha papel central no desenvolvimento da informação geográfica, sendo um dos principais fornecedores e consumidores desse tipo de informação por causa de sua importância no planejamento dos serviços públicos (Borzacchiello e Craglia, 2013).

Além do uso estatal, Borzacchiello e Craglia (2013) afirmam que as informações geográficas podem, por meio de uma IDE, ser reutilizadas para propósitos comerciais, criando e agregando valores a produtos, serviços e novos empregos. Segundo Kok e Loenen (2005), uma Infraestrutura de Dados Espaciais facilita na coleta, manutenção, disseminação e utilização das informações geográficas.

Em 2001, segundo Bregt e Crompvoets (2003), pelo menos 120 países estavam trabalhando na sua infraestrutura nacional de dados espaciais, com o objetivo de criar um ambiente eficiente de acesso a esses dados. Sobre isso, Jacoby et al.(2002) informa que, nas últimas décadas, vários países ou estados

têm obtido sucesso na implementação completa de IDEs. Ressalta ainda que o desafio nessas implantações é a integração do sistema tradicional de mapeamento com os sistemas de cadastro.

2.5.2. Conceitualização

De acordo com Longley e Maguire (2005), o termo infraestrutura de dados espaciais (do inglês Spatial data infrastructure – SDI) foi utilizado primeiramente em 1993 pelo US National Research Council ao descrever o acesso padronizado à informação geográfica. Conforme os mesmos autores, o US Federal Geographic Data Committee – FGDC – define IDE como a “totalidade das tecnologias, políticas, padrões, recursos humanos e atividades necessárias para adquirir, processar, distribuir, utilizar, manter e preservar informação geográfica em todas as esferas de governo e nos demais setores”.

Abdolmajidi e Mansourian (2011) afirmam que IDE é tipicamente conceituada como o conjunto de interações institucionais e recursos tecnológicos, humanos e econômicos que visam facilitar e coordenar o acesso, utilização e disseminação das informações espaciais.

No Brasil, a infraestrutura nacional de dados espaciais – INDE – é definida, segundo o Decreto nº 6.666 de 2008 (Brasil, 2008), da seguinte forma:

“o 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 geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal” (CONCAR, 2010).

Ainda segundo a Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR, 2010–, os conceitos de IDE tendem a evoluir de forma a prevalecer o conceito de serviço e não mais de dados. Essa tendência está diretamente voltada para as funcionalidades oferecidas pela infraestrutura de dados e não apenas aos dados que podem ser acessados.

Dessa forma, pode-se retirar dos conceitos apresentados os componentes de uma IDE, como a tecnologia, as políticas, os padrões e normas, as pessoas e os dados. Segundo CONCAR (2010), esses

componentes formam um consenso na comunidade internacional sobre as IDEs.

Dos conceitos, extraem-se também os objetivos de uma IDE, que são basicamente armazenar, compartilhar, utilizar e reutilizar os dados geográficos.

2.5.3. Divisão hierárquica das IDEs

Dentro dos conceitos apresentados, principalmente no caso do FGDC americano e da INDE brasileira, existe a preocupação de englobar as diferentes esferas de governo. Dessa característica, Jacoby et al. (2002) ressalta que resultam IDEs de diferentes escalas, conforme os níveis administrativos dos entes envolvidos. Essas diferenças de escala podem gerar desde generalização cartográfica do objeto geográfico até a desconsideração desse mesmo objeto.

Ainda sobre essas escalas, Longley e Maguire (2005) afirmam que os princípios de uma IDE devem permanecer basicamente os mesmos desde a escala global, passando pelas nacionais, estaduais, regionais e locais.

As IDEs são organizadas, segundo Baltazar (2011), de forma hierárquica, de maneira que os dados e as informações são mais particulares nos níveis inferiores e mais gerais nos níveis superiores. De forma esquemática, Rajabifard et al. (2002) apresenta as diferentes IDEs conforme a pirâmide apresentada na figura 04, destaca-se que para cada tipo de IDE pode existir mais de uma IDE estabelecida, por exemplo mais de uma IDE corporativa.

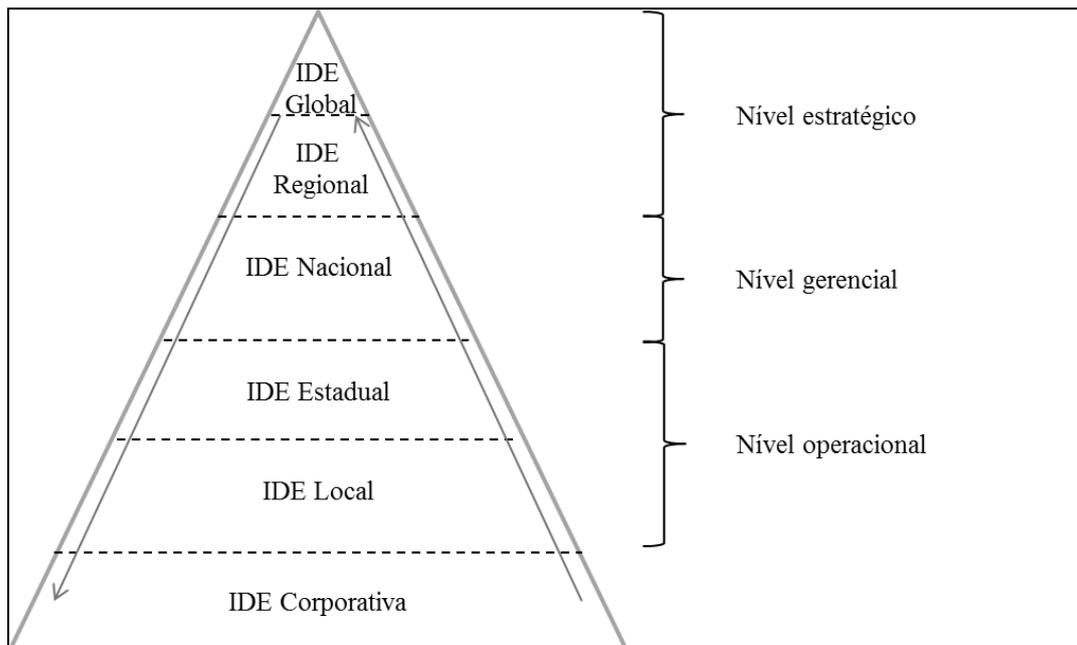


Figura 04: Hierarquia das IDEs e nível organizacional. Fonte: Rajabifard et al., 2002, pág 17, adaptado.

Rajabifard et al. (2002) apresenta ainda em seu estudo uma relação dos diferentes níveis hierárquicos das IDEs com os distintos níveis de uma estrutura organizacional. Assim, entende-se que as IDEs da base da pirâmide são as produtoras dos dados a serem utilizados nos demais níveis.

Seguindo a afirmação de Baltazar (2011) que diz que “uma IDE por si só não faz sentido, devendo sempre fazer parte de uma rede mais ampla com a qual vai partilhar as informações”, a figura 04 não apresenta divisões sólidas entre as IDEs, com as setas internas (sentidos superior e inferior) indicando ainda o intercâmbio de informações do sistema.

2.5.4. Interoperabilidade e padronizações

A interoperabilidade é um princípio fundamental no conceito de IDE. Segundo Lunardi et al. (2009), outros princípios são a cooperação entre sistemas e o acesso livre às informações geográficas. De alguma forma, esses dois últimos são possibilitados por meio da interoperabilidade, que é permitida pela padronização dos metadados.

Segundo Bregt e Crompvoets (2003), um dos componentes de uma IDE é a *Spatial Data Clearinghouse*, definido pelos autores como um facilitador eletrônico de busca, visualização, transferência e disseminação de dados

espaciais. Afirmam ainda que, nesses ambientes eletrônicos, encontra-se normalmente um grande número de serviços e metadados das informações existentes.

A padronização dos metadados e dados, segundo Williamson et al. (2009), é o que garante, além da interoperabilidade, a integração das diferentes bases de dados. Se a padronização for implementada em nível nacional, é possível assegurar que as instituições e organizações criem suas IDEs no mesmo padrão.

Duas organizações mundiais que auxiliam na busca de padrões de interoperabilidade de dados espaciais são a *Open Geospatial Consortium* – OGC –, um consórcio de indústrias, empresas, agências governamentais e universidades que desenvolvem padrões de interface disponíveis publicamente, e a *International Organization for Standardization* – ISO –, que edita normas internacionais para diversas áreas, tendo publicado a série de ISOs 19100 especificamente para informações geográficas.

Esses dois organismos têm desempenhado uma função primordial na busca pela interoperabilidade da informação geográfica. Um exemplo disso é indicado por Bregt e Crompvoets (2003), que afirmam que a ISO 19.115 (2014), que trata de padrões de metadados, será o principal modelo utilizado nas IDEs espalhadas pelo mundo.

2.5.5. Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE

A INDE é baseada em normas e especificações técnicas que formam seu marco regulador. As especificações técnicas complementam as normas, por meio de parâmetros, que, para os dados geoespaciais, podem ser: escala, dimensões de longitude e latitude, áreas mínimas, exatidão posicional, de geometria, de topologia, de atributos e de unidades e métodos de medição e comparação. Segundo CONCAR (2010), tais parâmetros acompanham a vertente mais atual na definição de IDE, que se refere à prevalência do conceito de serviços sobre o de dados isolados. Isso poderá levar a INDE a se beneficiar ainda de padrões abertos publicados pela OGC e ISO.

Segundo Lunardi et al. (2009), as especificações técnicas que compõem a INDE e suas finalidades são:

- Especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais – ET-ADGV: define as regras de aquisição da geometria, dos dados, o que garante a consistência lógica do atributo geometria e consistência topológica;
- Especificação técnica para representação de dados geoespaciais – ET-RDG: garante a consistência na apresentação das mesmas classes de objetos;
- Especificação técnica de produtos de conjuntos de dados geoespaciais – ET-PCDG: elenca os padrões dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais;
- Especificação técnica para estruturação de dados geoespaciais vetoriais – ET-EDGV: traz o modelo conceitual para dados vetoriais garantindo a consistência lógica;
- Especificação técnica para controle de qualidade dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais – ET-CQPCDG: explicita procedimentos para o controle de qualidade dos produtos de conjuntos de dados geoespaciais.

Das especificações técnicas citadas acima, apenas a ADGV, PCDG e EDGV apresentam versões publicadas, e somente a PCDG tem nível de detalhamento referente à escala cadastral, foco deste trabalho.

2.5.6. O Sistema de Informação Territorial e Urbana do DF

A Lei nº 353 de novembro de 1992 (Distrito Federal, 1992) aprovou o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal e instituiu o Sistema de Planejamento Territorial e Urbano do Distrito Federal - Sisplan. Como parte integrante do Sisplan, foi criado, na mesma lei, o Sistema de Informação Territorial e Urbana do Distrito Federal – Siturb. Os dois principais marcos legais que tratam desse sistema são a Lei nº 353 de novembro 1992 (Distrito Federal, 1992) e a Lei nº 803 de abril de 2009 (Distrito Federal, 2009).

Os objetivos do SITURB, segundo a Lei 803 de 2009 (Distrito Federal, 2009), são os seguintes:

- I. Produzir, coletar, organizar e disseminar informações sobre o território e sua população;

- II. Colocar à disposição dos órgãos setoriais e de todos os cidadãos as informações de interesse público, possibilitando consultas a documentos, relatórios técnicos e demais estudos formulados pelos órgãos do SISPLAN;
- III. Oferecer subsídios e apoio ao SISPLAN e ao processo de decisão das ações governamentais;
- IV. Manter controle permanente dos imóveis não utilizados, não edificadas ou subutilizados nas zonas urbanas do Distrito Federal.

Na Lei de 2009, a atuação do sistema se amplia, passando de subsidiar apenas decisões temáticas no âmbito territorial e urbano para aplicar-se às decisões de qualquer ação governamental, independentemente da temática, o que pode ser vinculado também ao crescimento da importância do papel da informação geográfica nos órgãos públicos.

Para cumprir seus objetivos, o Siturb centralizará as informações referentes aos aspectos regionais, microrregionais, físico-naturais, socioeconômicos e ao uso e à ocupação do solo. No Siturb também deverá conter as informações produzidas e repassadas pelos diversos agentes públicos e privados do DF.

O sistema foi criado tendo como, órgão central, a Companhia do Desenvolvimento do Planalto Central – CODEPLAN. Esse órgão e suas competências foram alterados com a Lei nº 803 de 2009, passando a ser a Secretaria de Habitação, Regularização e Desenvolvimento Urbano do DF, pasta que também é um dos órgãos executivos centrais do SISPLAN. Tem as seguintes competências:

- I. Coordenar as ações, visando à implantação e à implementação do Sistema;
- II. Propor normas e definir padrões que garantam o fluxo e a compatibilidade das informações entre os integrantes do Sistema;
- III. Incorporar ao Sistema as informações produzidas pelos órgãos setoriais;
- IV. Disponibilizar para a sociedade e para os órgãos setoriais as informações constantes do Sistema;
- V. Manter e coordenar ações para a implantação do CTM do DF.

Ressalta-se que, segundo a Lei nº 803 de 2009, os demais sistemas de informação existentes ou a serem criados no DF deverão ser compatíveis com os padrões adotados pelo SITURB.

2.5.7. Situação Atual do Siturb

Hoje o sistema é composto por diversas bases de dados que constituem o que se denomina Cidade Legal, composta pelos projetos de urbanismo, os dados de infraestrutura e as informações dos planos diretores e zoneamentos ambientais, que incluem o Zoneamento Ecológico e Econômico. O Siturb também se compõe de dados da Cidade Real, que é a ocupação real do território, e contém os parcelamentos regulares e irregulares, sistema viário e os equipamentos públicos. Esses dados são atualizados constantemente por meio de análise de imagens de satélite e fotografias aéreas. O sistema conta, ainda, com informações cartográficas básicas, como mapas físico-ambientais, curvas de nível e hidrografia, e um banco de imagens de satélite e de fotografias aéreas que datam de 1958 a 2013. Essas bases tem diversas escalas, principalmente a base da cidade real, pois é composta pela restituição na escala de 1:2.000 de 1997 e de projetos de urbanismos, já implementados.

Para disponibilização de todas essas informações, o sistema possui um visualizador web, que funciona na rede do Governo do Distrito Federal – GDFNET, de livre acesso para todos os órgãos do GDF, desde que solicitem sua conexão.



Figura 05: Tela de inicial do visualizador do SITURB

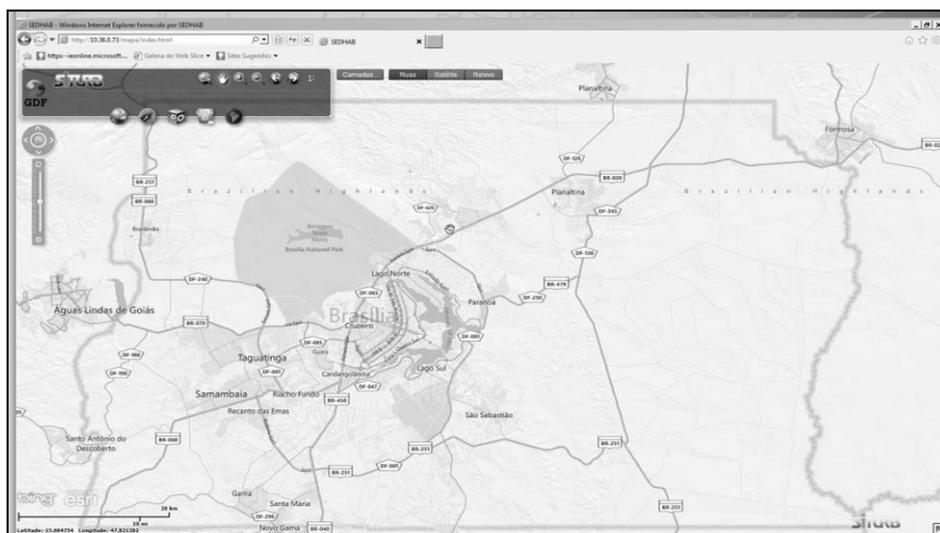


Figura 06: Tela de navegação do visualizador do SITURB

O SITURB tem uma grande quantidade de informações, mas o fluxo delas no sistema ainda ocorre de forma não sistemática, pois falta mecanismos que tornem automática a atualização e disponibilização do dado, principalmente se originário de órgãos setoriais.

As informações que são incorporadas ao sistema têm seus relacionamentos topológicos verificados manualmente no *desktop* após a inserção dos dados no Banco de Dados Geográfico.

Levando-se em consideração a situação do Siturb e os conceitos para Infraestruturas de dados espaciais, é possível entender o sistema do Distrito Federal como uma IDE.

2.6 Informação e qualidade

2.6.1. Informação

Oleto (2006) considera que a informação é imprescindível em qualquer área de conhecimento. Quanto ao conceito de informação, Oleto (2006) indica que vários podem ser encontrados na literatura, mas um ponto que tem prevalecido nas discussões é: dado que propicia informação, que propicia conhecimento.

Para CONCAR (2010), dados são observações ou medidas de algo de interesse, dentro de uma representação formal. São apresentados por Reynolds e Stair (2012) quatro tipos de dados: os dados alfanuméricos, números, letras e outros caracteres; os dados de imagem, imagens gráficas e

figuras; os dados de áudio, som, ruído e figuras; e os dados de vídeo, imagens ou figuras em movimento. Entende-se que são a base do processo cognitivo.

A próxima etapa deste é a informação. Segundo Concar (2010), ela é resultante do processamento formal dos dados. Já na visão de Reynolds e Stair (2012), a informação surge da organização significativa dos fatos do mundo real, ou ainda, nas palavras dos próprios autores, trata-se do “conjunto de dados organizados que possuem valor agregado maior que o valor dos dados individuais”.

Como parte de um processo, a obtenção de informações por meio de dados requer uma série de tarefas logicamente relacionadas, segundo Reynolds e Stair (2012). Ainda conforme esses autores, a forma de relacionar os dados entre si demanda conhecimento, que é a consciência e a compreensão de um conjunto de informações e os modos como essas informações podem ser úteis para um determinado fim. Complementando esse conceito, Concar (2010) apresenta conhecimento como a análise e avaliação das informações quanto à sua confiabilidade.

Segundo Takaoka e Ornellas (2012), ao analisar a literatura que trata da informação, é possível constatar que o termo valor é tratado de forma similar a qualidade. Repo (1989) afirma que esse valor é referente ao valor de uso e não ao valor econômico, ou seja, trata-se do quanto a informação é útil para o usuário, sem que o foco esteja em seu valor monetário.

Destacam-se ainda algumas propriedades da informação, indicadas por Concar (2010). Primeiro, a informação tem seu valor aumentado com base no seu uso e socialização. Para um maior alcance da informação, é necessário que exista uma padronização de conceitos, um dos pontos norteadores das IDEs. Em seguida, o valor da informação diminui com o tempo de existência dela. A desvalorização da informação nesse ponto pode ser diminuída com atualizações periódicas. E por fim, o valor da informação é aumentado quando por ela combinada com novos dados ou novas informações.

As informações valiosas, ou seja, informações com qualidade segundo Reynolds e Stair (2012), têm as seguintes características: são acessíveis, exatas, completas, econômicas, flexíveis, relevantes, confiáveis, seguras, simples, apresentadas em tempo hábil e verificáveis.

Segundo Fuka e Hanka (2000), as pessoas estão passando por uma sobrecarga de informações. Mai (2013) confirma esse fato, afirmando que nunca houve tanta informação produzida e de tão fácil acesso. Essa sobrecarga de informações é analisada de duas formas por Mai (2013): a primeira, pelas taxas de transferências contabilizadas em *bits*, *bytes* e *terabytes*; e a segunda, pela percepção das pessoas de mensagens recebidas tanto de outras pessoas quanto por meios de comunicação. Para Fuka e Hanka (2000), a organização dessa informação e do conhecimento é um desafio.

Os dados, informações e conhecimentos gerados podem subsidiar a tomada de decisão por parte dos gestores. Parsian et al. (2004) afirma ainda que os sistemas de informações são importantes para o suporte às decisões estratégicas, táticas e operacionais nas organizações.

2.6.2. Informação Geográfica

Segundo Câmara et. al. (1996), os fenômenos que têm alguma dimensão espacial são descritos pelos dados espaciais. Conforme o mesmo autor, uma classe particular desses dados espaciais são os dados geográficos, se particularizando por descrever objetos e fenômenos localizados na superfície terrestre. Já segundo Burrough (1998), dados espaciais ou geográficos representam fenômenos do mundo real. Nesse contexto, ainda segundo o autor, eles devem apresentar três características: em relação à sua posição, devem estar referenciados a um sistema de coordenadas específico; seus atributos, que qualificam os dados, mas não estão relacionados à posição; e as relações espaciais existentes entre outros objetos geográficos.

Complementando esses conceitos, Câmara et al. (1996) caracteriza os dados geográficos pelos seguintes aspectos: componentes não-espaciais, ou a descrição do fenômeno representado; componentes espaciais, aqui incluída a localização, a geometria e os relacionamentos topológicos; e os componentes temporais, indicando a data de aquisição e validade do dado geográfico.

Além disso, Longley et al. (2013) cita outras características da informação geográfica, como a complementação da informação quando conjuntos de dados de uma mesma área são comparados; a qualidade da informação geográfica, que pode ser obtida pela comparação com outros

dados coletados independentemente; valor agregado pela sobreposição de conjuntos de informações geográficas diversas; e a dificuldade de mensurar a qualidade da informação resultante de dados com diferentes níveis de qualidade.

A informação geográfica, então, se refere a descrever fenômenos do mundo real, sendo a problemática da representação da informação geográfica em sistemas computacionais discutida neste trabalho no momento do detalhamento da modelagem do mundo real.

Por hora, vale ressaltar, conforme Longley et al. (2013), que a representação da complexidade e dos detalhes do mundo real em um sistema computacional é tarefa muito difícil. Burrough (1998) confirma essa dificuldade quando afirma que os fenômenos geográficos são analisados e sintetizados em blocos de informação complexa. Nesses blocos, o fenômeno está descrito em certa escala que acarreta uma incerteza quanto ao real objeto e suas características. Com isso, segundo Longley et al. (2013), a incerteza sobre a informação espacial é inevitável.

2.6.3. Qualidade da informação

A preocupação com a questão da qualidade dos dados geográficos, segundo Veregin (1999), está baseada em três fatores: o aumento da produção desse tipo de informação pelo setor privado; o aumento do uso da informação geográfica como suporte às ferramentas de tomada de decisão; e a dependência de dados secundários, ou seja, dados já tratados. Camboim (2010) acrescenta ainda o fácil acesso à informação geográfica por meio da Internet.

A consistência lógica do dado geográfico é um fator de qualidade tendo em vista que, com as definições das regras lógicas e topológicas, podem ser feitas consultas espaciais, com regras como estar contido, ou ainda, estudos de rotas.

Conforme Oleto (2006), a simples definição do que é qualidade já é um desafio entre autores e usuários da informação. Na série de normas ISO 9000, é encontrada a seguinte definição para o termo: “a totalidade das características de um produto que afetam sua capacidade de satisfazer

necessidades explícitas e implícitas, grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz requisitos (Yang et al. 2012)”. Para a *American Society for Quality*, qualidade significa as características de um produto ou de um serviço com capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas (Mobasheri, 2013).

Mobasheri (2013) afirma ainda que os conceitos apresentados se referem às necessidades e expectativas dos usuários do produto ou serviço, o que cria uma subjetividade na aplicação do conceito de qualidade. Ornellas e Takaoka (2012) reforçam essa ideia ao afirmar que a qualidade da informação é tratada ainda como um verdadeiro enigma nas organizações por causa da abstração e complexidade envolvidas na sua identificação, mensuração e resolução.

Parssian et al. (2004) indica que os termos qualidade de dados e qualidade da informação são usados em sistemas de informação para caracterizar as diferenças entre os dados ou informações apresentadas em sistemas de informações em comparação com o mundo real. Essa diferença pode causar dois tipos de prejuízos: primeiro, no aporte à tomada de decisões levando a erros nessas decisões; e outro seriam os prejuízos derivados dessas decisões errôneas.

Estima-se ainda, segundo Parssian et al.(2004), que a baixa qualidade dos dados pode causar um custo associado de 8 a 12% da receita de uma organização, chegando a 60% no caso de organizações focadas em serviços. Para os dados geográficos, tendo em vista seu alto custo de aquisição e o possível reuso dos dados e da informação derivada, esses percentuais podem ser ainda maiores.

Pierce (2005) afirma que a pesquisa em qualidade da informação tem mais de 40 anos, indicando, ainda, que o foco dos estudos está no funcionamento e estrutura dos sistemas que produzem a informação - e não se essa informação supre a necessidade do usuário. Considera, ainda, que isso é derivado da visão convencional da informação como um subproduto, mas ressalta que a nova visão de informação é dela como um produto em si mesma.

Medeiros e Alencar (1999) esclarecem que a evolução do entendimento da qualidade passa do foco no produto para o foco na necessidade do cliente e ainda que a qualidade da informação geográfica evoluiu nesse mesmo sentido.

A informação geográfica na INDE já é entendida como um produto, conforme aponta a própria Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais (Concar, 2010)..

A qualidade da informação é multidimensional, segundo Pierce (2005), não podendo ser medida apenas levando-se em consideração sua precisão ou sua confiabilidade. Para se aferir a qualidade da informação, é necessário levar em consideração seus elementos e suas diversas dimensões. Pierce (2005) traz as quatro categorias indicadas por Wang e Strong (1996), nas quais foram reunidos os elementos da qualidade da informação:

- Qualidade Intrínseca da informação: confiabilidade, precisão, objetividade e reputação;
- Qualidade contextual da informação: valor agregado, relevância, atualização, completude e quantidade apropriada de dados;
- Qualidade representacional da informação: interpretabilidade, fácil entendimento, consistência representacional e representação concisa;
- Qualidade de acesso da informação: acesso, ou ainda, disponibilidade, e segurança no acesso.

Desses quatro grupos, destacam-se, nos dois primeiros, respectivamente, a qualidade da informação contida nela mesma e a qualidade da informação no contexto da tarefa ou da necessidade. Nos dois últimos grupos, são envolvidos sistemas computacionais, destacando-se, respectivamente, a forma como é armazenada e recuperada a informação e a garantia de acesso e segurança da informação.

Pierce (2005) ainda afirma que, se levando em consideração a multidimensionalidade da informação, é necessário que se usem múltiplos métodos de medida para avaliar se tal informação atende à necessidade ou ao propósito do serviço.

Dessa forma, nota-se a dificuldade em mensurar a qualidade de uma informação tendo em vista os vários elementos que devem ser analisados e a subjetividade intrínseca nessa análise.

2.6.4. Qualidade na informação geográfica

Segundo Longley et al. (2013), “boas análises em SIG não podem substituir concepções ou representações geográficas pobres”, ou seja, por melhor que sejam os métodos e técnicas aplicadas ao dado geográfico para gerar informação útil, esta terá o limitador da qualidade do dado original.

Com essa afirmação, associada à inevitável incerteza do dado geográfico, emerge a necessidade de se mensurar e determinar a qualidade dos dados geográficos.

Antes, porém, de caracterizar a qualidade dos dados geográficos em si, é importante detalhar a incerteza existente nesse tipo de dado. A incerteza pode ser originada em duas situações. Primeiro, quando se refere a uma medição. Nesse caso, segundo Tabacniks (2003), a incerteza é o intervalo associado ao resultado de uma medição, que é aceito como correto, ou seja, é o conjunto de possibilidades em que o resultado da medição ainda é tido como verdadeiro. A segunda situação que pode gerar incerteza é a generalização do fenômeno geográfico que, segundo Veregin (1999), é inevitável tendo em vista a complexidade desse fenômeno e suas relações no mundo real.

Oort (2005) apresenta três formas de incerteza no processo de derivação da informação espacial:

- Erro: é a diferença do valor medido, ou das características obtidas, para o valor verdadeiro, ou valor de referência. Segundo Tabacniks (2003), os erros são classificados em dois tipos: erros aleatórios, causados por variações imprevisíveis, e erros sistemáticos, que podem ser causados por problemas no processo de obtenção das medidas, ou dos dados, ou no equipamento e medição;
- Imprecisão: é decorrente de definições pobres, documentação pouco clara, ou pela própria natureza *fuzzy* do objeto estudado;
- Ambiguidade: é a diferença entre objeto coletado e classificado e a definição dele no conjunto de dados. Pode ser originada de definições pouco específicas ou ainda da diferença de opiniões sobre a definição.

Oort (2005) ressalta ainda a importância de se considerar a interferência da imprecisão e da ambiguidade na interpretação e medição do erro do dado geográfico. Para tentar minimizar essa interferência, é necessário que se defina de forma detalhada os conceitos utilizados nos bancos de dados geográficos.

São 6 as fontes de erros nos dados geográficos indicadas por Burrough (1998): a exatidão do conteúdo ou atributo; erros de medição; erros na coleta em campo; erros de laboratórios; precisão locacional; e variação espacial natural.

Segundo Burrough (1998), os erros podem ser óbvios, mas também podem ser originados em fontes tão sutis que, para serem detectados, deve-se conhecer e trabalhar há bastante tempo com os dados. Os erros que surgem como resultados de processamentos são colocados por Burrough (1998) como erros difíceis de serem detectados, necessitando que o usuário do dado conheça não só o dado original, mas também o modelo dos dados e sua estrutura, além do algoritmo utilizado para gerar a informação.

Para aferição da qualidade do dado geográfico, é necessário ainda que se defina o intervalo aceitável como correto para cada medição e a composição de uma base de referência ou de um modelo de referência para os dados.

A mensuração da qualidade do dado original e do dado derivado permite que o usuário da informação espacial possa avaliar, segundo Servigne et. al. (2006), a adequação ao uso – *fitness for use* – ou o potencial do dado de cumprir determinados requisitos, necessários para a atividade desenvolvida pelo usuário.

Segundo Oort (2005), é crescente a demanda por métodos formais que descrevam as incertezas existentes na informação geográfica de forma a possibilitar a avaliação de adequação ao uso por parte do usuário. Esse autor esclarece ainda que a principal motivação de se relatar a qualidade do dado espacial é a avaliação de adequação ao uso.

O processo de avaliação de adequação ao uso pode ser dividido em três etapas, segundo Oort (2005):

- A pesquisa por um conjunto de dados espaciais que tenham a informação necessária para o usuário;
- A pesquisa de restrições legais ou financeiras ao acesso do dado e para o seu uso;
- A definição sobre o risco de uso dos dados – se é aceitável, dada a qualidade deles.

Veregin (1999) afirma que a preocupação com a qualidade dos dados é expressa claramente nas normas que tratam de interoperabilidade de dados e metadados. Isso é confirmado por Oort (2005) quando ele destaca que os elementos de qualidade são derivados de 5 estudos:

- Aronoff, em 1989, apresenta uma interpretação da perspectiva da gestão sobre o projeto USA-SDTS – *United States of America – Spatial Data Transfer Standard* – Padrão de transferência de dados espaciais americano;
- USA-SDTS, em 1992, contém uma seção que trata da qualidade do dado espacial (posteriormente, foi absorvido pelo padrão americano de metadados – FGDC);
- Guptill e Morrison, em 1995, publicaram o livro *Elements of Spatial Quality* – Elementos de qualidade espacial – em nome da ICA – *International Cartographic Association*;
- CEN/TC287 – Comitê técnico 287 da Comissão Europeia de Normalização – foi formado em 1998 para desenvolver uma normatização sobre qualidade para a Europa. Mas, no decorrer dos trabalhos, foi criado um comitê técnico na ISO. Então, o comitê europeu foi dissolvido;
- ISO/TC211 foi estabelecido em 2002 para desenvolver normas técnicas para a informação geográfica. Entre elas, estão: ISO 19113(2002) – Princípios de Qualidade; ISO 19114(2003) – Procedimentos de avaliação da qualidade; e a ISO 19115(2009) – Perfil de Metadados.

A norma ISO 19157(2013) foi elaborada pelo comitê técnico ISO/TC 211 *Geographic information/Geomatics*. O cerne dos trabalhos desse comitê é estabelecer um conjunto de padrões para informação que trata de objetos ou fenômenos direta ou indiretamente associados a uma localização na Terra (ISO/TC 211, 2009).

De acordo o ISO/TC 211 (2009), esse conjunto de normas poderia especificar métodos, ferramentas e serviços para gestão dos dados geográficos, além da aquisição, processamento, análise, acesso, representação e transferências eletrônica e digital desses dados entre diferentes usuários, sistemas e locais.

Seus objetivos são aumentar o entendimento e uso da informação geográfica, assim como sua disponibilidade, acesso, integração e compartilhamento. A ideia é promover o eficiente, efetivo e econômico uso da informação geográfica digital, associando sistemas de *hardwares* e *softwares* e contribuindo para unificar e enfrentar os problemas ecológicos e humanos globais.

É admitido pela ISO que o objetivo de se descrever a qualidade de um dado geográfico seja facilitar a comparação e a seleção de conjuntos de dados que melhor se adequem às necessidades e requisitos de usuários e sistemas de informação. Essa descrição encoraja o compartilhamento, o intercâmbio e o uso apropriado da informação.

Outro ponto importante é o reconhecimento na ISO de dois agentes na questão dos dados geográficos: os produtores e os usuários de dados, ainda que tenham perspectivas distintas da qualidade dos dados. Assim, o nível de qualidade de certo dado geográfico pode ser distinto, levando-se em consideração um nível conforme a especificação do produtor ou outro nível conforme os requisitos do usuário do dado.

A descrição da qualidade dos dados auxilia produtores a avaliar se um conjunto de dados atende aos critérios estabelecidos para o produto final, ou seja, pode-se ter melhor noção de quais dados originais devem ser usados para o processamento de dados derivados. Essa descrição inclui todos os elementos de qualidade.

Já para os usuários, a descrição auxilia no aceite de um produto e na confirmação de que ele realmente atende às suas necessidades. Além disso o usuário pode adquirir mais informações sobre a qualidade dos dados, acompanhando o fluxo de avaliação de qualidade utilizado pelo produtor do dado.

Nesse contexto, essa ISO tem como objetivo prover princípios para descrever a qualidade dos dados geográficos, conceitos para a manipulação da qualidade da informação e uma maneira consistente e padronizada de determinar e informar a qualidade de um conjunto de dados.

A ISO apresenta em quatro tópicos distintos os componentes que descrevem a qualidade do dado, especifica componente e conteúdo estruturado para o registro da medição da qualidade do dado, descreve

procedimentos gerais para avaliação da qualidade dos dados e estabelece princípios para informar a qualidade dos dados. No entanto, a ISO não estabelece os níveis mínimos aceitáveis para se determinar a qualidade da informação geográfica.

Esquemáticamente, a qualidade do dado espacial é entendida conforme o modelo conceitual apresentado na figura 07.

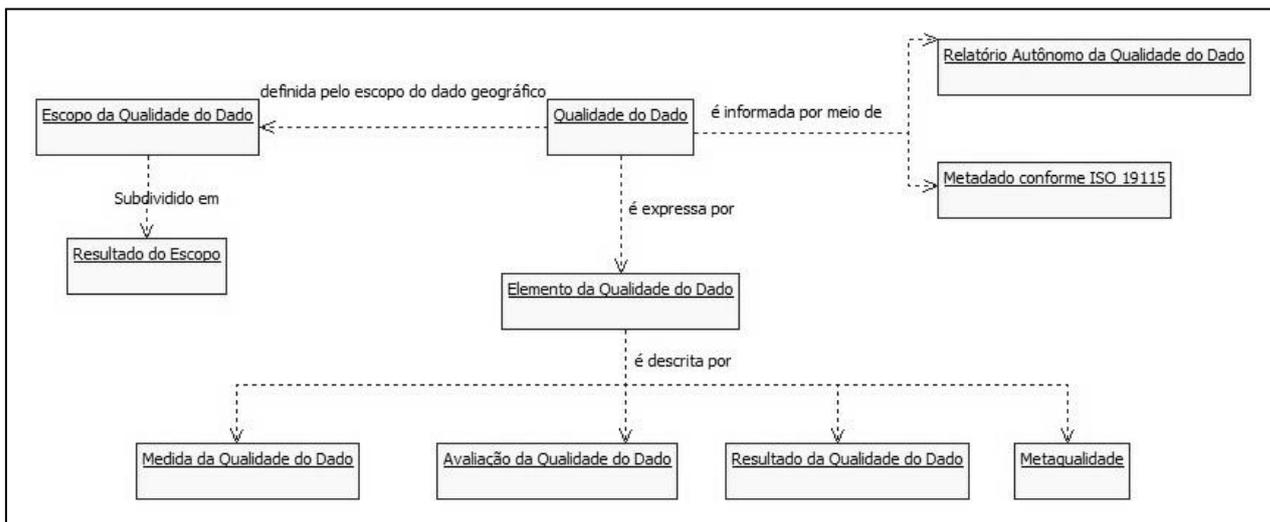


Figura 07: Modelo conceitual da qualidade do dado geográfico. Fonte: ISO 19157 (2013) pág. 6. Traduzido pelo autor.

Segundo Sotille et. al. (2006), o escopo de um produto é o conjunto de características e funções que o descrevem e está relacionado aos requisitos e especificações fornecidas pelo cliente do projeto. Conforme o modelo da figura 07, entende-se que a qualidade do dado é definida pelo escopo do dado geográfico.

De acordo com a ISO 19157 (2013), para expressar a qualidade de um conjunto de dados geográficos que possui diferentes objetos geográficos gravados, pode-se utilizar distintos elementos da qualidade, originando assim a Unidade de Qualidade do Dado – *Data Quality Unit*.

A unidade de qualidade do dado baseia-se no modelo da figura 08. Pelo esquema apresentado, no escopo da qualidade do dado, está incluída a informação sobre qual elemento da qualidade deve ser utilizado para a unidade específica. O escopo da unidade de qualidade do dado informará ainda quais as características comuns em que a qualidade dos dados deve ser avaliada.

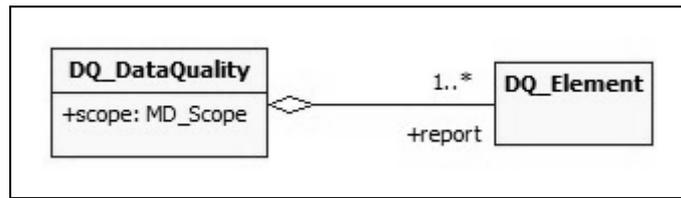


Figura 08: Modelo conceitual da unidade de qualidade do dado – *Data Quality Unit*. Fonte: ISO 19157 pág. 8.

A qualidade será reportada para os consumidores do dado por meio dos metadados, o que não exclui a solicitação de mais informações de forma geral ou específica para algum processamento, por exemplo. A resposta a essa solicitação ou apenas a comunicação por parte do produtor do dado compõem os relatórios autônomos da qualidade.

A qualidade do dado é expressa pelos elementos de qualidade, os quais são descritos por medidas, métodos de avaliação e resultados.

2.6.5. Elementos da qualidade da informação

Oort (2005) reconhece, explícita ou implicitamente, nos estudos apresentados, a existência de 11 características comuns entre eles para a qualidade de dados geográficos: linhagem; acurácia posicional; acurácia de atributo; acurácia semântica; consistência lógica; completude; uso, propósito e restrições; qualidade temporal; variação da qualidade; meta-qualidade; e resolução. Esse mesmo autor ressalta que todas essas características são parte dos metadados, mas não necessariamente estão na parte específica de qualidade dos metadados.

As características da qualidade são conhecidas como elementos da qualidade (Oort, 2005). A norma ISO 19157 (2013) define os elementos de qualidade de dados como os componentes que descrevem um aspecto da qualidade do dado geográfico.

Na figura 09, é apresentado o modelo conceitual para os elementos da qualidade da informação, definidos pela ISO 19157 (2013). O modelo apresenta 6 elementos para qualidade dos dados. Ressalta-se que essa ISO, que cancelou a Norma ISO 19113 (2002), Informação Geográfica – Princípios de Qualidade, acrescentou à lista de elementos a usabilidade – *Usability Element*.

O detalhamento dos elementos modelados tem como base os conceitos da ISO 19157 (2013) e, sempre que possível, é feito o paralelo com os elementos apresentados por Oort (2005), quando a relação não for direta, ou seja, mesmos nomes e conceitos.

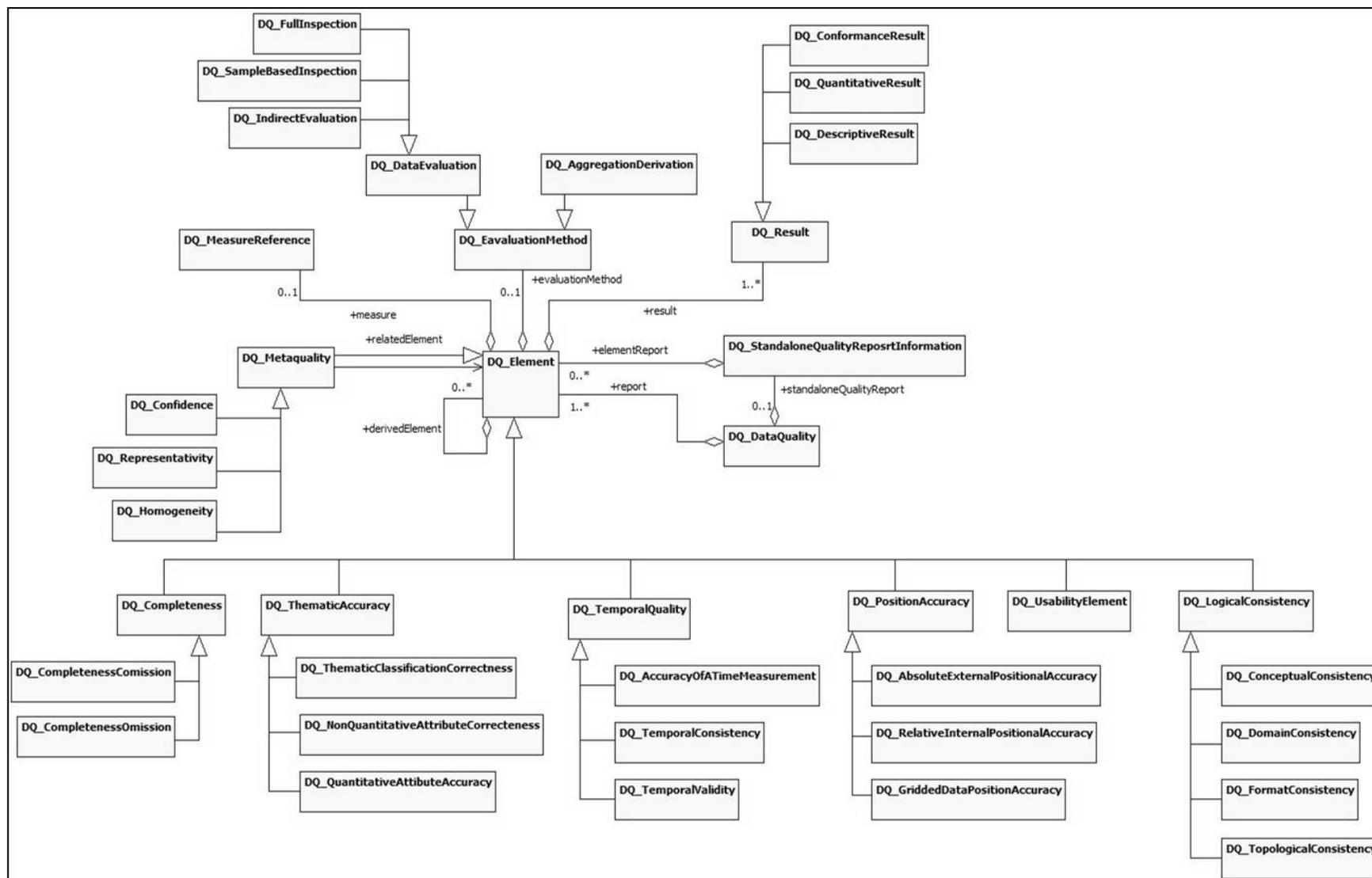


Figura 09: Modelo dos componentes da qualidade do dado geográfico. Fonte: ISO 19157 (2013) pág.7.

Abaixo, estão descritos os elementos apresentados na figura 09.

- Completude (DQ_Completeness): consiste na presença ou ausência de objetos, seus atributos e relacionamentos. É especializado em duas subclasses:
 - Comissão: excesso de dados presentes em um conjunto de dados;
 - Omissão: ausência de dados em um conjunto de dados.
- Exatidão/Acurácia Temática (DQ_ThematicAccuracy): é a exatidão de atributos quantitativos e a correção de atributos não quantitativos, além da classificação de objetos geográficos e seus relacionamentos. Veregin (1999) considera a exatidão temática o mesmo que exatidão de atributos. É especializado em três subclasses:
 - Correção de Classificação: comparação dos objetos classificados e seus atributos com um universo de referência;
 - Correção de atributos não quantitativos: forma de saber se um atributo não quantitativo está correto ou incorreto;
 - Correção de atributos quantitativos: proximidade de um valor quantitativo com o valor de referência.
- Qualidade Temporal (DQ_TemporalQuality): trata dos atributos e relacionamentos temporais. É especializado em três subclasses:
 - Exatidão de uma medição do tempo: proximidade do valor das medições do tempo coletadas com os valores de referência;
 - Consistência temporal: correção na ordem do acontecimento dos eventos;
 - Validade temporal: validade do dado quanto ao tempo.
- Exatidão posicional (DQ_PositionAccuracy): posição dos objetos geográficos dentro de um sistema de referência. Para Oort (2005), é a exatidão dos valores de coordenada de um objeto geográfico. É especializado em três subclasses:
 - Exatidão externa ou absoluta: proximidade do valor de coordenada coletado com o valor de referência;
 - Exatidão interna ou relativa: proximidade das posições relativas entre objetos geográficos de um mesmo conjunto de dados com os valores de referência;

- Exatidão posicional de dados matriciais: proximidade do valor de coordenada do dado coletado com o dado de referência.
- Elemento de usabilidade (DQ_UsabilityElement): é baseado nas necessidades do usuário. Descreve a qualidade para um caso específico, no qual os outros elementos da qualidade não contemplam o conjunto de necessidades do usuário ou de uma aplicação em particular;
- Consistência lógica (DQ_LogicalConsistency): é o grau de aderência às regras lógicas da estrutura, dos atributos e dos relacionamentos dos dados em um modelo de dados espaciais. É especializada em quatro subclasses:
 - Consistência conceitual: aderência às regras do modelo conceitual;
 - Consistência de domínio: aderência às restrições de valores definidos no domínio;
 - Consistência de formato: grau de aderência do tipo de formato de armazenamento do dado ao definido no modelo físico do conjunto de dados;
 - Consistência topológica: exatidão da topologia definida para um conjunto de dados.

Nesta dissertação o controle de qualidade da consistência lógica será exercido com a utilização de relacionamentos topológicos como: cruza, toca e contido. Já a consistência topológica será validada com a verificação da validade do polígono, se está fechado e se não possuem auto cruzamento, da ISO 19157 (2013).

Os elementos da qualidade devem ser descritos conforme três classes apresentadas no modelo: o referencial de medida (DQ_MeasureReference), que indica qual o tipo de medição será usada para o elemento, ressaltando-se cada elemento deve ser associado a apenas uma medida; o método de avaliação (DQ_EvaluationMethod), que indica quais os procedimentos utilizados para avaliar a medida; e os resultados (DQ_Result), que são resultantes do método de avaliação. Deve ser providenciado pelo menos um resultado para cada elemento da qualidade.

2.6.6. Processo de avaliação da qualidade da informação

Um processo é, segundo PMI (2008), “um conjunto de ações e atividades inter-relacionadas, que são executadas para alcançar um produto, resultado ou serviço”. A Norma ISO 19157 (2013) entende que o processo de avaliação da qualidade é a sequência de passos que produzem os resultados da qualidade dos dados. Exemplos de processos de avaliação da qualidade estão ilustrados nas figuras 10 e 11.

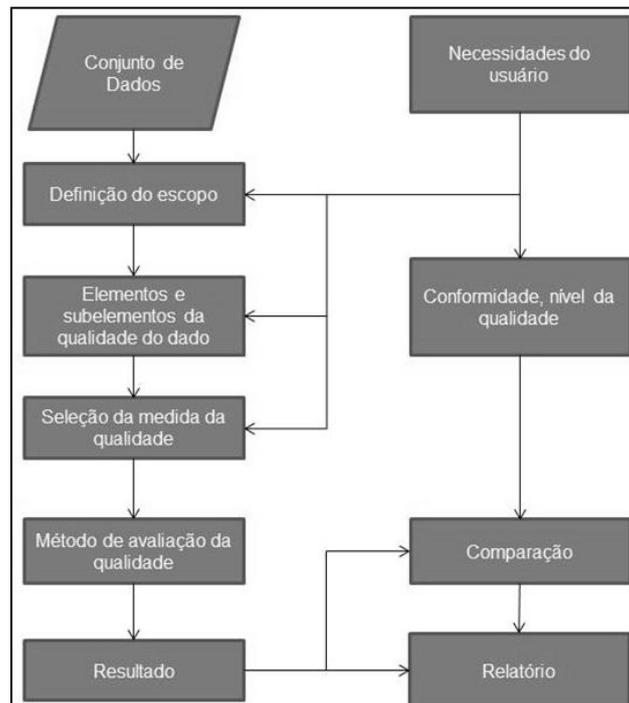


Figura 10: Fluxo do processo de avaliação da qualidade. Fonte: Mobasheri, 2013, pág.4. Traduzido pelo autor.

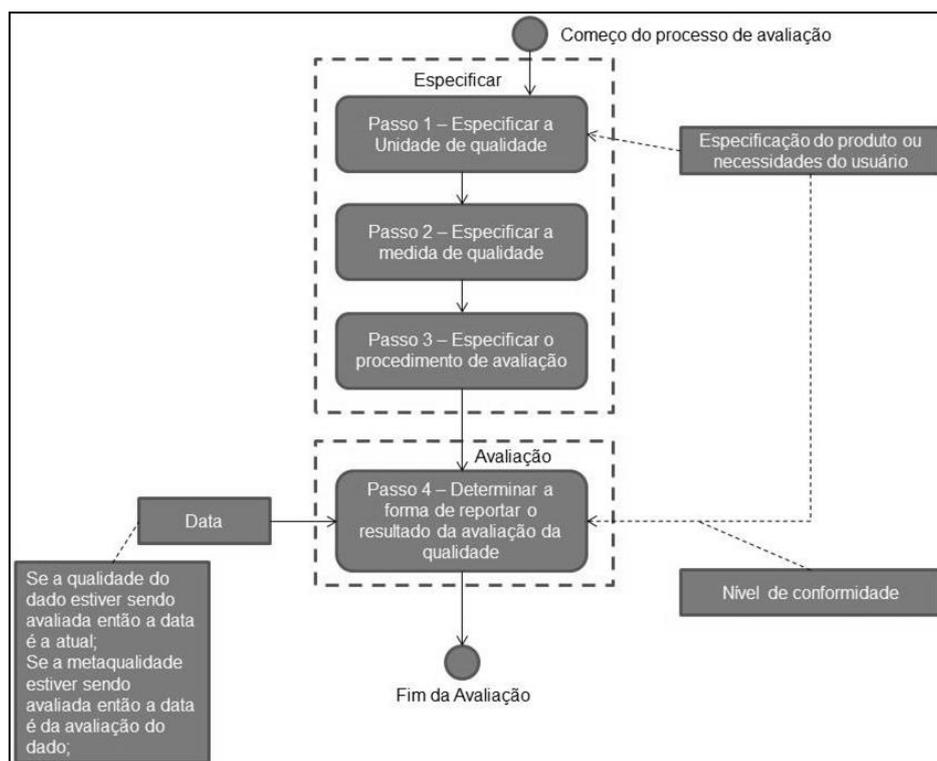


Figura 11: Fluxo de trabalho para avaliação da qualidade. Fonte: ISO 19157 (2013) pág.20. Traduzido pelo autor.

O processo da figura 10 apresenta duas entradas de informação para iniciá-lo, o conjunto de dados a ser avaliado e as necessidades do usuário. Esses dois conjuntos de informação são fundamentais para as próximas etapas, divididas em dois caminhos. Em um, estão a definição de escopo, lista de elementos, subelementos e identificação da medida da qualidade. Com isso, se processa o método de avaliação da qualidade e se reporta o resultado. Em paralelo, está sendo definido o nível de qualidade e conformidade aceito para o produto.

Com os resultados da avaliação da qualidade e com a definição das conformidades e níveis de qualidade aceitos para o produto, é feita a comparação de ambos para que seja gerado o relatório com o resultado do processo.

O processo da figura 11 usa a unidade de qualidade, que, como modelado na figura 08, já traz definidos o escopo e o elemento e/ou subelemento da qualidade. Nesse processo, existem duas etapas: uma de especificação (passos 1, 2 e 3) e uma de avaliação (passo 4).

Os passos 1, 2 e 3, respectivamente, são a especificação da unidade de qualidade, a especificação da medida de qualidade a ser utilizada, e a especificação do procedimento de avaliação. No passo 4, deve ser determinada a forma de reportar o resultado obtido na avaliação da qualidade.

Os dois processos têm basicamente as mesmas etapas, sendo que o da figura 11 já apresenta o escopo e os elementos da qualidade definidos previamente por meio da definição da unidade de qualidade. Essa diferença pode otimizar o segundo processo, tendo em vista que algumas regras já estão definidas na unidade.

Segundo a ISO 19157 (2013), existem dois métodos de avaliação da qualidade, os diretos e os indiretos. Os diretos avaliam a qualidade pela comparação de dados internos ou externos e dados de referência. Já os métodos indiretos inferem a qualidade pela análise da linhagem do dado. Ainda é ressaltado que, para a avaliação do dado, é preferível utilizar os métodos diretos.

O método de avaliação direta é especializado em Inspeção completa, em que todos os itens do dado são checados, e em inspeção por amostra em que é retirada uma amostra do universo para serem efetuados os testes de qualidade.

Pelo detalhamento do processo de avaliação da qualidade apresentado pela ISO 19157 (2013) e pela análise do modelo conceitual dos elementos da qualidade apresentado na figura 10, a parte do modelo que descreve a avaliação do dado poderia ser mais adequada se adotado o da figura 12.

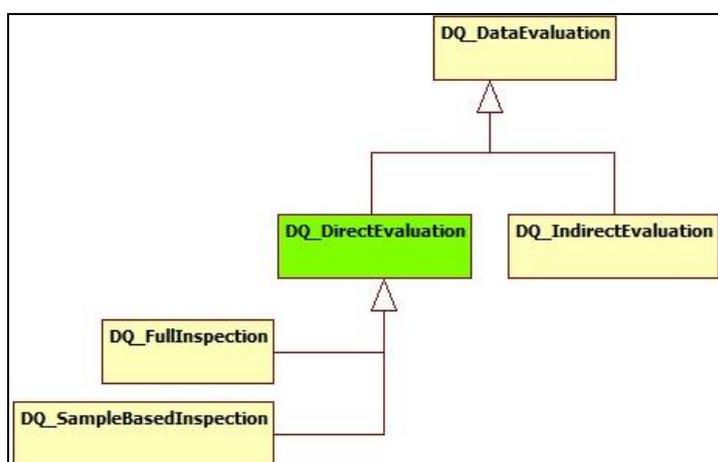


Figura 12: Proposta de modelo conceitual para a classe DQ_DataEvaluation.

Segundo Mobasher (2013), considerando o grau de interferência humana nos processos de avaliação da qualidade, eles podem ser classificados como não automatizado, semiautomatizado e automatizado, caracterizados conforme se segue:

- Não automatizado: os procedimentos de selecionar e aplicar os métodos de avaliação da qualidade são feitos manualmente;
- Semiautomatizado: os procedimentos de avaliação da qualidade, seleção e aplicação sofrem a ação direta do usuário, mas com a assistência de um serviço computacional controlado por um algoritmo;
- Automatizado: os procedimentos de avaliação da qualidade são completamente controlados por um algoritmo, sem a interferência direta do usuário.

Em sua pesquisa, Mobasher (2013) conclui que os elementos da qualidade podem ser avaliados por procedimentos semiautomatizados e lista ainda condições para isso. Os elementos e as condições estão relatados na tabela 08.

Tabela 08: Possibilidades de semiautomatização de processos

| Elemento e Subelemento | Ação de verificação | Status | Condição |
|------------------------|---|----------|---|
| Exatidão Posicional | Verificar os valores de coordenadas | Possível | Disponibilidade de dados de referência |
| Exatidão Temática | Verificar os rótulos e informação semântica dos objetos | Possível | Disponibilidade de dados de referência |
| Consistência Lógica | Verificar a consistência conceitual | Possível | Definição formal dos conceitos |
| Consistência Lógica | Verificar a consistência de domínio | Possível | Sem condição |
| Consistência Lógica | Verificar a consistência de formato | Possível | Definição de estrutura |
| Consistência Lógica | Verificar a consistência topológica | Possível | Definição formal dos relacionamentos entre os objetos |
| Compleitude | Sem ação definida | Possível | Disponibilidade de dados de referência |
| Qualidade Temporal | Sem ação definida | Possível | Disponibilidade dos metadados |

Fonte: Mobasher, 2013. Adaptado pelo autor.

Ressalta-se, na norma ISO 19157 (2013), que os processos de avaliação podem ser utilizados em diferentes fases da produção do dado geográfico, atendendo a diferentes objetivos. São 5 as fases de vida de um produto indicadas pela ISO 19157 (2013), que traz os procedimentos de qualidade a serem implementados:

- Desenvolvimento das especificações do produto ou necessidades do usuário: nessa etapa, os métodos de avaliação da qualidade podem facilitar o estabelecimento de níveis de conformidade que devem ser alcançados pelo produto final;
- Controle de qualidade: durante a etapa de produção do dado geográfico, a aplicação de métodos de avaliação da qualidade visa garantir que o produto esteja sendo produzido conforme o estabelecido nas especificações;
- Inspeção de conformidade com a especificação do produto: com o dado geográfico já produzido, o método de avaliação de qualidade objetiva avaliar se o produto final é aceito ou rejeitado. Se aceito, é porque atende às especificações e está pronto para o uso;
- Avaliação do conjunto de dados conforme as necessidades do usuário: verifica se o produto final está em conformidade com as necessidades do usuário;
- Controle de qualidade na atualização dos dados: os métodos são aplicados visando à garantia da qualidade do conjunto de dados. O controle é feito nos dados que estão sendo atualizados e nos de referência.

Os processos desenvolvidos nesta dissertação podem ser associados à fase inspeção de conformidade com as especificações do produto, ou seja, os processos serão utilizados já no produto final.

2.6.7. Qualidade em Bancos de dados

Segundo Davis et. al. (2001), para preservar a qualidade dos dados armazenados em bancos de dados, é necessário obedecer a diversas regras de integridade, como de domínio e de chaves primárias e secundárias. Elmasri

e Navathe (2011) afirmam que a maioria das aplicações de banco de dados possui essa capacidade de definir e impor restrições de integridade.

As restrições de integridade em bancos de dados convencionais são, segundo Elmasri e Navathe (2011), integridade relacional e restrição de chave ou singularidade, além, conforme Davis et. al. (2001), das restrições de domínio. A identificação das restrições de integridade que devem ser aplicadas ao banco de dados é de responsabilidade do projetista do banco, segundo Elmasri e Navathe (2011). Esses autores ressaltam que o dado pode ser íntegro, mas informar algo errôneo no banco de dados.

Para banco de dados geográficos, segundo Davis et. al. (2001), além das regras de integridade, relacional, restrição de chave ou singularidade e restrições de domínio, incluem-se as restrições referentes às relações topológicas, as propriedades geométricas e as relações espaciais dos objetos. Essas regras de integridade são determinadas com base nas classes e seus relacionamentos espaciais.

Conforme Veregin (1999), o termo consistência se refere, de forma geral, à ausência de contradições no banco de dados. Já para o dado espacial, esse termo foi primeiramente vinculado às regras de topologia. Servigne et. al. (2006) confirma isso ao afirmar que a Consistência lógica foi inicialmente utilizada para checar a integridade de dados não espaciais, sendo adotada para os dados espaciais quando ocorreram as primeiras análises de topologia.

Davis et. al. (2001) classifica as restrições de integridade espaciais em 3 tipos. Desses tipos, apenas o primeiro e terceiro serão tratados neste trabalho:

- Restrições de integridade topológicas: referentes aos relacionamentos espaciais, destacando-se a matriz de 9 intersecções dimensionalmente estendida, apresentada na tabela 02;
- Restrições de integridade semânticas: referem-se ao significado dos objetos geográficos;
- Restrições de integridade definidas pelo usuário: são as regras específicas do negócio no qual o banco de dados está vinculado;

Servigne et. al. (2006) ressalta que, para o processamento de dados espaciais, é pré-requisito a eliminação de inconsistências topológicas.

2.7 Banco de dados convencionais e geográficos

Um banco de dados é um conjunto de dados relacionados, segundo Silberchatz et. a. (1999), Elmasri e Navathe (2011) e Reynolds e Stair (2012). Elmasri e Navathe (2011), no entanto, entendem que essa definição é genérica, sendo o uso do termo banco de dados ligado implicitamente a três propriedades:

- Um banco de dados representa um aspecto do mundo real;
- Um banco de dados é uma coleção logicamente coerente de dados, que possui algum significado;
- Um banco de dados é projetado, construído e populado com dados para uma finalidade. Complementando esse aspecto, Longley et. al. (2013) afirma que os dados em um banco de dados são sobre um determinado assunto.

Segundo Elmasri e Navathe (2011), um banco de dados pode ser mantido manualmente - como, por exemplo, um conjunto de anotações sobre determinado assunto - ou pode ser computadorizado, ou seja, utilizar meios eletrônicos. Sobre os computadorizados esses autores afirmam que os bancos de dados tem papel crítico nas áreas que se utilizam dos computadores.

Reynolds e Stair (2012) afirmam que um banco de dados fornece fundamentos essenciais para sistemas de informação e apoio à decisão de organizações. Esses autores ressaltam, porém, que não basta ter muitos dados armazenados. Esses dados devem ser gerenciados e organizados no intuito de gerar informação útil para a organização.

Um sistema gerenciador de banco de dados – SGBD, segundo Elmasri e Navathe (2011), é uma coleção de programas que permite aos usuários criar e manter um banco de dados, facilitando os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de dados.

Conforme Longley et. al. (2013), a linguagem padrão de consulta a banco de dados relacionais é a *Structured Query Language* – SQL. Os bancos de dados relacionais, de acordo com Elmasri e Navathe (2011), devem seu sucesso à padronização dessa linguagem, que começou em 1986 com a versão SQL1. A partir da versão SQL3, o padrão passa a ter um núcleo revisado e uma extensão especializada. Longley et. al. (2013) destaca, para os

bancos de dados espaciais, a atualização do padrão SQL ocorrida em 2004, ISO/IEC 13249-3:2004, que define tipos e funções espaciais numa extensão para multimídia, a SQL/MM (ISO/IEC 13249-3:2004).

Longley et. al. (2013) lista três tipos de instruções SQL:

- *Data definition language* – DDL: utilizada para criar, alterar e excluir estruturas do banco de dados;
- *Data manipulation language* – DML: empregada para manipular os dados;
- *Data control language* – DCL: usada para garantir acesso e limitação de acesso aos dados do banco de dados.

Além desses tipos de instruções, Elmasri e Navathe (2011) ainda destacam a facilidade de definir, por meio de SQL *views* (visões), restrições de integridade e especificar controle de transações nos bancos de dados, incluindo a criação de *triggers*.

Conforme Elmasri e Navathe (2011), uma *view* é uma tabela virtual derivada de outras tabelas do banco. Essa tabela derivada não necessariamente existe fisicamente. Assim, ela é considerada uma tabela virtual. As *views* podem facilitar o acesso do usuário às informações que estão disponíveis em tabelas distintas. Por meio da *view*, a combinação ou filtro da informação para o usuário é feita na hora da consulta apenas, não sendo necessário criar uma tabela nova para aquele usuário.

Triggers é a técnica para especificar, no sistema gerenciador de banco de dados, certos tipos de regras ativas e fazem parte da linguagem SQL desde as primeiras versões, segundo Elmasri e Navathe (2011). Regras ativas são regras que podem ser disparadas automaticamente em decorrência de algum evento no banco de dados (Elmasri e Navathe, 2011). Cilia (1996) afirma que algumas vantagens derivam dessas regras automáticas implementadas nos bancos de dados:

- As regras estão dentro do banco de dados e não dentro de aplicações externas;
- Independência de conhecimento em relação aos programas;
- Execução automática das regras quando necessário.

Conforme Cilia (1996), um banco de dados é ativo quando eventos internos ou externos ao sistema provocam uma resposta do próprio banco de dados, independentemente da solicitação do usuário.

Um modelo apresentado por Elmasri e Navathe (2011) para especificar os *triggers* no banco de dados é o modelo Evento-Condição-Ação (ECA). As regras nesse modelo tem três componentes:

- O evento que dispara a regra deve ser uma inserção, alteração ou deleção de dados do banco;
- A condição determina se a ação será executada quando o evento ocorrer; se essa condição não existir, a ação será executada sempre que o evento ocorrer;
- A ação pode ser uma sequência de comandos SQL que devem ser executados.

Os eventos que podem disparar um *trigger*, segundo Elmasri e Navathe (2011), são os comandos de *INSERT* (inserção), *DELETE* (deleção) e *UPDATE* (atualização) da SQL.

Um *trigger* pode ainda ser executada em momentos distintos, de acordo com Elmasri e Navathe (2011): antes, depois, no lugar de e juntamente com o evento. Esses autores indicam que, para verificação de restrições, são utilizáveis os *triggers before*, ou seja, as *triggers* que são executadas antes do evento que as disparou.

O sistema gerenciador de banco de dados utilizado nesta dissertação foi o PostgreSQL, que é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional, baseado no POSTGRES Versão 4.2 e desenvolvido pela Universidade da Califórnia no departamento de Ciências da Computação de Berkeley. Segundo o The PostgreSQL *Global Development Group* (2014), no projeto Postgres versão 4.2, já estavam presentes vários conceitos que seriam implementados em bancos de dados comerciais algum tempo depois.

Esse sistema é de código aberto e possui suporte para grande parte dos padrões SQL, oferecendo a implementação de consultas complexas, chaves estrangeiras, *triggers*, *views*, integridade transacional, além de controle de versionamento concorrente (The PostgreSQL *Global Development Group*, 2014).

Conforme Ramsay (2011), a facilidade de extensibilidade do PostgreSQL foi fundamental para o desenvolvimento do Postgis, prevendo a construção de dados complexos, controladores geográficos e índices espaciais.

O Postgis é um projeto liderado pela empresa *Refractions Research*, que provê mais de 300 operadores, funções, tipos de dados e indexadores espaciais (Ramsay, 2011). Segundo o mesmo autor, o Postgis está baseado em outros projetos como:

- *Projection Suport – Proj4*;
- *Geometry Engine Open Source – GEOS – suporte a operadores espaciais avançados*;
- *Geospatial Data Abstraction Library - GDAL/OGR*.

Os tipos de dados espaciais fornecidos na extensão Postgis 2.1, segundo Queiroz e Ferreira (2006), estão ilustrados na figura 13.

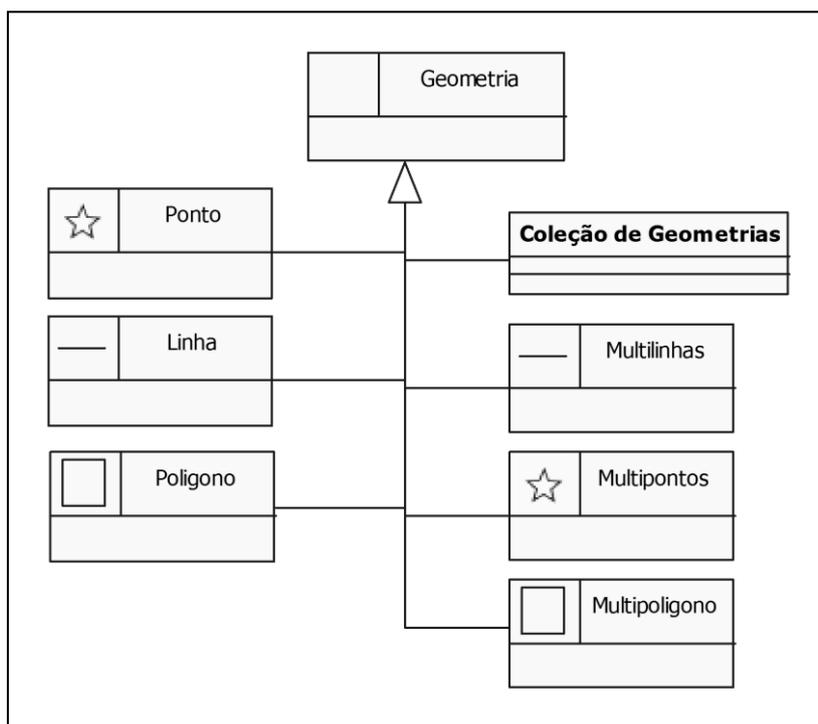


Figura 13: Tipos de dados espaciais do Postgis

Um banco de dados geográficos é um banco de dados que suporta armazenar dados espaciais, incluindo suas geometrias, seus atributos, seus relacionamentos espaciais e sua localização referente à superfície terrestre. Capaz de trabalhar com dados geométricos, operadores espaciais e realizar índices espaciais.

2.7.1. Modelos de banco de dados

Os bancos de dados e seus sistemas gerenciadores podem ser classificados, segundo Longley et. al. (2013), de acordo com o modo como organizam, armazenam e manipulam os dados. Os principais tipos são: Relacional, Orientado a Objeto e Objeto relacional. Elmasri e Navathe (2011) se reportam a esses “tipos” como os modelos dos bancos de dados.

O modelo relacional tanto para Longley et. al. (2013) quanto para Elmasri e Navathe (2011) é entendido como uma coleção ou conjunto de relações. Uma relação é considerada uma tabela, em que cada linha representa uma coleção de valores de dados relacionados. Essas linhas equivalem a um fato do mundo real (Elmasri e Navathe, 2011).

A estrutura tabular no modelo relacional é composto por:

- Tuplas: que correspondem às linhas;
- Atributo: que são as colunas.
- Relação: que é cada tabela;
- Domínio: que são os valores possíveis que podem aparecer em cada coluna;

Longley et. al. (2013) considera que a estrutura simples do modelo relacional é extremamente útil e vem sendo a mais utilizada historicamente no desenvolvimento de bancos de dados. Porém, esse autor ressalta que esse modelo não tem capacidade de armazenar objetos complexos.

Complementando esse entendimento, Elmasri e Navathe (2011) dizem que o modelo relacional apresenta certas deficiências quando aplicações mais complexas são projetadas e exemplificam com projetos como os de Engenharia (CAD), telecomunicações, multimídia e sistemas de informações geográficas - SIG.

Longley et. al. (2013) afirma ainda que as deficiências para os SIG são a dificuldade e o desempenho para consultas geográficas, processamento de funções e suporte a tipos diversos de dados geográficos.

O paradigma de orientação a objeto iniciou-se nas linguagens de programação (Pinet, 2012). Um objeto possui uma identificação única imutável e dois componentes: o estado (valor) e comportamento (operações), como conceituam Elmasri e Navathe (2011). Esses componentes, segundo Pinet (2012), podem ser encapsulados em um objeto.

Outra característica dos objetos, ainda de acordo com Pinet (2012), é o relacionamento de especialização e generalização. Essa divisão permite que sejam herdados atributos de uma classe de objetos para outra classe.

Sobre os bancos de dados com modelo orientado a objeto, Longley et. al. (2013) afirma que eles não tiveram o sucesso comercial previsto. Isso se justifica pela ampla utilização de base de dados do tipo relacional e pela implementação de funções dos bancos de dados orientados a objetos nos relacionais.

Elmasri e Navathe (2011) confirmam que o modelo relacional com melhorias da orientação a objetos é conhecido por modelo objeto-relacional. O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional.

Longley et. al. (2013) afirma que vários sistemas de bancos de dados com modelo objeto-relacional suportam objetos geográficos graças à adição de sete capacidades fundamentais: consultas de análise sintática; otimizadores de consulta; linguagem de consulta com suporte para tipos geométricos e geográficos; serviços de indexação com suporte para dados geográficos multidimensionais; gestão de armazenamento - o grande volume dos dados geográficos teve uma estrutura especializada; serviços de transação, transações de longa duração; e replicação.

2.7.2. Modelo de banco de dados geográficos

Pinet (2012) apresenta, na tabela 09, uma relação dos principais modelos existentes para dados espaciais, indicando quais as capacidades específicas para tratar esse tipo de dado que cada modelo apresenta, além da época em que foram lançados e dos modelos em que foram baseados.

Segundo Borges et. al. (2005), os modelos para dados geográficos devem apresentar uma melhor abstração de conceitos, de tipos de entidades e seus inter-relacionamentos. Também devem conter primitivas apropriadas para a representação dos objetos geográficos.

Tabela 09: Modelos para representar informação espacial.

| Surgimento | Modelos | Bases do modelo | Capacidades específicas dos sistemas | | | | | | |
|---------------------------------|---------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1980 a 1990 | Modul-R | Entidade Relacionamento – ER | Possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | Congoo | Análise Orientada a Objeto – OOA | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| Segunda Metade dos anos 1990 | GeoOOA | Análise Orientada a Objeto – OOA | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Possui |
| | GISER | Entidade Relacionamento – ER | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | GeoER | Entidade Relacionamento – ER | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | MADS | ER-OO | Possui | Possui | Possui | Possui | Possui | Possui | Não possui |

Legenda das capacidades específicas apresentadas na tabela:

- 1 – Representação de tipos básicos de objetos espaciais;
- 2 – Especificação de relacionamentos espaciais;
- 3 – Descrição da evolução do objeto espacial no tempo;
- 4 – Modelagem de multirepresentações;
- 5 – Descrição de objetos com fronteiras incertas;
- 6 – Representação de objetos de campo contínuo;
- 7 – Modelagem de estrutura de rede.

Tabela 09: Modelos para representar informação espacial.

| Surgimento | Modelos | Bases do modelo | Capacidades específicas dos sistemas | | | | | | |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Segunda Metade dos anos 1990 | Omega | UML | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | GeOM | OMT | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Possui | Não possui |
| | STER | Entidade Relacionamento – ER | Possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | PVL - Plug-in for Visual Languages | UML | Possui | Não possui | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | Extended Spatiotemporal UML | UML | Possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | UML-Geo Frame | UML | Possui | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Possui | Possui |
| | OMT-G | OMT | Possui | Possui | Não possui | Possui | Não possui | Possui | Possui |

Tabela 09: Modelos para representar informação espacial, continuação.

| Surgimento | Modelos | Bases do modelo | Capacidades específicas dos sistemas | | | | | | |
|------------------------|--|------------------------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| A partir dos anos 2000 | Icons for GIS | ER-UML | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | Semantics data model of spatio-temporal DataBase | UML | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui |
| | Multiple Representation Shema Language | UML | Não possui | Não possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | T-Omega | UML | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | Conceptual Framework for Spatio-Temporal data modeling | Orientação a Objeto | Possui | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | ST USM | Entidade Relacionamento – ER | Possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui |
| | GeoUML | UML | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Não possui | Possui |
| | STGL Profile - Spatio Temporal Geographic Language Profile | UML | Possui | Não possui | Não possui | Não possui | Possui | Não possui | Não possui |
| | ChronoGeoGraph | Entidade Relacionamento – ER | Possui | Possui | Possui | Possui | Não possui | Não possui | Não possui |

Fonte: Pinet, 2012, adaptado e traduzido pelo autor

Borges et. al. (2001) relaciona alguns princípios que os modelos de dados geográficos devem cumprir:

- Prover um alto nível de abstração, permitindo a representação de objetos geográficos;
- Representar e diferenciar os diversos tipos de dados geográficos, usando as apropriadas primitivas geométricas e construtores;
- Representar relacionamentos espaciais, desde associações simples até redes complexas;
- Ser capaz de especificar regras de integridade espacial;
- Suporte a classes georreferenciadas e convencionais assim como a seus relacionamentos;
- Suporte à relação de agregação espacial;
- Representação de múltiplas visões do mesmo objeto geográfico;
- Expressar séries e relacionamentos temporais;
- Implementação independente;
- Prover uma fácil e clara visualização e entendimento da estrutura dos dados.

2.7.3. Modelo OMT-G - Object Modeling Technique for Geographic Applications

A descrição do modelo OMT-G, apresentado nesta dissertação, é um apanhado de ideias que considera os estudos de Karla Borges nos trabalhos Borges et. al. (2001) e Borges et. al. (2005).

O modelo utilizado para os dados geográficos da INDE (CONCAR, 2010) é o OMT-G. Segundo Borges et. al. (2001), esse modelo cumpre todos os princípios listados na seção 5.1.1, exceto os relacionados com a característica temporal do dado, dificultando a modelagem de dados que se alteram no decorrer da variável tempo. Os autores ainda elencam algumas características adicionais do modelo, como:

- O modelo segue o paradigma da orientação a objeto, suportando o conceito de classes, herança e objetos complexos;

- Representa e distingue os diversos tipos de dados das aplicações geográficas, usa, para tanto, uma representação simbólica que permite o imediato entendimento da natureza do dado;
- Representa a interação entre dois objetos, fazendo a relação espacial ou simples associação explícita;
- Representa relações topológicas de todo-parte e redes de agregação espacial;
- Formaliza as possíveis relações, considerando a geometria da classe;
- Transforma relações espaciais e topológicas em regras de integridade espacial.

O modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Unified Modeling Language* – UML como preceitua Borges et al. (2005). E lida com três tipos de diagramas distintos de acordo com Borges et al. (2001):

- Diagrama de Classes: é usado para descrever o conteúdo e as estruturas dos bancos de dados geográficos. Contém elementos específicos da estrutura do banco de dados, em especial classes de objetos e relacionamentos. É o produto fundamental do nível conceitual de representação;
- Diagrama de transformação: é empregado para especificar transformações entre classes, seguindo as notações da UML. Está presente no modelo conceitual por se tratar do resultado das transformações de representações também;
- Diagrama de apresentação: lista as informações de apresentação para cada objeto geográfico, refere-se à simbologia do dado geográfico.

Esse modelo é baseado em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espacial. As classes e relacionamentos definem as primitivas básicas usadas para criar esquemas estáticos de aplicação, conforme previsto por Borges et al. (2004). Seguem as notações gráficas para os diferentes tipos de objetos geográficos do modelo nas figuras 14, 15, 16 e 17.

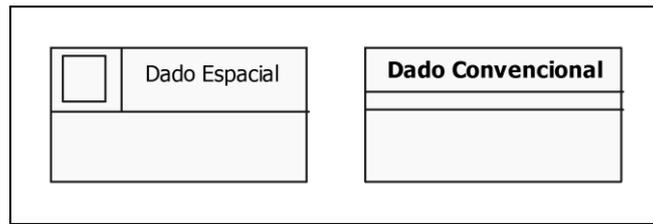


Figura 14: Notação Gráfica das classes

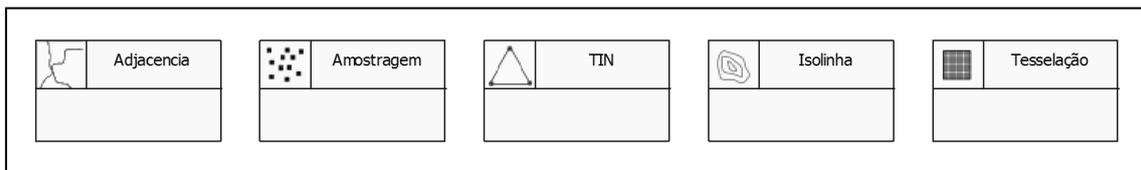


Figura 15: Notação Gráfica de geo-campos

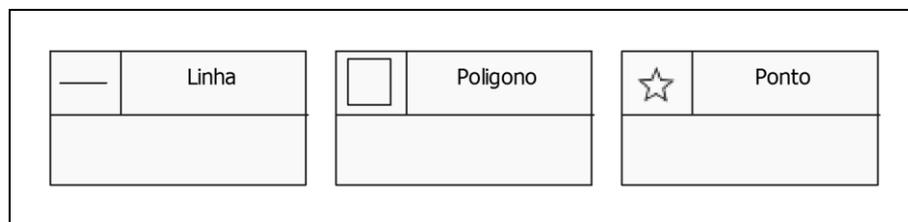


Figura 16: Notação Gráfica de geo-objetos

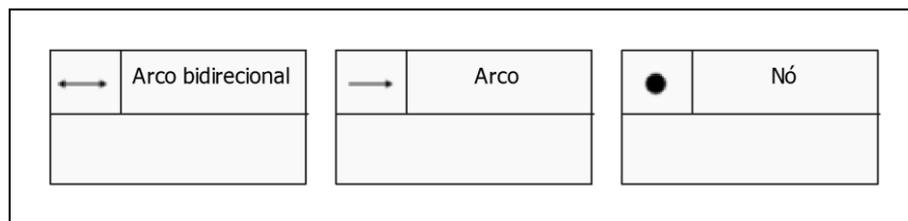


Figura 17: Notação Gráfica de geo-objetos com topologia

Uma classe pode ser determinada por diversos processos. A generalização e especialização são exemplos de formas de determinar as classes, tanto classes convencionais quanto classes geográficas. A generalização é o processo de definição de classes mais genéricas a partir de classes com características semelhantes - estas são chamadas superclasses (Borges et. al. 2001). Já a especialização é o processo inverso: de uma classe genérica, o modelador detalha classes mais específicas - são as chamadas subclasses. As subclasses herdam atributos, operações e associações da superclasse (Borges et. al. 2001).

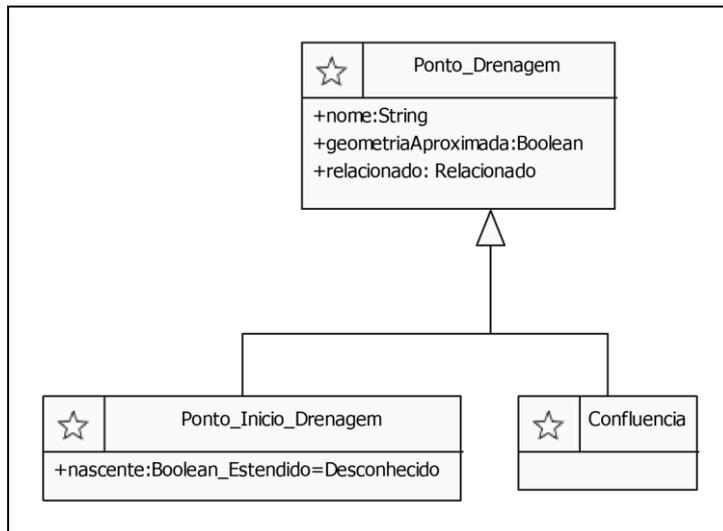


Figura 18: Notação Gráfica de relação de generalização/especialização

Algumas classes podem ainda ser fruto de agregação. A agregação é uma associação entre objetos em que se considera que um deles é formado a partir de outros, podendo ocorrer tanto entre classes convencionais quanto entre classes geográficas. Nesse último caso, é uma agregação espacial.

No caso da agregação espacial, existe um relacionamento topológico entre elas, chamado todo-parte. Nesse relacionamento cada parte deve estar contida na geometria do todo, sendo esta totalmente coberta pela geometria das partes. É o caso de um estado e seus municípios.

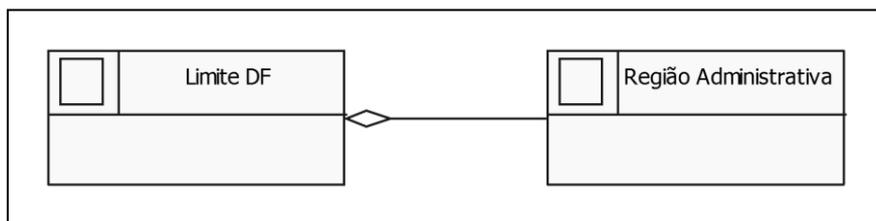


Figura 19: Notação Gráfica de relação de generalização/especialização

A modelagem de dados espaciais no modelo OMT-G possibilita a indicação dos relacionamentos topológicos existentes entre as diferentes classes.

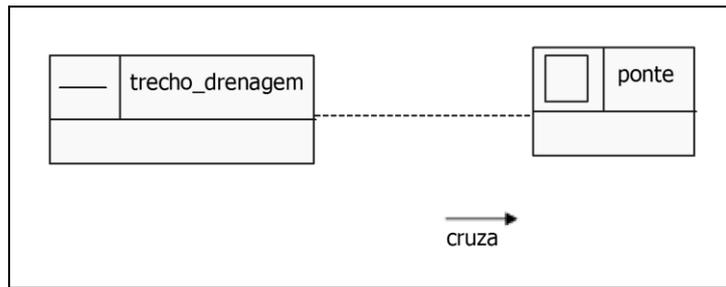


Figura 20: Notação Gráfica de relação de generalização/especialização

O *software* livre de modelagem conceitual utilizado na dissertação foi o StarUML V5.0. Esse *software* é baseado na UML 1.4, aceitando notações da UML 2.0. Associado a esse *software*, foi utilizada, a extensão para modelagem em OMT-G.

3. Materiais e métodos

3.1 Material

Os dados contidos nas bases de dados do SITURB foram utilizados para o desenvolvimento desta dissertação das seguintes formas:

- As principais fontes de informação foram os *layers* do SITURB, que se referem ao endereçamento do DF: polígonos de Região Administrativa, Setor, Quadra e Conjunto. Independente da escala que foi coletado o dado para alimentar a base do referido sistema;
- As informações alfanuméricas de endereçamento foram utilizadas para os testes das *triggers* criadas para o banco de dados;
- Para a checagem de cruzamento com vias e cursos d'água, não foram utilizados os *layers* de hidrografia e de sistema viário existentes no banco de dados do SITURB. Para essa checagem, foi criado o layer de vias e de cursos d'água, mas com elementos desenhados sem vinculação com a realidade do território de forma a haver cruzamentos propositais entre lotes, vias e cursos d'água;
- O *layer* de zoneamento do PDOT foi utilizado para a checagem dos polígonos de lote projetado.

Para trabalhar com essas informações e desenvolver os *scripts* de controle de consistência lógica, foram empregados alguns *softwares* livres:

- SIG: Quantum Gis versão 2.2 (Valmiera);
- SGBD: PostgreSQL versão 9.2;
- Interface gráfica do PostgreSQL: PgAdm III;
- Extensão espacial do PostgreSQL: PostGIS 2.1.

Os modelos em OMT-G foram construídos utilizando o *software* STARUML com sua extensão espacial para OMT-G. E os modelos de processamento foram construídos a partir do *software* Bizagi Modeler versão 2.8.0.8.

3.2 Métodos

O desenvolvimento da presente dissertação iniciou-se com os estudos para propor uma modelagem conceitual para o CTM/DF. A modelagem

proposta foi submetida à revista brasileira de Cartografia em outubro de 2014 **(Proposta de um modelo conceitual de banco de dados geográficos para o cadastro territorial multifinalitário do Distrito Federal)** e anexada como parte integrante desta dissertação.

Passado o esforço para a primeira modelagem (conceitual), a figura 21 apresenta o fluxo das demais fases da presente pesquisa.

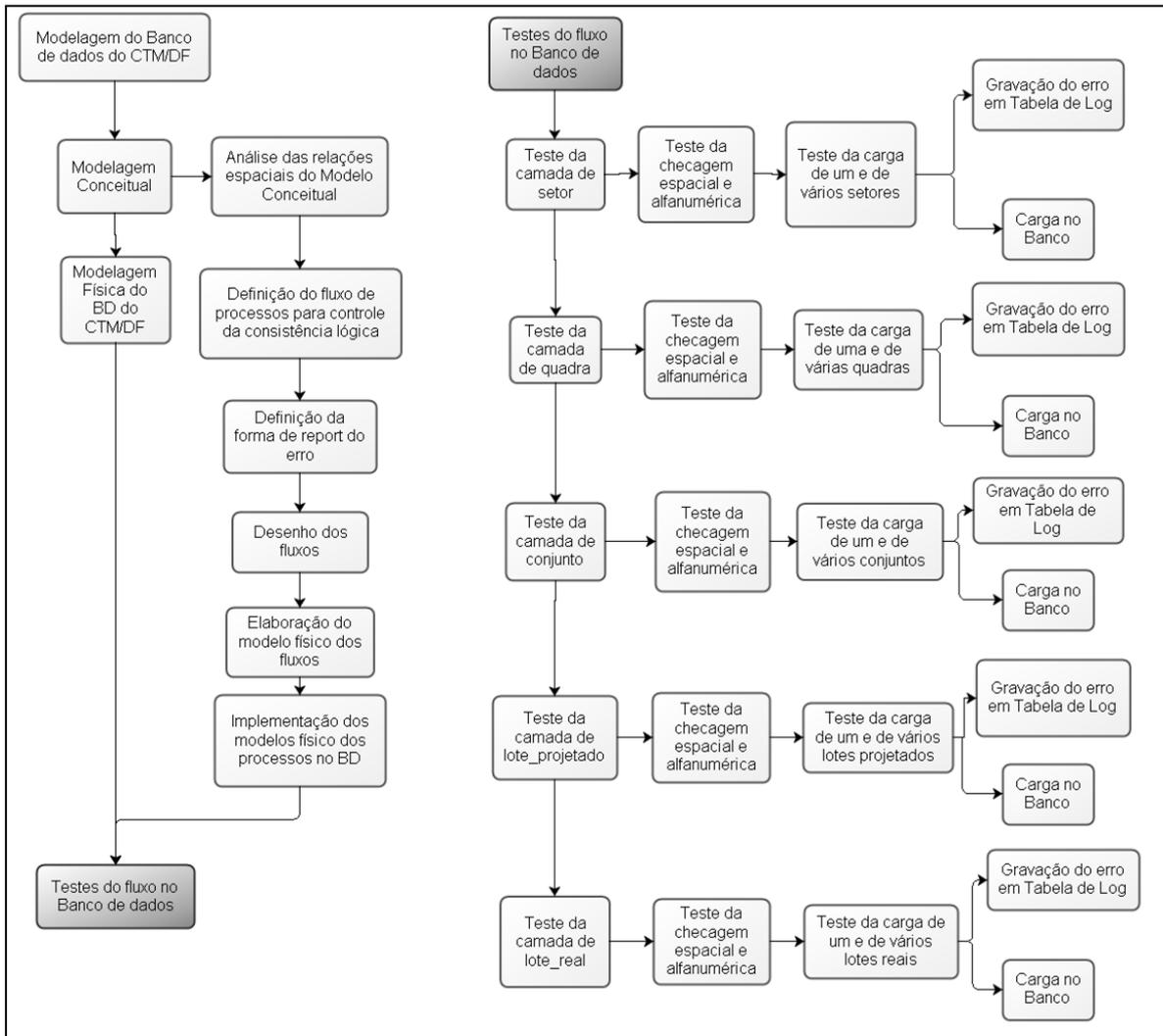


Figura 21: Fluxo metodológico

O fluxo metodológico pode ser dividido em duas etapas distintas. A primeira delas se inicia com a revisão da modelagem conceitual do CTM/DF, adequando-o para atender ao objetivo desta dissertação e fruto do artigo submetido à Revista Brasileira de Cartografia e constituinte da presente dissertação.

Nessa revisão, foram acrescentadas camadas de informações que, no modelo, ainda estavam dentro de pacotes distintos do CTM/DF. Foi o caso dos pacotes de hidrografia, sistema de transporte e zoneamento, informações que não fazem parte do CTM/DF propriamente dito. Desses pacotes, foram utilizados os *layers* de informações de drenagem, sistema viário e Plano de Ordenamento Territorial do DF.

A importância dos dois primeiros *layers* de informação, hidrografia e sistema viário, está em garantir que o desenho de um lote não tenha nenhum desses objetos geográficos cruzando-os. Já o terceiro é importante para que não haja lotes projetados fora de zona urbana do plano diretor. Essas características formam regras de integridade no banco de dados modelado.

As camadas de zoneamento, de hidrografia e sistema viário serão utilizadas nos testes de camadas originárias do pacote CTM/DF no que tange ao cruzamento de cursos d'água e vias com os lotes reais e à possibilidade de lotes projetados estarem apenas dentro de áreas urbanas pré-definidas pelo PDOT/2009.

Conforme figura 22, foram suprimidas as informações alfanuméricas, que são relevantes para o CTM, mas que não influenciariam no controle de qualidade proposto nesta dissertação. Essas informações alfanuméricas são as referentes aos atributos não espaciais vinculados principalmente aos diversos órgãos do GDF, como, por exemplo, as secretarias de saúde e educação. Também foram retiradas as informações alfanuméricas provenientes do Boletim de Informações Cadastrais – BIC que corresponde à qualificação da cidade, caracterizando a situação do lote, da edificação e do logradouro.

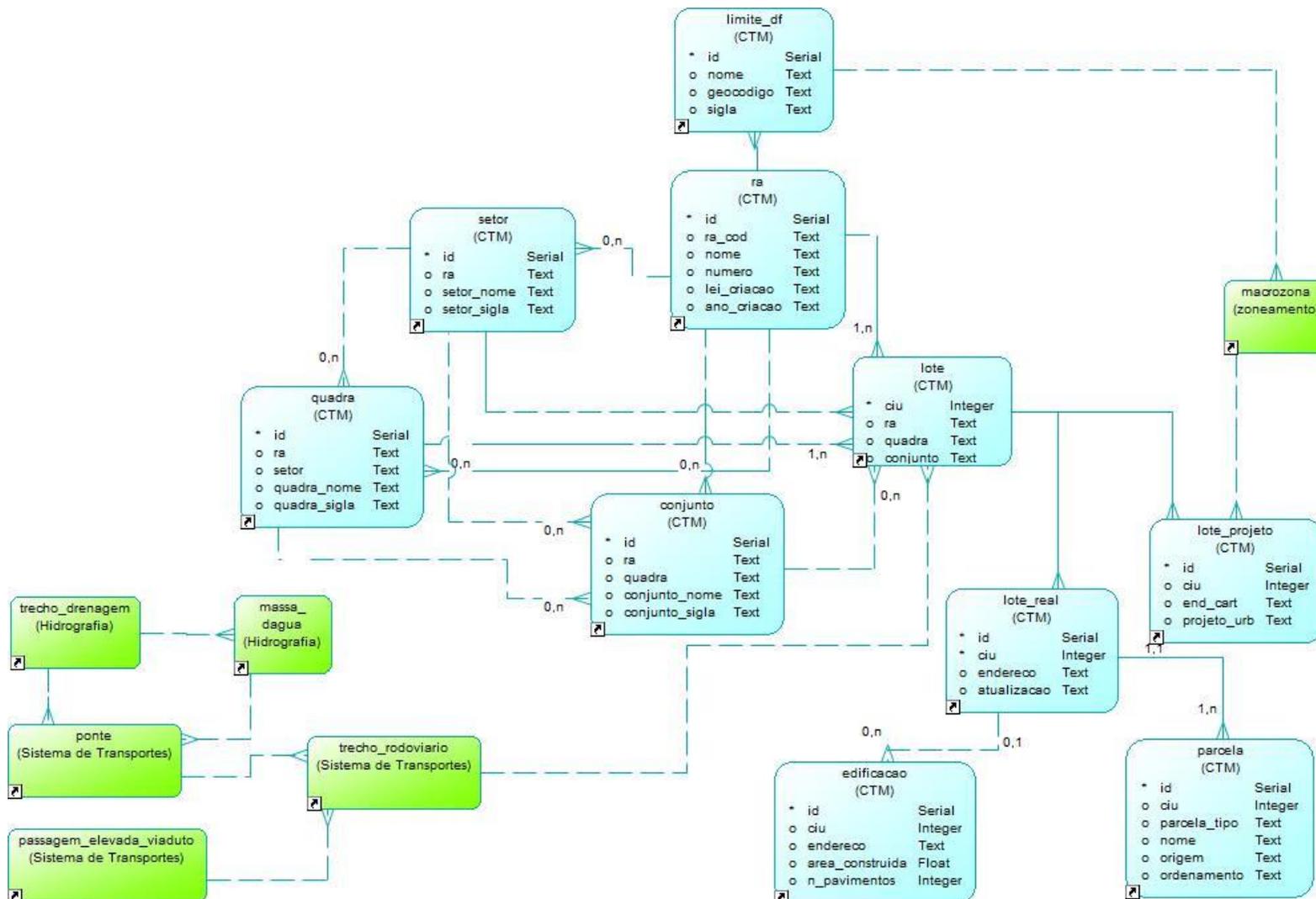


Figura 22: Modelo lógico utilizado

Ainda na primeira etapa, foi desenvolvido o modelo físico do banco de dados do CTM/DF e gerado o *script* de implementação que foi utilizado para gerar as tabelas no Postgresql.

Em paralelo a essa revisão do modelo, foi feita uma revisão bibliográfica, visando atualizar os principais conceitos no que tange a controle de qualidade, banco de dados geográficos, relações topológicas e cadastro territorial multifinalitário.

A partir da consolidação do modelo conceitual, passou-se a desenhar conceitualmente os processos que poderiam garantir o controle da consistência lógica dos dados nos elementos de consistência conceitual e topológica para cada um dos componentes da base de dados.

Seguidamente, foram implementados os *logs* e os códigos em *Structured Query Language* - SQL para definição da função para a composição dos *triggers* do sistema gerenciador de banco de dados. Entende-se que a implementação da *trigger* e de sua função é o cerne da automatização do controle, sendo construídas de forma a armazenar na respectiva tabela de *log* uma mensagem indicando o erro e o seu objeto.

4. Resultados e Discussão

As figuras de 23 a 28 demonstram as aplicações dos elementos de consistência conceitual e topológica e farão parte dos resultados obtidos para a implementação das análises propostas para a presente dissertação. As discussões serão apresentadas após os resultados.

Destaca-se que os modelos (figuras 23 a 28) tiveram sempre o objetivo de verificar se o atributo que qualifica o objeto a ser atualizado corresponde à situação espacial de um elemento de endereçamento em relação aos outros objetos.

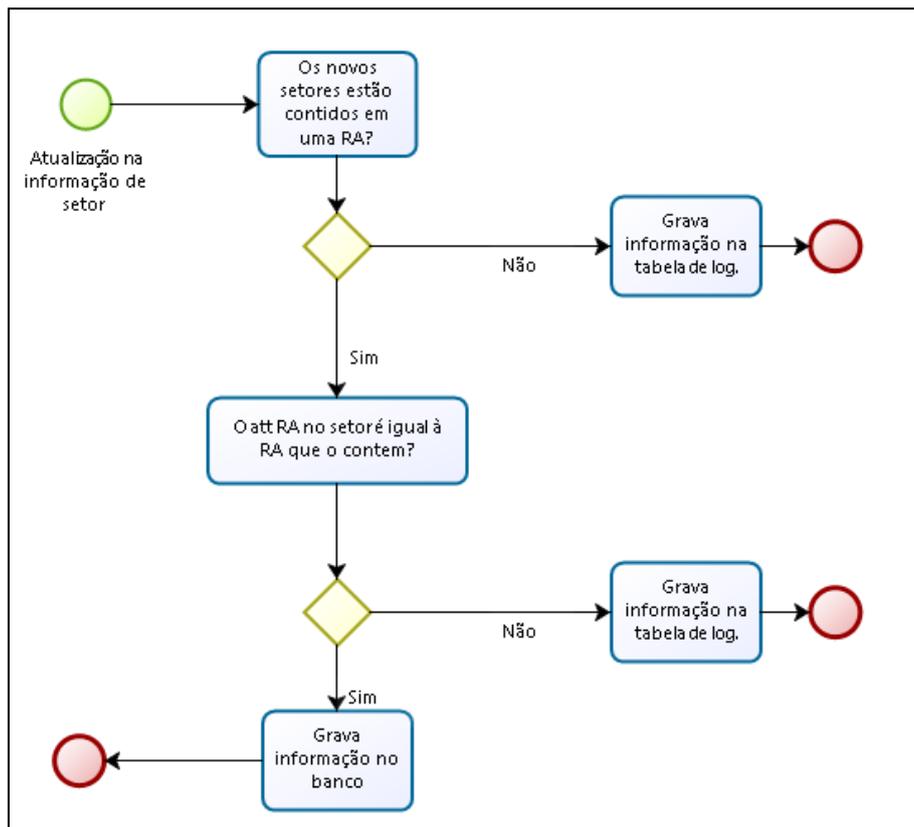


Figura 23: Modelo do processo de controle de qualidade para Setor

Conforme pode ser observado na figura 23, o *layer* de setor será verificado quanto a estar contido em um polígono de RA e se o seu atributo de RA informado estiver em conformidade com a RA que o contém.

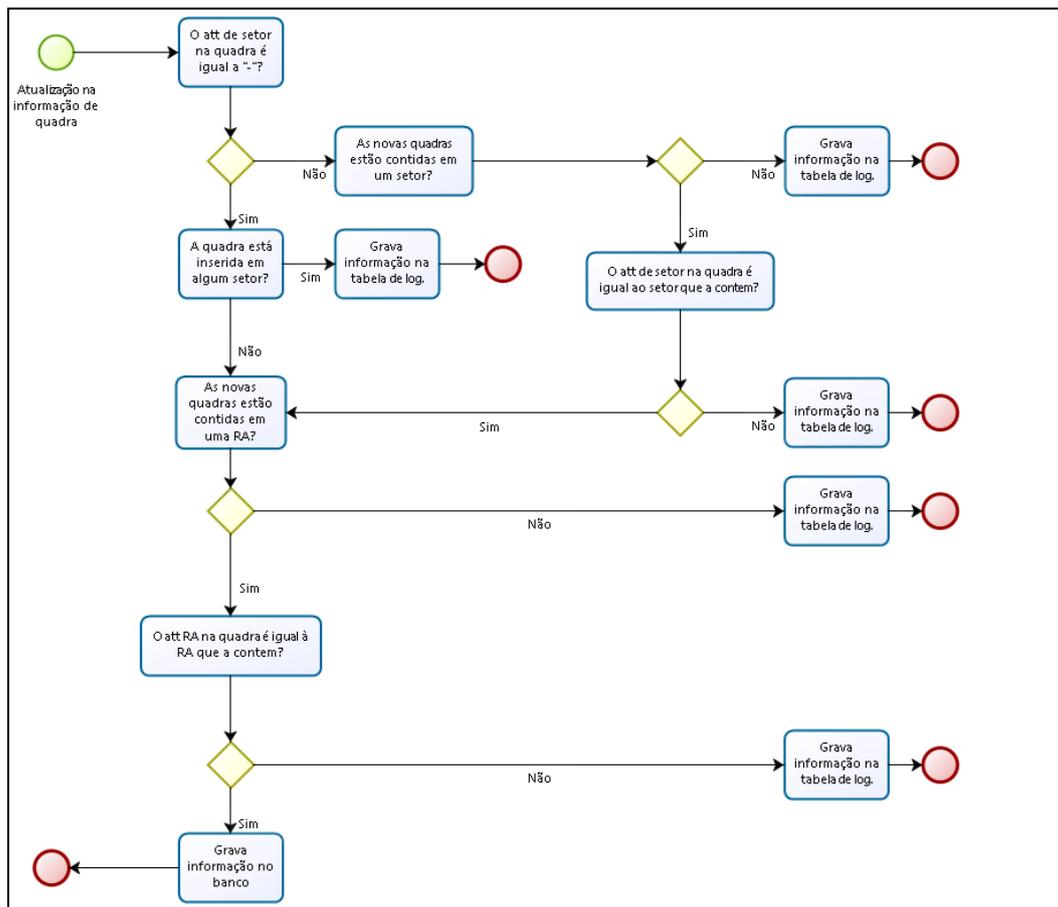


Figura 24: Modelo do processo de controle de qualidade para Quadra

Na figura 24, observa-se que o polígono de quadra será verificado se ela possuir um setor envolvente. Caso isso ocorra será verificado se o atributo de setor constante na tabela da quadra está em conformidade com o setor envolvente.

Para quadra, ainda será verificado se esta está inserida em uma RA e se o atributo de RA constante na tabela da quadra está em conformidade com a RA envolvente.

Caso a Quadra não possua SETOR informado em sua tabela, será checado se realmente não há um setor envolvente. Não havendo, o *script* vai seguir para a análise de RA.

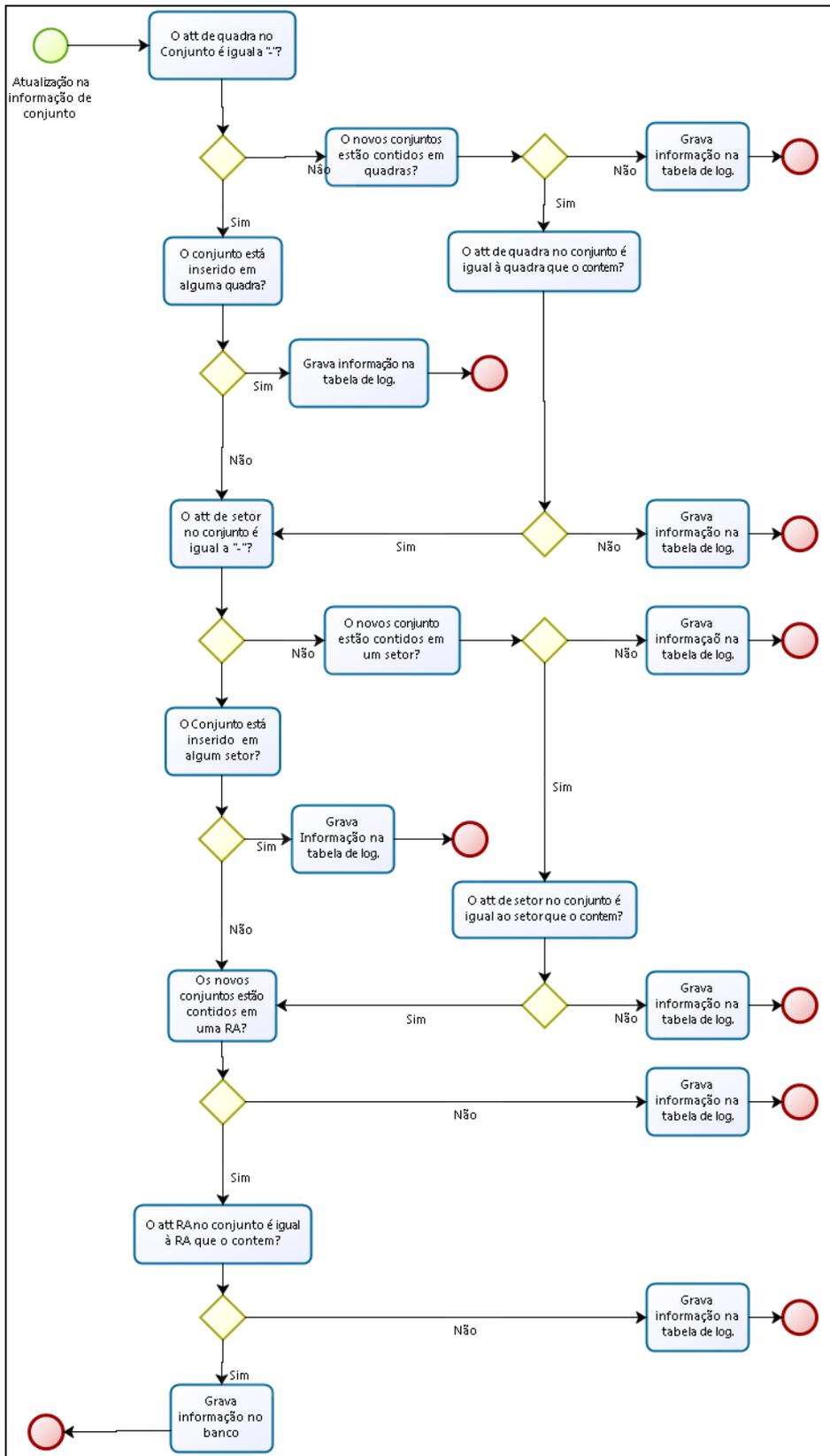


Figura 25: Modelo do processo de controle de qualidade para Conjunto

A figura 25 permite identificar se o *layer* de conjunto será checado quanto à existência de quadra. Se houver quadra a informação que consta na tabela do *layer* de conjunto será verificada com a quadra que a envolve.

A informação de setor também será conferida. Se existir a informação para setor na tabela do *layer* de conjunto, então será verificada a conformidade da informação de setor com o setor que envolve o conjunto.

Da mesma forma, será averiguada a informação de RA. Ressalta-se que, se o conjunto não possuir a informação de quadra em sua tabela, a verificação irá para o nível de setor. Se o conjunto continuar sem a informação de setor, então, a verificação procederá com a verificação da RA.

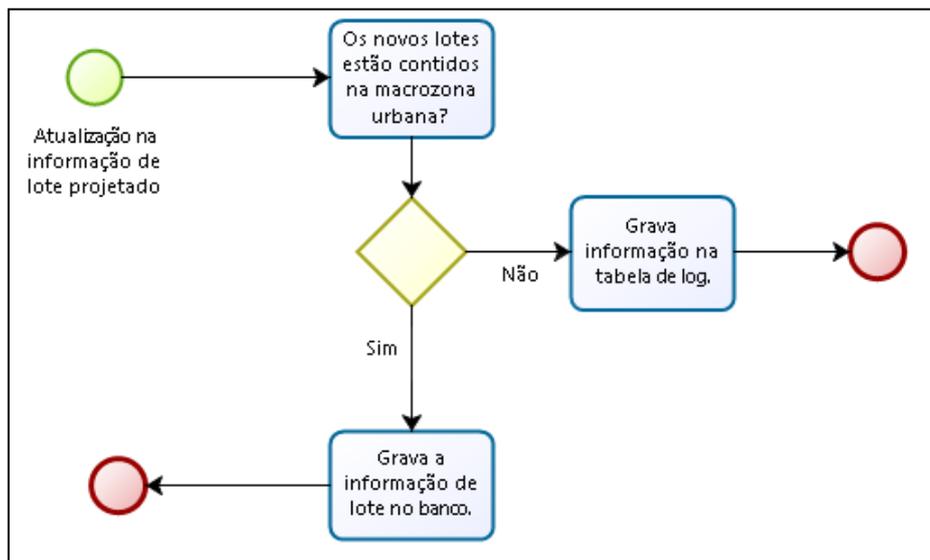


Figura 26: Modelo do processo de controle de qualidade para Lotes Projetados

Na figura 26, nota-se que os lotes projetados serão avaliados se estiverem inseridos em zona urbana conforme determinação do Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT – do DF.

Como esses lotes são apenas projetos ainda, então não será necessária a verificação de cruzamento com cursos d'água e/ou vias.

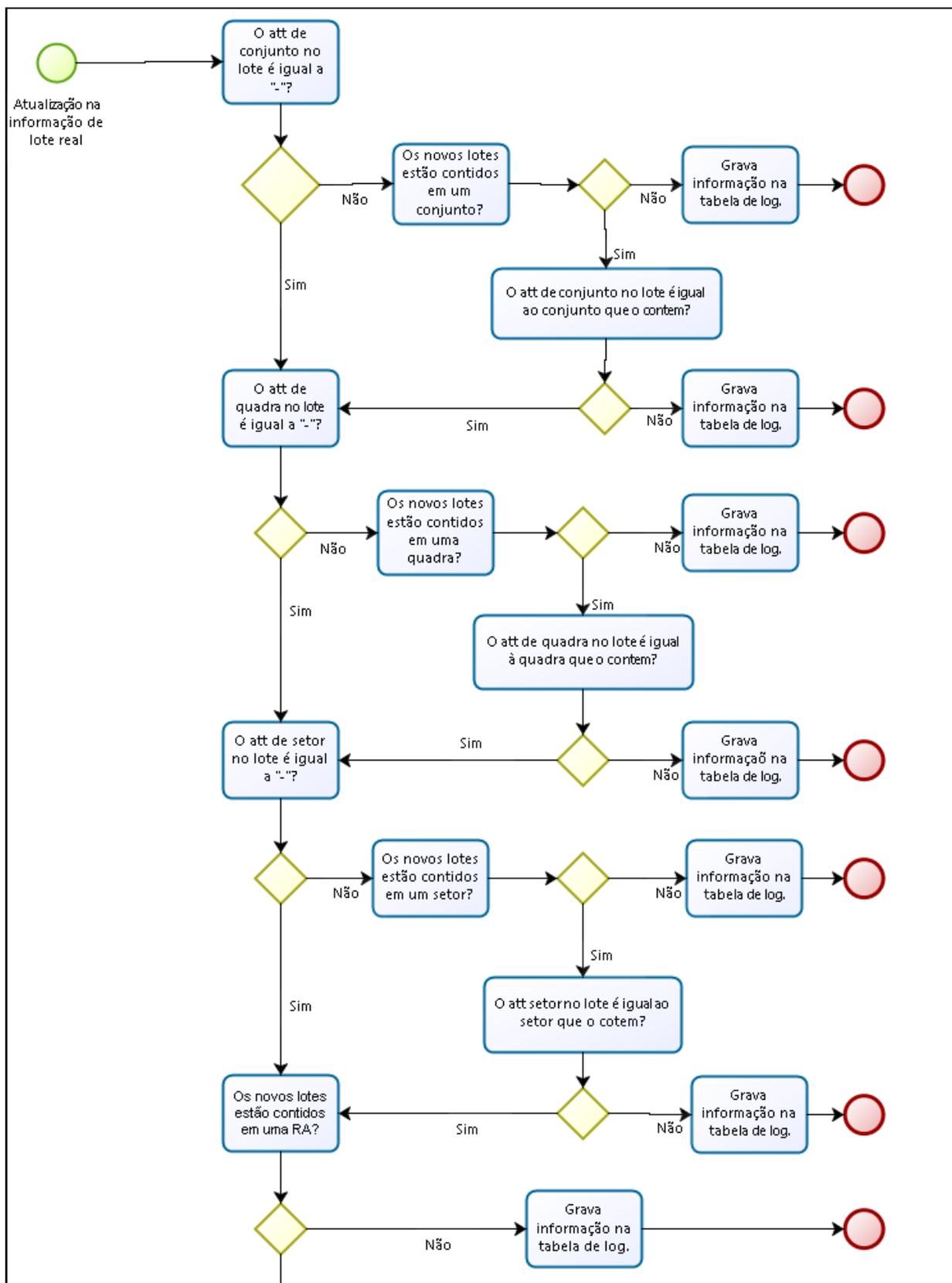


Figura 27: Modelo do processo de controle de qualidade para Lote Real

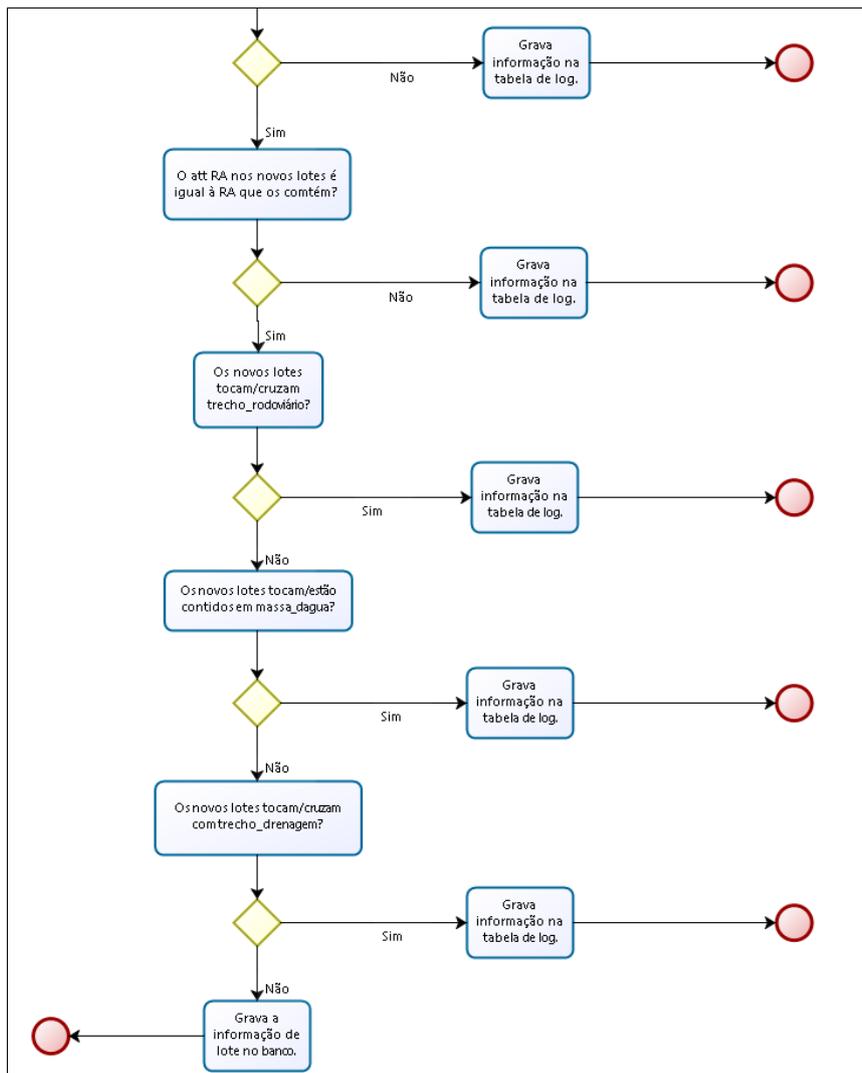


Figura 28: Continuação do modelo da figura 27

Na figura 27, nota-se a verificação da parte de endereçamento para os lotes reais do modelo. Checa-se, então, a existência dos elementos de conjunto, quadra e setor e se as informações que constam na tabela de atributos do *layer* de lote real estão em conformidade com os respectivos polígonos que os envolvem.

Iniciando no final da figura 27 e perpassando toda a figura 28, tem-se a verificação para os lotes reais da existência de cruzamento com outros objetos geográficos, como cruzamento com vias e cursos d'água. Checa-se, ainda, se o lote está inserido em uma massa d'água.

Na figura 28, ainda existe a verificação dos elementos construtivos do lote, como a parcela e as edificações. Esses elementos, se existirem, devem estar completamente contidos nos lotes reais.

Além das verificações de consistência listadas acima, os *scripts* de implementação também checam a validade do polígono, ou seja, fazem a verificação da consistência topológica.

Essa verificação de validade é garantida com a utilização da função `ST_IsValid` da ISO/OGC, implementada no postgres. Essa função apura se o polígono possui geometria válida, não existindo autointersecções ou polígonos abertos. Segue no *script* 1 exemplo da implementação desta função.

- *Script* 1 utilização da função `ST_IsValid`

```
IF(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then
  if (select count(*) from quadra
      where ST_IsValid(NEW.geom)=0
      then
    insert into public.log_quadra(
      desc_log,
      geom)
    values(
      'erro_de_poligono_invalido: ' || NEW.quadra_sigla,
      NEW.geom);
  return NULL;
```

A verificação do *script* 1 foi colocada como a primeira a ser realizada pelos *scripts* no intuito de evitar processamentos de relacionamentos topológicos entre objetos antes de verificar se o próprio objeto inserido ou atualizado é válido.

Após a definição desses modelos, foi necessário determinar como seria a gravação dos erros (*logs*) para casos em que o novo objeto não satisfizesse as premissas do modelo de controle de qualidade em sua consistência lógica. Foi definido que as tabelas de *logs* do banco de dados seriam uma para cada classe de objeto, de acordo com a estrutura indicada na figura 29.

As tabelas de *log* foram pensadas e implementadas de forma que se possa saber qual o erro que foi identificado no processo de controle de qualidade, permitindo analisar a geometria do objeto criticado. A figura 29 apresenta o modelo da classe geral da tabela de *log* do controle de qualidade.

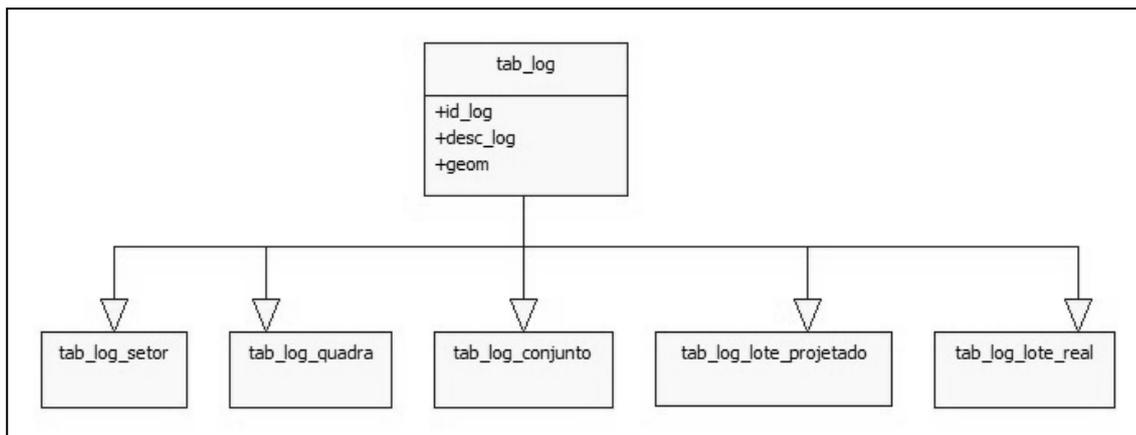


Figura 29: Modelo conceitual para as tabelas de *log*

Com base nas *functions* e nos *logs*, tornou-se possível, por exemplo, conhecer o erro cometido e a indicação do objeto a ser inserido. Assim, para setor, há a sigla correspondente ao setor. O mesmo ocorre com a quadra e a sigla da quadra, o conjunto e a identificação do conjunto e, por fim, o lote e a identificação do lote. O *script 3* demonstra a implementação da gravação do erro em tabela de *log_conjunto*, no caso demonstrado que o erro é de divergência entre o atributo setor na tabela do conjunto e o setor envolvente.

- *Script 2* exemplo de gravação em tabela de *log*

```

"IF (SELECT COUNT(*) FROM conjunto, setor
      WHERE ST_Within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor_sigla !=
setor.setor_sigla) >0
  THEN
    INSERT INTO public.log_conjunto(desc_log, geom)
      VALUES('erro att do setor conjunto não bate com setor
envolvente: ' || NEW.conjunto_sigla, NEW.geom);
    RETURN NULL;"

```

Nota-se, ainda, no *script 2*, que foi inserida na coluna “desc_log” da tabela de *log*, a mensagem “**erro att do setor conjunto não bate com setor envolvente:**.. Além dessa mensagem, também foi incluída a sigla do novo conjunto “**|| NEW.conjunto_sigla**”. Essa dinâmica ocorre para todos os erros apontados pelos *scripts*.

Para que o código possua melhor entendimento, foi criada uma divisão em caminhos para cada um dos processos, principalmente para *lote_real* e *conjunto*, nos quais existe a possibilidade de os endereços serem incompletos - por exemplo: um conjunto que não possui setor, mas apenas quadra e RA; ou ainda, um lote que não possui conjunto, nem quadra, nem setor, apenas RA. A

A figura 30 demonstra os possíveis arranjos de elementos de endereçamento para o caso de conjunto. Identificado pelo caminho implementado no *script*. Nota-se que o *script* deverá obedecer a falta de obrigatoriedade que existe na existência dos elementos abaixo de Região Administrativa.

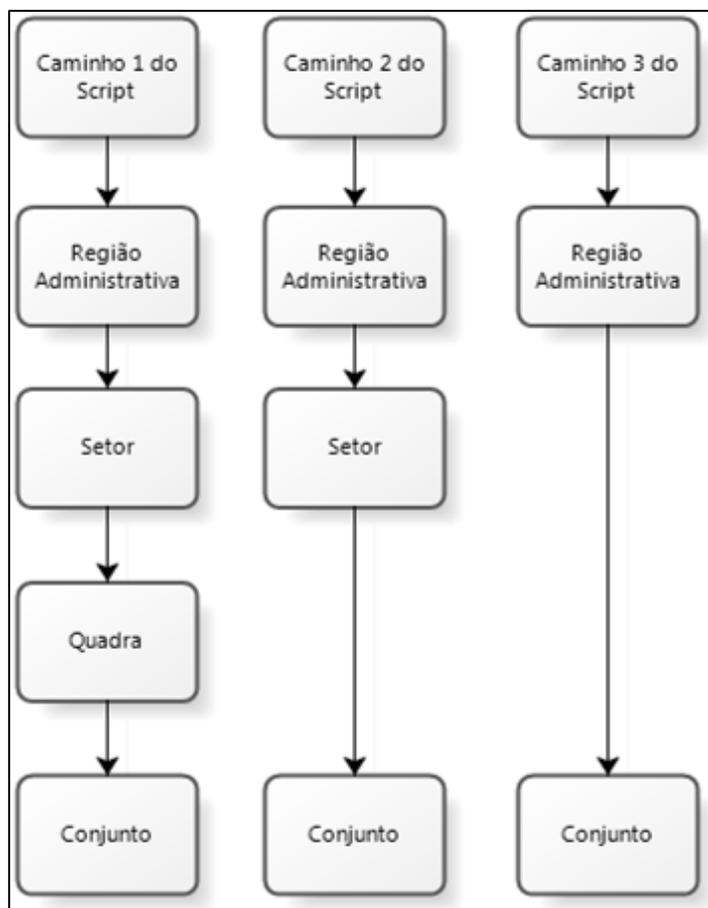


Figura 30: possibilidades de arranjo de endereçamento para o elemento conjunto

De acordo com a figura 30 no caso do *layer* de conjunto, existem 3 caminhos possíveis: no primeiro, quando existir todos os elementos de endereçamento; o segundo é o caminho onde não existe o elemento quadra; e o terceiro quando não existe nem o elemento quadra e nem o elemento setor. Como os erros poderiam se repetir em cada um dos caminhos, assim para os testes controlados, foi identificado em cada um o caminho no qual o erro estava sendo verificado, identificado pelo número do caminho no final da descrição do erro. O *script* 3 traz um exemplo de erro para o caminho 2 do *script*.

- *Script 3 – exemplo de texto do erro para o caminho 2 do script*

```

        ELSIF (SELECT COUNT(*) FROM conjunto, setor
        WHERE ST_Within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor_sigla !=
setor.setor_sigla) >0
        THEN
        INSERT INTO public.log_conjunto(desc_log, geom)
        VALUES('erro att do setor conjunto não bate com setor
envolvente 2: ' || NEW.conjunto_sigla, NEW.geom);
        RETURN NULL;”

```

Nos dois exemplos, código do *script 2* e o código do *script 3*, pode-se notar a mesma estrutura para verificar o atributo da tabela de conjunto para especificar o setor. O que os diferencia é que uma mensagem acaba com o número “2”. Isso indica que esse erro foi detectado pela rotina do segundo caminho da *function*, que, no caso do exemplo, é o caminho onde a quadra não existe, apenas setor e conjunto.

Os testes de validação foram desenvolvidos utilizando exemplos de endereços retirados do banco de dados do SITURB, principalmente na RA X – Guará, escolhida em razão de os seus endereços possuírem, em sua maioria, uma relação completa de elementos formadores (setor, quadra, conjunto e lote).

Nos testes, foram simulados endereços e formas de polígonos variados com o intuito de verificar a funcionalidade do script proposto e fazer os ajustes necessários, conforme fluxo demonstrado nas figuras 31 e 32.

Os testes foram feitos, primeiro, individualmente para cada erro. Depois, foi feito um carregamento em lote com polígonos que estavam sem erro e de polígonos com erros aleatórios.

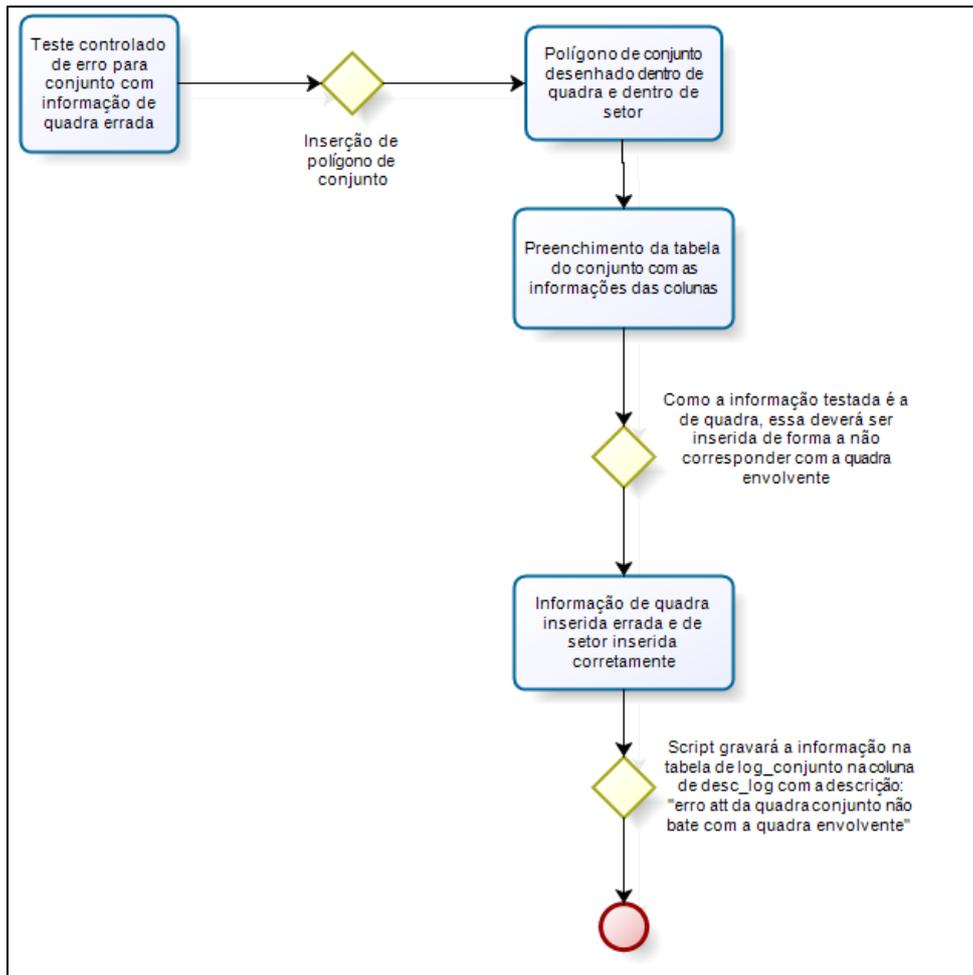


Figura 31: Exemplo do fluxo de erro controlado para conjunto com informação de quadra errada

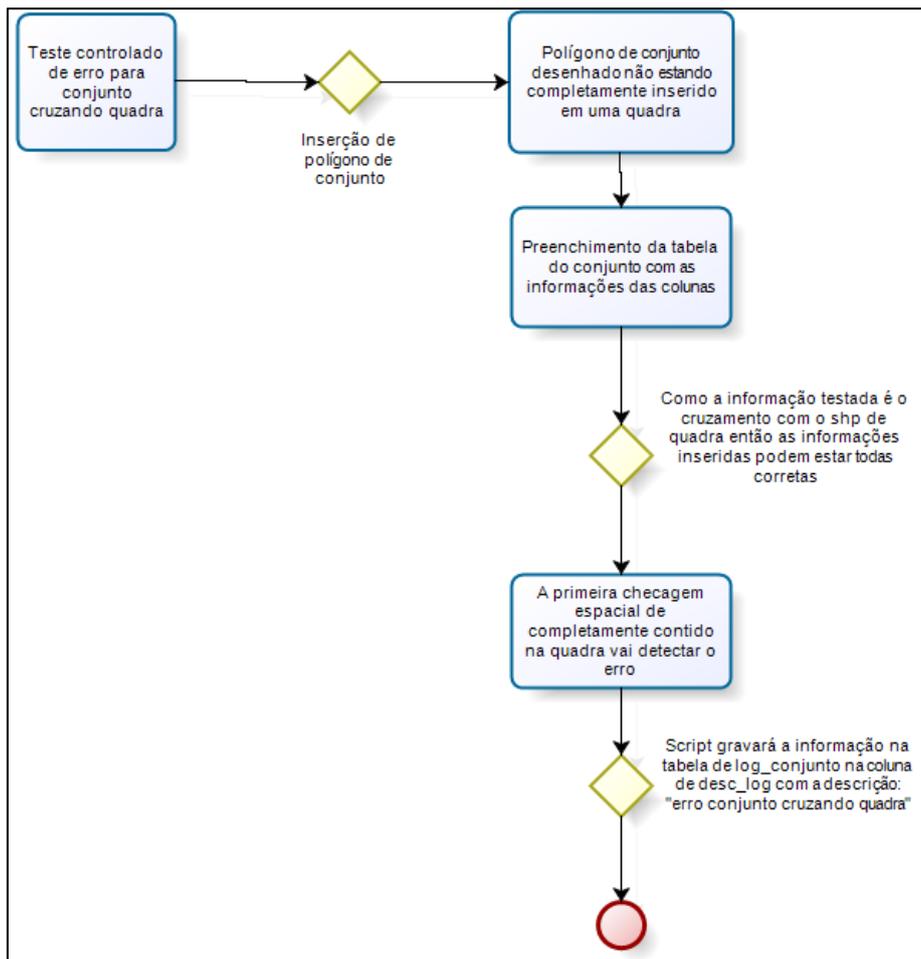


Figura 32: Exemplo do fluxo de erro controlado para conjunto cruzando quadra

Os primeiros testes, individuais, tiveram como objetivo validar cada um dos erros do *script*, sendo determinado que para cada um dos erros simulados fosse inserido como atributo da tabela, no campo “elemento”_sigla o nome do erro controlado. Por exemplo:

- Erro de atributo de quadra no lote onde o conjunto não existe;
- Esse é o segundo caminho do *script* e a segunda vez que o atributo da quadra é validado no *script* por isso no erro controlado no lugar da sigla do lote foi inserido o nome “erro att quadra 2”;
- Caso o *script* apontasse erro e a mensagem do erro correspondesse com “erro att quadra 2” indicaria que o erro controlado foi detectado no ponto certo do *script* e não em outro ponto ou outro erro por erro de escrita.

Na figura 33 segue exemplo de processo do teste controlado para polígono de conjunto que está ok para ser inserido no banco de dados.

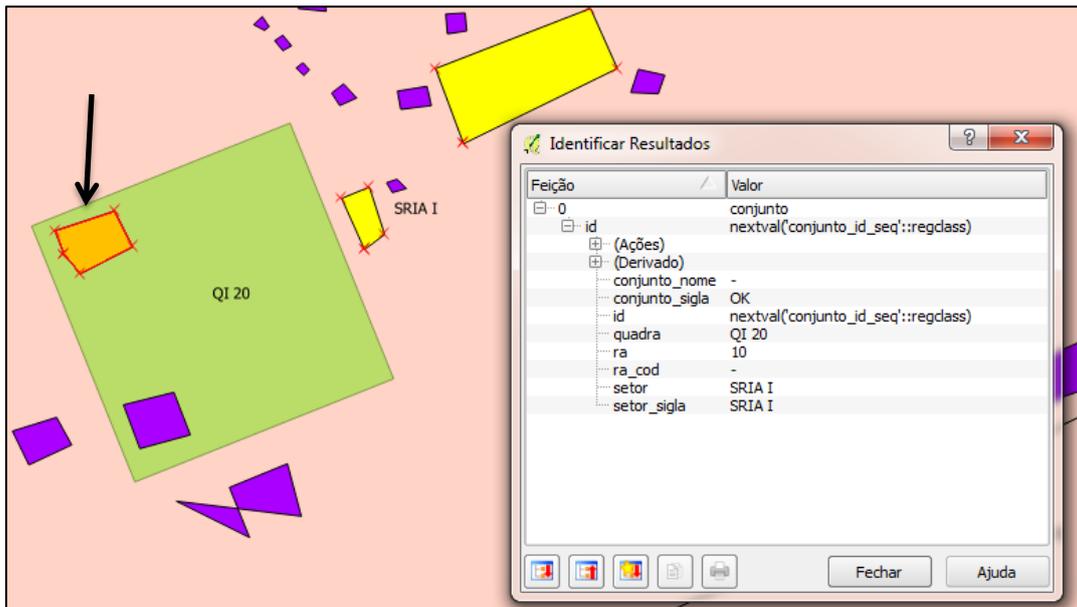


Figura 33 inserção de polígono correto na quadra QI 20

Nas figuras 34 e 35 segue exemplo de processo do teste controlado para polígono de conjunto que apresenta erro de cruzamento de quadra. Por isso não foi gravado no banco de dados e sim na tabela de *Log*.

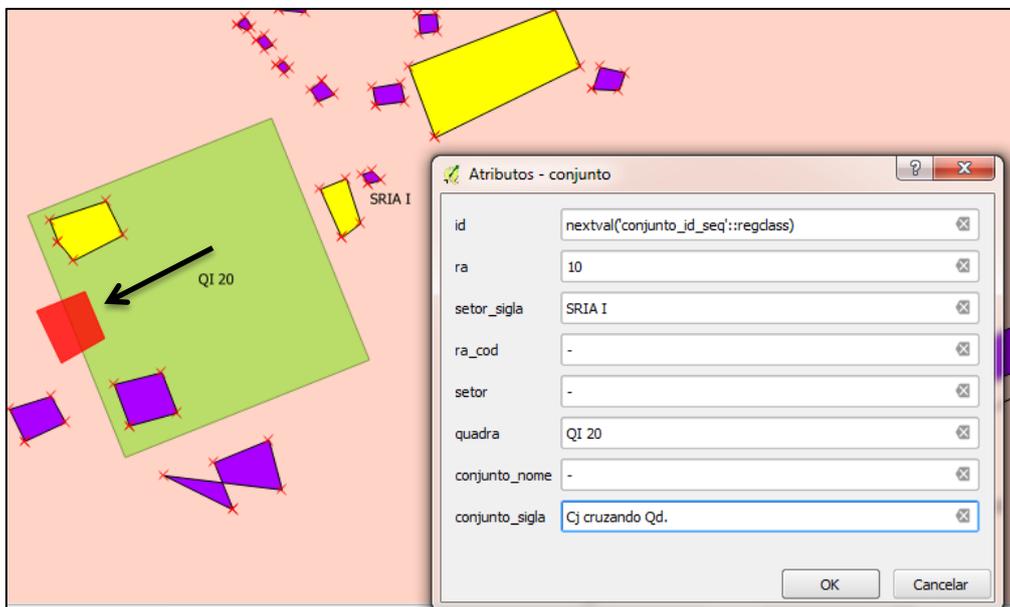


Figura 34 inserção do polígono com erro de cruzamento

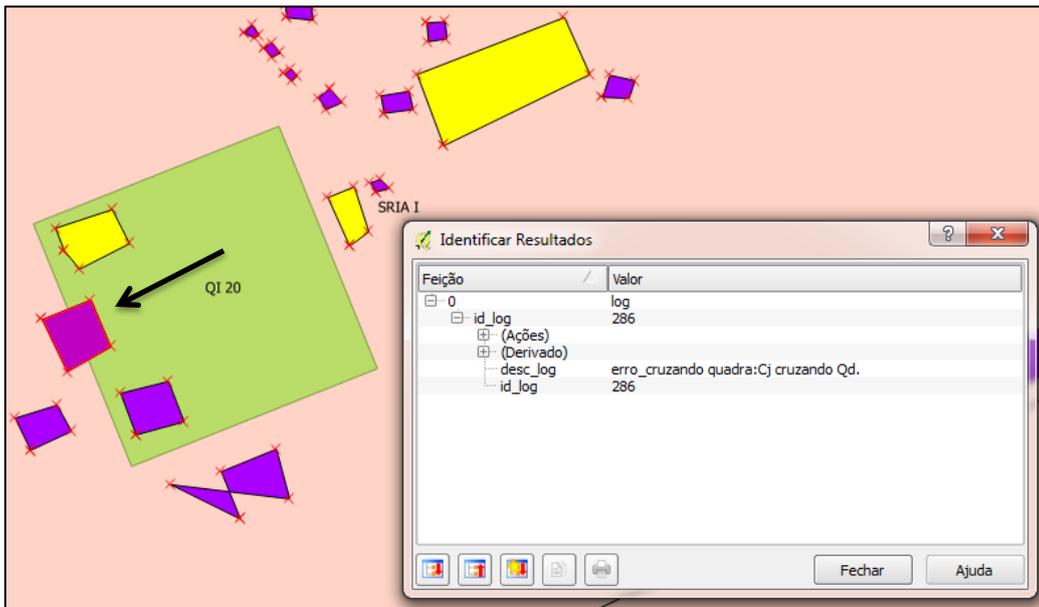


Figura 35 polígono foi salvo na tabela de log

Nas figuras 36 e 37 segue exemplo de processo do teste controlado para polígono de conjunto inválido, com *selfie intersection*. Por isso não foi gravado no banco de dados e sim na tabela de *log*.

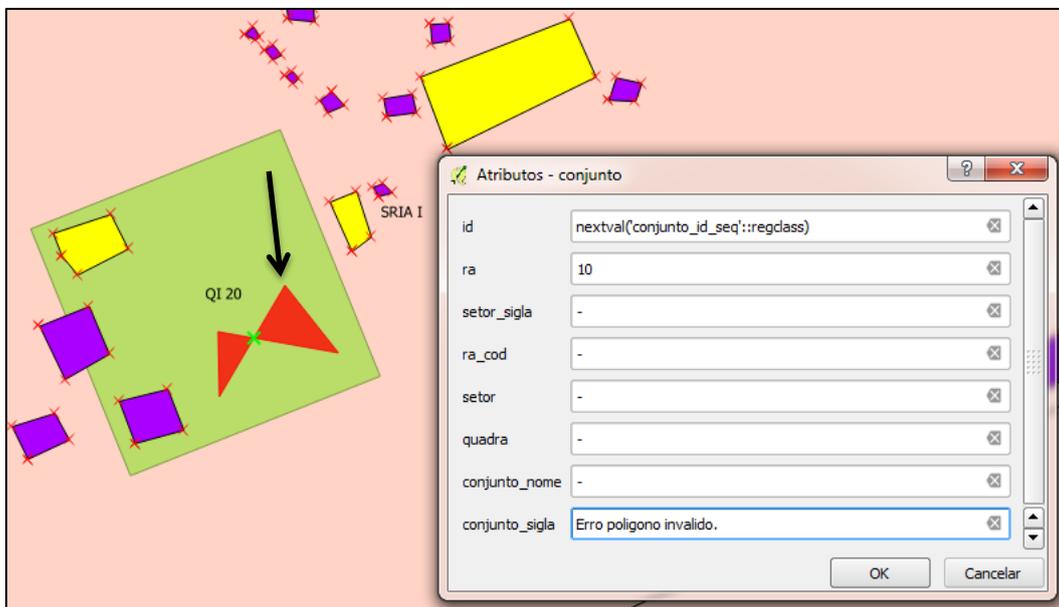


Figura 36 inserção de polígono de conjunto inválido

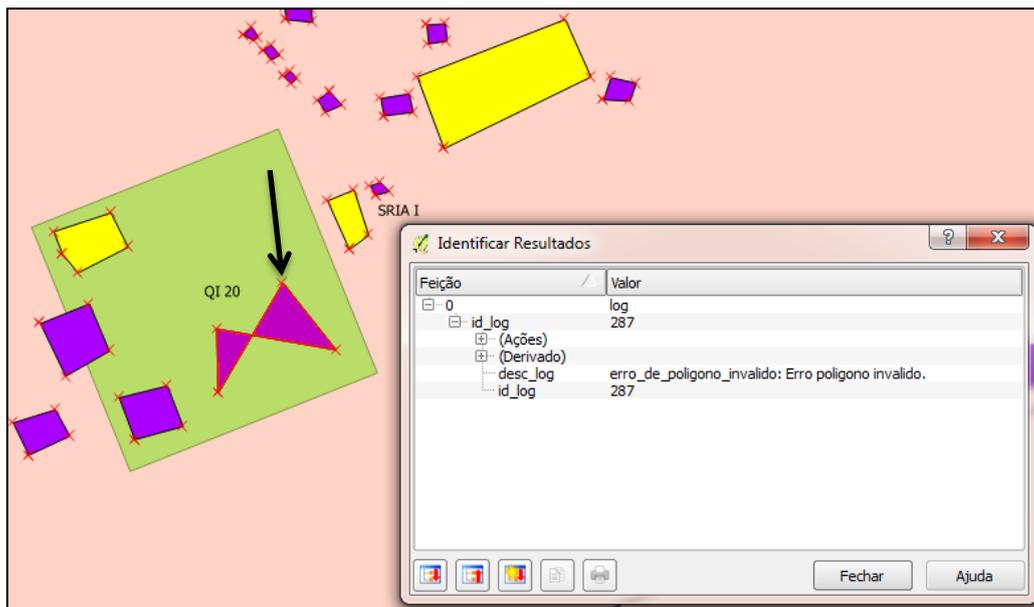


Figura 37 demonstração do polígono salvo na tabela de log

O controle de qualidade ocorre de forma automatizada, garantida pelo *trigger* implementado no Banco de dados geográfico, sempre que são inseridos novos objetos e quando os objetos são modificados, ou seja, nas operações de *INSERT* e de *UPDATE* no banco de dados, essa ação foi possível devido ao trecho de implementação apresentado nos *scripts* 4 e 5.

- *Script* 4 de criação da *TRIGGER* que possibilita a operação para inserções (*INSERT*) e para atualizações (*UPDATE*) está apresentado em negrito.

```
“create trigger setor_proc
before INSERT or UPDATE
on public.setor
for each row
execute procedure setor_proc_procedure();”
```

- *Script* 5 parte do *Script* de criação da *FUNCTION* que possibilita a operação para inserções (*INSERT*) e para atualizações (*UPDATE*) está apresentada em negrito.

```
“create or replace function setor_proc_procedure()
returns trigger as
$body$
begin
if(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then”
```

A automatização do controle proporcionado pelos *scripts* (anexo II) por meio da implementação de *triggers* no Posgresql aumentou a segurança de que o dado com carga no banco de dados é um dado de qualidade, não necessitando passar por nova avaliação

ao menos no que tange à consistência lógica. Isso significa que o dado não é verificado quanto a outros elementos de qualidade: completude, acurácia temática, temporalidade, acurácia posicional.

Esse resultado demonstra que o *script* possui capacidade para verificar as relações espaciais indicadas no modelo conceitual do banco de dados e ainda a relação entre os atributos dos elementos inseridos no banco de dados, garantindo sua qualidade.

Para o melhor desempenho do controle de qualidade fornecido pelo *script*, foi ainda definida uma sequência para a execução da checagem dos dados, conforme fluxo apresentado na figura 38, reduzindo a quantidade de consultas espaciais ao banco.

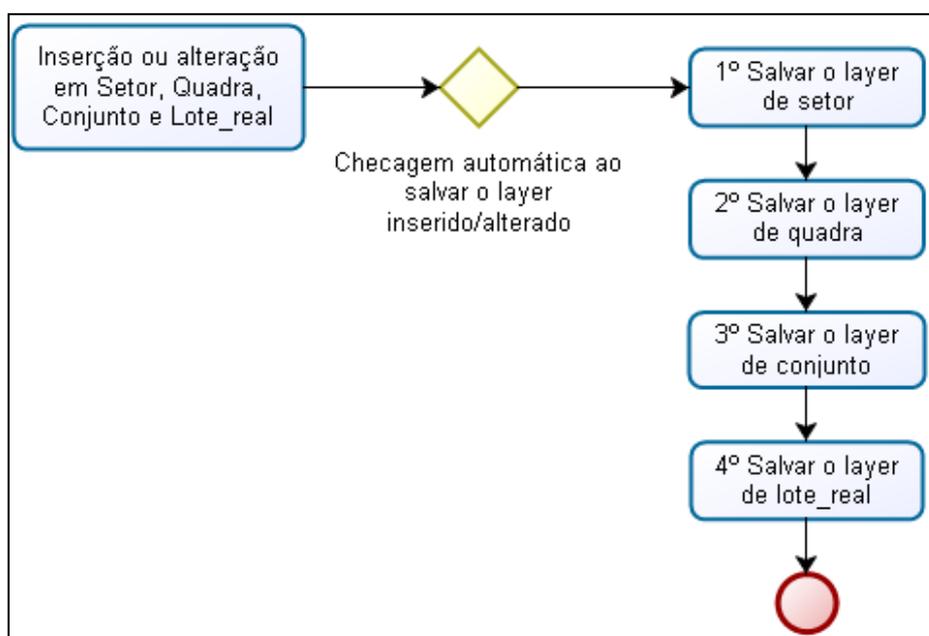


Figura 38: Fluxo de checagem de consistência lógica

A redução das consultas espaciais deve-se ao fato de que, seguindo o fluxo da figura 38, garante-se que a hierarquia menor de endereçamento não está cruzando hierarquias maiores. Por exemplo: se o setor já foi checado e está no banco, isso significa que ele está totalmente inserido em uma RA. Sendo assim, não é necessário verificar se uma quadra que está dentro desse setor cruza a mesma RA, mas apenas o mesmo setor.

Ressalta-se, porém, que, se a referida quadra não possui um setor envolvente, nesse caso, é necessário verificar se ela está totalmente inserida em uma RA. Esse fato é checado no *script*.

A verificação das relações espaciais usa regras de topologia e funções já implementadas na extensão espacial Postgis. A combinação dessas regras e das funções já definidas amplia as possibilidades de verificação e controle das relações espaciais. Um exemplo dessa combinação de funções é apresentado no *script* para verificar se um elemento não cruza outro elemento.

- *Script* 6 exemplo de combinação de funções para verificação topológica

```
“IF (select count(*) from quadra, setor  
      where ST_intersects(NEW.geom, setor.geom) and not  
ST_within(NEW.geom, setor.geom)) >0”
```

Conforme consta na tabela 06, o relacionamento topológico de “cruza” não existe entre áreas ou polígonos. Dessa forma, a verificação foi feita combinando a função de intersecção (*ST_intersects*), que verifica se um polígono tem alguma intersecção com outro polígono. Após isso, foi utilizada a função de contido (*ST_within*) como negação, ou seja, se dois polígonos se intersectam, mas não estão contidos, eles só podem estar um cruzando o outro.

Como a rotina de controle de qualidade de consistência lógica processada diretamente no banco de dados, ela independe da aplicação que está sendo utilizado - desde que o *software* obedeça às regras e modelagem indicadas pelo sistema gerenciador de banco de dados, como por exemplo, regras de domínio e regras de gravação no banco.

5. Conclusão

Pode-se concluir que o objetivo da pesquisa foi alcançado ao final dos estudos com a implementação dos *scripts* de controle de qualidade de consistência lógica, incluindo suas subclasses de consistência topológica e consistência conceitual. Esses *scripts* foram desenvolvidos e implementados de forma a serem ativados automaticamente no banco de dados durante operações de inserção de novos objetos ou ainda, nas operações de atualização de objetos já existentes.

As rotinas, como foram propostas e implementadas, permitiram garantir a qualidade no que tange à consistência lógica dos dados geográficos desde sua inserção no banco de dados, não existindo mais lapso temporal entre a carga dos dados e sua

checagem, o que elimina a possibilidade de utilização de dados sem qualidade pelo usuário.

Por causa da linguagem simples que foi utilizada, as rotinas são facilmente replicadas em outros bancos de dados espaciais, desde que estejam em conformidade com os operadores topológicos do modelo DE-9IM, especificado pela OGC/ISO SQL (ISO 19107, 2003). A automatização é facilmente replicada em outros bancos de dados espaciais tendo em vista que a função de *trigger* é nativa em praticamente todos os sistemas gerenciadores de bancos de dados objeto-relacional do mercado.

Além dos *scripts* desenvolvidos, os fluxos de processos para a garantia da qualidade serão de grande valia nas áreas de controle de qualidade de dados geográficos para auxiliar a formalização de processos rotineiros nessas áreas.

O fato de toda a pesquisa ter sido desenvolvida com base em *softwares* livres possibilita a implementação, com algumas adequações, dos fluxos e *scripts*, principalmente em várias prefeituras do país, onde as receitas e o acesso à aquisição de *softwares* comerciais é mais difícil.

6. Recomendações

Os encaminhamentos deste estudo seguem três vertentes no âmbito das geociências aplicadas. A primeira é continuar o desenvolvimento de ferramentas e rotinas para melhor implementação dos modelos conceituais em bancos de dados geográficos, fortalecendo a cultura do uso de bancos de dados corporativos para a informação geográfica.

A segunda vertente é a implementação ou a facilitação da estruturação de cadastros nas prefeituras do país, inclusive no Distrito Federal, por meio do uso de geosserviços, reduzindo os custos de implantação de infraestruturas de SIGs, o que facilitaria a inserção, atualização e gestão dos dados nos cadastros.

A terceira vertente está no contínuo desenvolvimento de rotinas para controle de qualidade dos demais elementos da informação geográfica, como, por exemplo, a acurácia posicional e a acurácia temática, que não foram abordadas na presente pesquisa de mestrado, pois a qualidade é fator determinante para a credibilidade de uma infraestrutura de dados espaciais.

7. Referencial Bibliográfico

ASSAD, Eduardo Delgado e SANO, Edson Eyji. **Sistema de informações geográficas. Aplicações na agricultura.** 2ª Ed. Brasília: Embrapa – SPI / Embapa – CPAC, 1998.

ANDRADE, Alex J. B., CARNEIRO, Andrea F. T., SANTOS, Julicelia C. **Land specification of a relational database for the Republic of Cape Verde.** 5ª Land Administration Domain Model Workshop. Kuala Lumpur, Malaysia, 2013.

ABDOLMAJIDI, Ehsan; MANSOURIAN, Ali. **Investigating the system dynamics technique for the modeling and simulation of the development of spatial data infrastructures.** *International Journal of Geographical Information Science*, Volume 25, nº 12, p 2001 – 2023, 2011.

BALTAZAR, Luís Miguel Coelho. **Implementação de uma Infra-estrutura de dados espaciais temática: o caso do sistema nacional de informação de ambiente.** Lisboa, 2011. 87f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicado ao Ordenamento). Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, 2011.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. **OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications.** *Geoinformatica*, v. 5, n.3, p. 221-260, 2001.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos.** In: CASANOVA, Marco et al. **Banco de Dados Geográficos.** Curitiba: 2005. Ed. MundoGeo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf>>. Acesso em junho de 2014.

BORZACCHIELLO, Maria Teresa; CRAGLIA, Massimo. **Estimating benefits of Spatial Data Infrastructures: A case study on e-Cadastrals.** *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 41, p 276 – 288, 2013.

BRASIL, **Decreto n. 6.666, de 27 de novembro de 2008**. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e dá outras providências.

BREGT, Arnold; CROMPVOETS, Joep. **World status of national spatial data clearinghouses**. *Urban and Regional Information Systems Association Journal*, Volume 15, APA I, p 43 – 50, 2003.

BURROUGH, P.A.; McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, Gilberto. CASANOVA, Marco A. HEMERLY, Andrea S. MAGALHÃES, Geovane Cayres. MEDEIROS, Claudia Maria Bauzer. **Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 1995.

CÂMARA, Gilberto. **Representações computacionais do espaço geográfico**. In: CASANOVA, Marco et al. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: 2005. Ed. MundoGeo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap1.pdf>>. Acesso em junho de 2014.

CAMBOIM, Silvana Philippi. **Arquitetura para Integração de Dados Abertos à INDE-BR**. Curitiba, 2013. 140f. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas). Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2013.

CAMBOIM, Silvana Philippi. SLUTER, Cláudia Robbi. **Abordagens para criação de ontologias para infra-estrutura nacional de dados espaciais**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2010.

CILIA, Mariano Ariel. **Banco de dados ativos como suporte a restrições topológicas em sistemas de informação geográfica**. Campinas, 1996. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Universidade de Campinas, 1996.

CLEMENTINI, Eliseo. FELICE, Paolino Di. ***A Comparison of Methods for Representing Topological Relationships***. Information Sciences. Volume 3, p 149-178, 1995.

CONCAR – Comissão Nacional de Cartografia. **Plano de ação para implantação da infraestrutura nacional de dados espaciais (INDE)**. Rio de Janeiro, 2010.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 1989.

CUNHA, Egláisa Micheline Pontes; ERBA, Diego Afonso (orgs). **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação. Instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

DAVIS, Clodoveu Augusto. BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. LAENDER, Alberto Henrique Frade. **Restrições de Integridade em Banco de Dados Geográficos**. III *Brazilian Symposium on Geoinformatics*, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em http://www.geoinfo.info/proceedings_geoinfo2001.split/paper7.pdf. Acesso em agosto de 2014.

Distrito Federal, **Lei n. 353 de 18 de novembro de 1992**. Aprova o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF - PDOT institui o Sistema de Planejamento Territorial e Urbano do DF, e dá outras providências.

Distrito Federal, **Lei n. 803 de 25 de abril de 2009**. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF - PDOT e dá outras providências.

EGENHOFER, MAX J. ***A Formal Definition of Binary Topological Relationships***. *Lectures Notes in Computer Science*, Vol. 367, pp 457-472, 1989.

ERBA, Diego Alfonso. **O cadastro Territorial: presente, passado e futuro**. In: ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabrício Leal; LIMA Júnior, Pedro de Novais (Org.). **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana**. Rio de Janeiro: 2005.

ELMASRI, Ramez. NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de Bancos de Dados**. Pearson, 6a. edição em português. 2011.

FUKA, Karel. HANKA, Rudolf. **Information overload and 'just-in-time' knowledge**. *The Electronic Library* 18 (4): 279-85. 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION (2003), **Geographic information – Spatial Schema** – ISO 19107:2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION (2004), **Information Technology – Database languages – SQL Multimedia and Application Packages – Part 3: Spatial** – ISO/IEC 13249-3:2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION (2012), **Geographic information – Land Administration Domain Model(LADM)** – ISO 19152:2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION (2013), **Geographic information – Data quality** – ISO 19157:2013.

JACOBY, Steve; SMITH, Jessica; TING, Lisa; Williamson, Ian. **Developing a common spatial data infrastructure between State and Local Government – an Australian case study**. *International Journal of Geographical Information Science*, Volume 16, nº 4, p 305 – 322, 2002.

KAUFMANN, Jürg; STEUDLER, Daniel. **Cadastre 2014: A vision for a future cadastral system**. *Fédération Internationale des Géomètres – FIG*: 1998. Disponível em: <<http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf>>. Acesso em dezembro de 2012.

KOK, Bas; LOENEN, Bastiaan Van. **How to assess the success of National Spatial Data Infrastructures?**. *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 29, p 699 – 717, 2005.

LOCH, Carlos. **A Realidade do Cadastro Técnico Multifinalitário no Brasil**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1281-1288. Disponível em:

<<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.13.00/doc/1281-1288.pdf>>.

Acesso em dezembro de 2012.

LONGLEY, Paul A.; MAGUIRE, David J. ***The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures***. *Computers, Environment and Urban Systems*, Volume 29, p 3 – 14, 2005.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª ed. Porto Alegre. Bookman. 2013.

LUNARDI, Omar Antônio; PENHA, Alex de Lima Teodoro da; CERQUEIRA, Rodrigo Wanderley de. **O Exército brasileiro e os padrões de dados geoespaciais para a INDE**. IV Simpósio brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, PE. 2012.

MAI, JENS-ERIK. ***The quality and qualities of information***. *Journal of the American society for information science and technology*, 64 (4), p 675 – 688, 2013.

MAZARAKIS REGIS, Marcelo. **Estudo metodológico utilizando a estatística multivariada na análise da tendência socioeconômica: um estudo nos municípios que compõem a grande Florianópolis (SC)**. Florianópolis, 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.

MEDEIROS, Claudia Bauzer. ALENCAR, Alexandre Carvalho de. **Qualidade dos dados e Interoperabilidades em SIG**. Geoinfo – *Brazilian Symposium on Geoinformatics*, IC UNICAMP – CP 617613081-970, Campinas, SP, 1999.

MOBASHERI, AMIN. ***Exploring the Possibility of Semi-automated Quality Evaluation of Spatial Datasets in Spatial Data Infrastructure***. *ITB Journal of Information and Communication Technology*, 2013, Vol 7(1), pp. 1-14.

OLETO, Ronaldo Ronan. **Percepção da qualidade da informação**. *Ciência da Informação*, v.35, n.1, p.57-62, 2006.

OORT, Pepijn Van. ***Spatial data quality: from description to application***. Nederlandse Commissie voor Geodesie – NCG, Netherlands Geodesic Commission, Delft, The Netherlands. 2005.

OOSTEROM, Peter V.; LEMMEN Christiaan; INGVARSSON, Tryggvi; MOLEN, Paul V.; PLOEGER, Hendrik; QUAK, Wilko; STOTER, Jantien; ZEVENBERGEN, Jaap. ***The core cadastral domain model***. *Computers, Environment and Urban Systems*, nº 30, p 627 - 660, 2006.

PARSSIAN, Amir. SARKAR, Sumit. JACOB, Varghese S. ***Assessing Data Quality for Information Products: Impact of Selection, Projection, and Cartesian Product***. *Management Science*, 50 (7): 967-982, 2004.

PELEGRINA, Marcos Aurélio. ***Diagnóstico para Gestão do Imposto Predial e Territorial Urbano***. Florianópolis, 2009. 99f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2009.

PELUSO, Marília L. e OLIVEIRA, Washington Cândido de. ***Distrito Federal: Paisagem, População E Poder***. São Paulo: Harbra, 2006.

PIERCE, Elizabeth M. ***Introduction***. In: WANG, Richard Y. PIERCE, Elizabeth M. MADNICK, Stuart E. FISHER, Graig W. ***Information Quality***. M.E.Sharpe, Armonk, New York, 2005.

PINET, François. ***Entity-relationship and object-oriented formalisms for modeling spatial environmental data***. *Environmental Modelling & Software*, Vol. 33 (2012), pp 80-91, 2012.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. ***Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos – Guia PMBOK***. 4ª Ed. PMI. Estados Unidos da América, 2008.

POULIOT, Jacynthe; VASSEUR, Marc; BOUBEHREZH, Abbas. **How the ISO 19.152 land administration domain model performs in the comparison of cadastral systems: a case study of condominium/co-ownership in Quebec (Canada) and Alsace Moselle (France).** *Computers, Environment and Urban Systems*, nº 40, p 68-78, 2013.

QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. FERREIRA, Karine Reis. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos.** GeoBrasil 2006. INPE. 2006.

RAJABIFARD, Abbas; FEENEY, Mary-Ellen F.; WILLIAMSON, Ian P. **Future directions for SDI development.** *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 4, p 11 – 22, 2002.

REPO, Aatto J. **The value of information: approaches in economics, accounting and management science.** *Journal of American Society for Information Science*, v. 40, n. 2, p. 68-85, 1989.

REYNOLDS, George W. STAIR, Ralph M. **Princípios de Sistemas de Informação.** 1ª Ed. Cengage Learning, São Paulo, 2012.

SERVIGNE S. LESAGE N. LOBOUREL T. **Spatial data quality components, standards and metadata. Fundamentals of Spatial Data Quality.** *International Scientific and Technical Encyclopedia.* Wiley. 2006. ISBN 1905209568. Pp 179 – 208.

SILBERCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados.** São Paulo: Pearson Makron Books, 1999.

SOTILLE, Mauro Afonso; MENEZES, Luís César De Moura Menezes; XAVIER, Fernando Da Silva; PEREIRA, Mário Luís Sampaio. **Gerenciamento do escopo em projetos.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

SOUZA, Guilherme H. B. **Método de modelagem da parcela espacial para o cadastro tridimensional.** Presidente Prudente, 2011. 97f. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas). Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Presidente Prudente, 2011.

STEMPLIUC, Sergio Murilo. Modelagem de restrições de integridade espaciais em aplicações de rede através do modelo UML-Geoframe. 2008. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TABACNIKS, Manfredo Harri. **Conceitos Básicos da Teoria de Erros**. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Edição: Shila e Giuliano S. Olguin São Paulo, 2003.

TAKAOKA H., ORNELLAS R S. **Qualidade da Informação: Divergências no entendimento e propostas de novas construções conceituais**. PRISMA.COM nº 19. 2012. ISSN 1646-3153.

TEIXEIRA, Alexandre de Amorim. **Ottocodificação Estendida e Inteligência Hidrográfica em Banco de Dados Geográficos**. Brasília, 2012. 425f. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas). Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2012.

The PostgreSQL *Global Development Group*. **Manual Documentation** (2014). Disponível em: <http://www.postgresql.org/docs/9.1/interactive/intro-what-is.html> Acesso em outubro de 2014.

TOMLINSON, Roger. **Thinking about GIS: Geographic information System Planning for Managers**. Redlands, California. ESRI Press, 2003.

UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE - UNECE. **Land Administration Guidelines. With Special Reference to Countries in Transition**. ECE/HBP/96. UN New York and Geneva, 1996. Disponível em: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/Publications/land.administration.guidelines.e.pdf>. Acesso em novembro de 2014.

VEREGIN, Howard. **Data quality parameters** In. LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. M., RHIND, D. W. Eds. **Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management, and applications**, Second Edition. Vol 1. John Wiley & Sons,

New York, 1999. Disponível em: http://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/ . Acesso em julho de 2014.

YANG, X. BLOWER, JD. BASTIN, L. LUSH, V. ZABALA, A. MASÓ, J. CORNFORD, D. DÍAZ, P. LUMSDEN, J. *An integrated view of data quality in Earth observation*. Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical, Physical & Engineering Sciences. 371, 2012.

WANG, R.; STRONG, D. M. *Beyond accuracy: What data quality means to data consumers*. Journal of Management Information Systems, v.12, n.4, Spring 1996.

WEBER, Eliseo. ANZOLCH, Roni. LISBOA FILHO, Jugurta. COSTA, Andréia Castro IOCHPE, Cirano. **Qualidade de dados geoespaciais. (Relatório de Pesquisa)** - UFRGS, Porto Alegre. 1999. 37 p

WILLIAMSON, Ian P. *Land administration “best practice” providing the infrastructure for land policy implementation*. Land use policy, nº 18, p 297 – 307, 2001.

WILLIAMSON, Ian. VAEZ, Sheelan S. RAJABIFARD, Abbas;. *Seamless SDI Model Bridging the Gap between land and Marine Environments*. In: LOENEN, B. Van; BESEMER, J.W.J; ZEVENBERGEN, J.A. *SDI Convergence: Research, Emerging Trends, and Critical Assessment*. Netherlands Geodetic Commission, 48, 2009.

ANEXO I – Artigo: Proposta de um modelo conceitual de banco de dados geográficos para o cadastro territorial multifinalitário do Distrito Federal



REVISTA BRASILEIRA DE CARTOGRAFIA

CAPA SOBRE PÁGINA DO USUÁRIO PESQUISA ATUAL
ANTERIORES

Capa > Usuário > Autor > Submissões > #970 > Resumo

#970 SINOPSE

RESUMO AVALIAÇÃO EDIÇÃO

SUBMISSÃO

Autores Edilson de Souza Bias
Título PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA O CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO DO DISTRITO FEDERAL
Documento original 970-4282-1-SM.DOC 2014-10-28
Docs. sup. Nenhum(a) [INCLUIR DOCUMENTO SUPLEMENTAR](#)
Submetido por Prof. Dr. Edilson de Souza Bias [✉](#)
Data de submissão outubro 28, 2014 - 01:41
Seção Artigos
Editor Alan Salomão Graça [✉](#)

SITUAÇÃO

Situação Em avaliação
Iniciado 2014-10-28
Última alteração 2014-12-07

METADADOS DA SUBMISSÃO

[EDITAR METADADOS](#)

AUTORES

Nome Edilson de Souza Bias [✉](#)
Instituição/Afiliação Universidade de Brasília, Instituto de Geociências.
País Brasil
Resumo da Biografia Possui graduação em Geografia pelo Centro Universitário de Brasília (1994), mestrado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998) e doutorado em Geografia Rio Claro pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003). Atualmente é sócio - Georreferência - Consultoria e Treinamento em Geoprocessamento Ltda e professor adjunto I da Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Planejamento Urbano, atuando principalmente nos seguintes temas: geoprocessamento, planejamento urbano, morfometria, rdvi e transporte.

Contato principal para correspondência.

TÍTULO E RESUMO

IDIOMA

Selecione o idioma

Português (Brasil) [↕](#)

[Submeter](#)

USUÁRIO

Logado como:
ebias
[Perfil](#)
[Sair do sistema](#)

CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Escopo da Busca

Todos [↕](#)

[Pesquisar](#)

Procurar

[Por Edição](#)
[Por Autor](#)
[Por título](#)

AUTOR

[Submissões](#)
[Ativo \(3\)](#)
[Arquivo \(1\)](#)
[Nova submissão](#)

TAMANHO DE FONTE



[Ajuda do sistema](#)

INFORMAÇÕES

[Para leitores](#)
[Para Autores](#)
[Para Bibliotecários](#)

Título PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA O CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO DO DISTRITO FEDERAL

Título em Inglês —

Resumo O objetivo do presente artigo é apresentar um modelo conceitual de Banco de Dados Geográficos para atender o Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal – CTM/DF. Para a implementação do modelo proposto foi levado em consideração a realidade do DF, principalmente em funções das particularidades da estrutura de endereçamento. A partir do modelo conceitual foi possível implementar um Banco de Dados Geográficos, capaz de auxiliar os gestores públicos nas tomadas de decisões com a disponibilização de informações organizadas e consistentes, provenientes de diversos órgãos da administração direta e indireta do governo do Distrito Federal.

INDEXAÇÃO

Idioma pt

AGÊNCIAS DE FOMENTO

Agências —

Revista da Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto - SBC | Copyright © 2010 | Todos os direitos reservados

PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS PARA O CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO DO DISTRITO FEDERAL

Propouse of a Conceptual Model of Geographical Database for Territorial Multipurpose Cadastre of the Federal District

Felipe Santos Araújo¹
Edilson de Souza Bias¹
Maristela Terto de Holanda¹

¹Universidade de Brasília - UnB
Instituto de Geociências
Endereço para correspondência
E-mail: feijao007@gmail.com
edbias@unb.br
maristela.holanda.unb@gmail.com

RESUMO

O objetivo do presente artigo é apresentar um modelo conceitual de Banco de Dados Geográficos para atender o Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal – CTM/DF. Para a implementação do modelo proposto foi levado em consideração a realidade do DF, principalmente em funções das particularidades da estrutura de endereçamento. A partir do modelo conceitual foi possível implementar um Banco de Dados Geográficos, capaz de auxiliar os gestores públicos nas tomadas de decisões com a disponibilização de informações organizadas e consistentes, provenientes de diversos órgãos da administração direta e indireta do governo do Distrito Federal.

Palavras chaves: Banco de Dados Geográficos, Cadastro Territorial Multifinalitário, Sistemas de Informação Geográfica, Sistema de Informações Territoriais e Urbanas do DF - SITURB

ABSTRACT

The aim of this paper is to present a conceptual model of Geographical Database to meet the Multipurpose Territorial Cadastre Federal District - CTM / DF. For the implementation of the proposed model was taken into account from the DF mainly functions of the peculiarities of addressing structure. From the conceptual model it was possible to implement a Geographical Database can help public managers in decision making with the provision of organized information from many publics administration, of Federal District government.

Keywords: Geographical Database, Territorial Multipurpose Cadastre, Geographic Information System, Territorial and Urban Data System of Distrito Federal – SITURB

1. INTRODUÇÃO

A gestão do território é uma atividade muito

importante para o Estado. No caso brasileiro a gestão territorial pode ser dividida em gestão das áreas rurais, de responsabilidade da União, e gestão das áreas urbanas, de responsabilidade dos municípios, sendo de

responsabilidade dos municípios o contínuo desenvolvimento urbano, promovendo a função social da terra e o bem-estar do cidadão.

O Distrito Federal – DF é um ente federativo com características híbridas, apresentando obrigações e direitos relativos aos estados e municípios, tendo ainda outra característica própria que é a divisão administrativa em Regiões Administrativas – RAs, na qual os seus administradores são indicados pelo Governador.

As RAs não possuem arrecadação própria, sendo o tesouro do DF apenas um e administrado pelo governo do Distrito Federal - GDF. Ao GDF cabe a tributação tanto de tributos estaduais como IPVA e IPTU, sendo que, para cobrança deste último é necessário o conhecimento e o controle do uso do solo urbano. Uma ferramenta que auxilia essa atividade é o Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM.

O CTM no seu estágio atual de desenvolvimento passou a ser uma ferramenta de auxílio às tomadas de decisão de políticas públicas, além das funções de representação do território e tributação. Para o desempenho dessas funções o CTM utiliza-se de tecnologias de Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica – SIG.

O Sistema de Informação Geográfica - SIG, tem como função primordial na entrada, no armazenamento, recuperação, transformação e exibição de dados espaciais do mundo real na forma computacional. Essa representação do mundo real no ambiente computacional carece da implementação de uma modelagem, visando otimizar os processos vinculados às diversas tarefas que deverão ser efetuadas a partir da extração dos dados.

Este artigo tem como Objetivo demonstrar uma modelagem conceitual de Banco de Dados Geográficos – BDG – para atender o Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal – CTM/DF.

No Distrito Federal - DF já existe um SIG criado pela Lei nº 353 de novembro de 1992 denominado de Sistema de Informações Territoriais e Urbanas do DF – SITURB, que compõem o Sistema de Planejamento do DF - SISPLAN. O CTM/DF fará parte do SITURB incorporando novas informações e utilizando as informações já existentes.

Parte importante de um CTM é a organização da cidade a partir do modelo de endereçamento de seus lotes. Grande parte dos municípios no Brasil utiliza um sistema métrico de endereçamento. Já no DF, o endereçamento não é padronizado e quando se observa o banco de dados constante no SITURB, nota-se que o endereçamento da maioria dos lotes se comporta de forma hierárquica, necessitando uma tratativa toda especial. Por exemplo, SRIA I, Setor Residencial Indústria e Abastecimento I, QE 3, Quadra Externa 3, Cj H, Conjunto H, Lt 42, Lote 42

Conforme pode ser observado na Figura X, a hierarquia no endereçamento do DF se faz a partir de 4 entidades: Setor, quadra, conjunto e lote. Mas essa

hierarquia não é rígida, apresentando um desafio a mais para a modelagem do padrão que irá atender o BDG do CTM/DF.

2. CADASTRO TERRITORIAL MUTIFINALITÁRIO E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Nesta seção será apresentado o conceito de CTM e de SIG utilizados nesse trabalho.

2.1. O Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM

Segundo Erba (2005) não há um consenso na definição e função do Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM.

No dicionário Aurélio da língua portuguesa o termo cadastro é definido como sendo “o registro público dos bens imóveis de um determinado território, o registro de bens privados de um determinado indivíduo” (ERBA, 2005). Para Lima (apud MAZARAKIS, 2008) o “CTM é um conjunto de informações gráficas e descritivas de uma porção da superfície terrestre, contendo as propriedades imobiliárias corretamente georreferenciadas”.

A definição apresentada na Declaração sobre Cadastro redigida pela Federação Internacional de Agrimensores – FIG afirma que o cadastro é um inventário público de dados referentes a todos os objetos terrestres em um determinado território, sendo esses objetos identificados pelos seus limites e classificados pela sua origem, valor, dimensão e direitos (KAUFMANN e STEUDLER, 1998).

A Portaria Ministerial nº 511, de 07 de dezembro de 2009, editada pelo Ministério das Cidades define para o Brasil o CTM como sendo o inventário territorial oficial e sistemático do município (CUNHA e ERBA, 2010).

Neste artigo, o CTM será entendido como o conjunto de dados alfanuméricos associados à informação gráfica das parcelas do território, localizadas e referenciadas à um sistema de coordenadas e projeção única.

No Brasil, segundo Cunha e Erba (2010) o CTM deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro, tendo como sistema de projeção a Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM.

As funções do CTM foram sendo aprimoradas ao longo de seu

desenvolvimento, segundo Erba e Loch (2007) essas funções podem ser representadas por 5 ondas.

- 1ª onda – Arrecadação;
- 2ª onda – Ordenamento Territorial;
- 3ª onda – Planejamentos Integrados;
- 4ª onda – Cadastro 2014;
- 5ª onda – Alta Tecnologia;

Ressalta-se para esse artigo que a 3ª onda foi, segundo Erba (2005), influenciada pela conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos – Habitat II, nas quais surgiram novos paradigmas para o cadastro ampliando sua participação, somando aos dados econômico-físico-jurídico das parcelas, os dados ambientais e sociais dos seus ocupantes. Dessa influência e da agregação dos novos dados ao cadastro, que se constitui o entendimento de Multifinalidade ao Cadastro.

Para Cunha e Erba (2010) a multifinalidade do CTM é garantida quando dados de diversas fontes passam a integrar a sua base alfanumérica. A qualificação da base gráfica do CTM será garantida por meio da qualidade dessa base alfanumérica, fato este que representa o grande desafio para os administradores dos CTM.

No caso da administração pública entende-se que a variedade das informações virá da temática própria de cada um dos órgãos que a compõem, resultando em um conjunto de dados sobre a realidade física, jurídica, econômica, social e ambiental da cidade.

2.2. Sistema de Informação Geográfica

Os objetos geográficos estão localizados na superfície terrestre, as relações sociais se materializam na forma desses objetos geográficos, agregando função e valor a esses objetos. As pesquisas envolvendo estes objetos geográficos pressupõe uma análise espacial.

A análise espacial tem seu contínuo desenvolvimento garantido por três bases do conhecimento: matemática com soluções voltadas para problemas espaciais (topológicos); métodos estatísticos e análise de séries temporais; e o desenvolvimento da computação vinculada ao aumento no poder de processamento dos hardwares.

Para Burrough (1998) o uso de computadores para mapeamento e análise espacial tem se desenvolvido paralelamente com os métodos de aquisição automática, análise e apresentação de dados em diversas áreas, inclusive cadastral e de planejamento urbano.

Para Medeiros (1999) o geoprocessamento é o conjunto de procedimentos que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

Para Assad (1998) o instrumental que opera com esse conjunto de conhecimentos são os Sistemas de Informação Geográfica – SIG, ressaltando ainda que esse instrumental permite análises complexas ao integrar dados de diversas fontes.

Longley et al. (2013) apresenta diferentes definições de SIG indicando grupos que entendem a definição como mais apropriada:

- Repositório de mapas – público em geral;
- Ferramenta computadorizada para resolver problemas geográficos – planejadores e tomadores de decisão;
- Sistema de apoio à decisão espacial – administradores e pesquisadores em gestão operacional;
- Inventário mecanizado da distribuição geográfica de feições e infraestruturas – gestores de serviços públicos;
- Ferramenta para realizar operações sobre dados geográficos muito trabalhosas, caras, ou sujeitas a erros se fizer manualmente – planejadores.

Burrough (1998) entende um SIG como o conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais do mundo real, para um determinado fim. Câmara (1995) afirma que o termo SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e apresenta na figura 1 a arquitetura de um SIG.

Longley et al. (2013) afirma ainda que ao longo dos anos várias outras definições de SIG estão surgindo, mas que mas que nenhuma delas é inteiramente satisfatória.

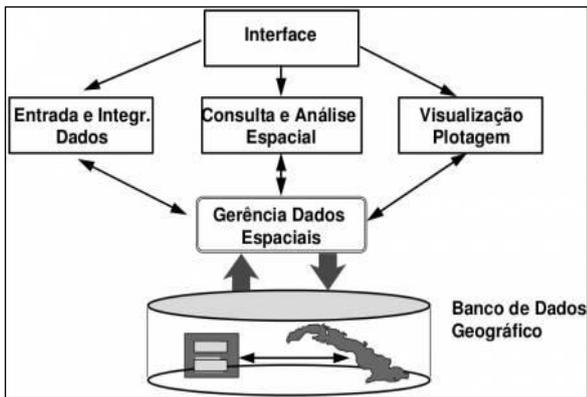


Figura 1 – Arquitetura de um Sistema de Informação Geográfica. Fonte: Câmara, 2005.

Um SIG deve conter três tipos de informação referente ao objeto geográfico: sua geometria de representação, seus atributos e sua localização na superfície terrestre. Além disso, um SIG deve ser capaz de trabalhar as relações espaciais entre os objetos geográficos.

Entende-se então que o SIG registra a forma – geometria, a função – atributos, e a estrutura de relacionamento – estrutura – dos objetos geográficos estudados, além de sua localização na superfície terrestre. Essas categorias de forma, função e estrutura, são segundo Santos (1985) categorias analíticas primárias para a compreensão do espaço.

Ao SIG pode-se atribuir vários usos como a produção de mapas, suporte à análise espacial de fenômenos físicos e sociais e, com importância maior para esse artigo, o apoio à gestão pública e controle de aplicação de políticas públicas.

3. REPRESENTAÇÕES EM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Nessa seção será tratada a problemática envolvendo a representação dos objetos do mundo real no universo computacional.

3.1. O processo de representação

Segundo Câmara (2005) o problema fundamental da geoinformação é a produção de representações computacionais do espaço geográfico, ou seja, o processo de representação do mundo real em sistemas computacionais.

Para esse processo Câmara adaptou o paradigma dos quatro universos para a geoinformação. O paradigma propõe quatro passos para a representação computacional

(CÂMARA, 2005). Os universos são os apresentados na figura 2.

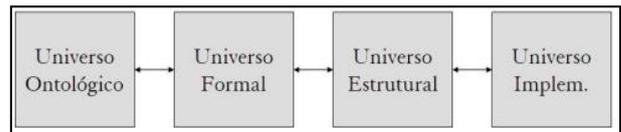


Figura 2 – Paradigma dos quatro universos. Fonte: Câmara, 2005.

O universo ontológico é o momento da escolha das entidades a serem representadas e a conceituação dessas entidades visando o compartilhamento dessa informação. Quanto mais representativa a conceituação das entidades melhor o entendimento da representação computacional.

Os objetos geográficos são de dois tipos básicos de conceitos: os conceitos físicos e os conceitos sociais e institucionais (CÂMARA, 2005).

Definido e conceituado as entidades que serão representadas digitalmente passa-se para o segundo universo. O universo formal que representa um componente intermediário entre os conceitos do universo ontológico e as estruturas de dados e algoritmos computacionais, na tentativa de se minimizar as inconsistências da passagem dos conceitos do universo ontológico direto para a lógica matemática computacional.

Existem dois modelos formais para os objetos geográficos, o geo-campo e os geo-objetos. O geo-campo é o modelo para fenômenos geográficos contínuos, como por exemplo, temperatura e índice de pobreza, já o geo-objeto é o modelo para fenômenos geográficos de limites distintos e identificáveis, por exemplo, os lotes do CTM ou os distritos de um município.

Esses objetos sejam geo-campos ou geo-objetos devem poder ser mensurados, conforme suas características no mundo real.

As escalas nominal e ordinal são escalas temáticas, onde o atributo não indica a magnitude do fenômeno. Na escala nominal os objetos são classificados de forma distinta sem ordem natural, por exemplo, os usos do solo num CTM – residencial, comercial, industrial e institucional – apenas diferenciam os objetos segundo um mesmo atributo. Na escala ordinal existe uma classificação que implica numa ordenação natural do

fenômeno, por exemplo, a classificação da densidade demográfica de uma determinada área urbana em alta, média, baixa e muito baixa, essa classificação por si só demonstra uma ordem na densidade das áreas (CÂMARA, 2005).

Após o universo formal as entidades geográficas já estão conceituadas, caracterizadas quanto à definição de limites e ao tipo de mensuração. Resta ainda ser definido qual tipo de estrutura de dados melhor representará cada entidade, isso deve ocorrer no universo estrutural.

Os bancos de dados geográficos, conforme Câmara (2005) utilizam duas classes de estruturas de dados para representar os fenômenos do mundo real, são as estruturas vetoriais e matriciais. As estruturas vetoriais utilizam três formas básicas para representar os objetos geográficos, são elas o ponto, a linha e a área ou polígono.

Modelado a forma de representação do dado geográfico passa-se agora à implementação. No universo de implementação é que são tomadas as decisões de programação, que devem levar em consideração as condições de hardware e software disponíveis para a utilização, armazenagem e distribuição dos dados geográficos.

Essas condições envolvem a escolha de unidades de armazenagem da informação, forma de acesso ao dado, organização para armazenagem e recuperação do dado. Incluindo também, a escolha dos softwares utilizados nessas ações de análise, armazenagem e recuperação de dados.

3.2. O modelo de dados OMT-G

Um modelo de dados, segundo Silberchatz, et al. (1999), é "um conjunto de ferramentas conceituais usadas para a descrição de dados, relacionamentos entre dados, semântica de dados e regras de consistência".

Os modelos para dados geográficos necessitam apresentar primitivas apropriadas para a representação de dados espaciais Borges e Davis (2004), para esses autores tendo em vista as características dos objetos geográficos e a complexidade deles no mundo real, seus modelos devem apresentar uma melhor abstração de conceitos, de tipos de entidades e seus

inter-relacionamentos. Entre os modelos existentes que suportam dados geográficos pode-se citar o GeoOOA, MODUL-R, GeoFrame e o OMT-G, Borges e Davis (2004). O modelo OMT-G foi escolhido para a especificação do banco de dados desse trabalho uma vez que esse é o modelo adotado pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e que contemplara a organização e estruturação dos dados que farão parte do CTM.

Ainda conforme Borges e Davis (2004) o modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da Unified Modeling Language – UML – introduzindo primitivas geográficas objetivando diminuir a distância entre o modelo mental do espaço e o modelo de representação, suportando a geometria e a topologia dos dados geográficos, associando atributos alfanuméricos a cada classe, permitindo ainda a representação dos geocampos e dos geo-objetos.

O modelo é baseado em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais. As classes e relacionamentos definem as primitivas básicas usadas para criar esquemas estáticos de aplicação, Borges e Davis (2004).

3.3. Banco de Dados Geográfico

Conforme Silberchatz, et al. (1999) um banco de dados é um conjunto de dados, sendo acessado por meio de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados – SGBD – que é constituído por esse conjunto de dados associado a um conjunto de programas.

O conjunto de programas do SGDB deve ser capaz de gerenciar que tipo de informação está disponível para cada tipo de usuário, assim como diferenciar quais usuários tem permissão para alterar alguma informação do conjunto de dados.

Assim, um banco de dados geográficos é um banco de dados que suporta armazenar dados espaciais, incluindo suas geometrias, seus atributos, seus relacionamentos espaciais e sua localização referente à superfície terrestre.

Segundo Borges e Davis (2004) para bancos de dados convencionais as restrições de integridade estão garantidas na forma de

domínios, de chaves, de integridade referencial e de integridade semântica. Para banco de dados geográficos, além dessas citadas, incluem-se as restrições referentes às relações topológicas, as propriedades geométricas e as relações espaciais dos objetos. Essas regras de integridade são determinadas com base nas classes e seus relacionamentos espaciais, expressos no modelo conceitual do banco de dados.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nesse artigo

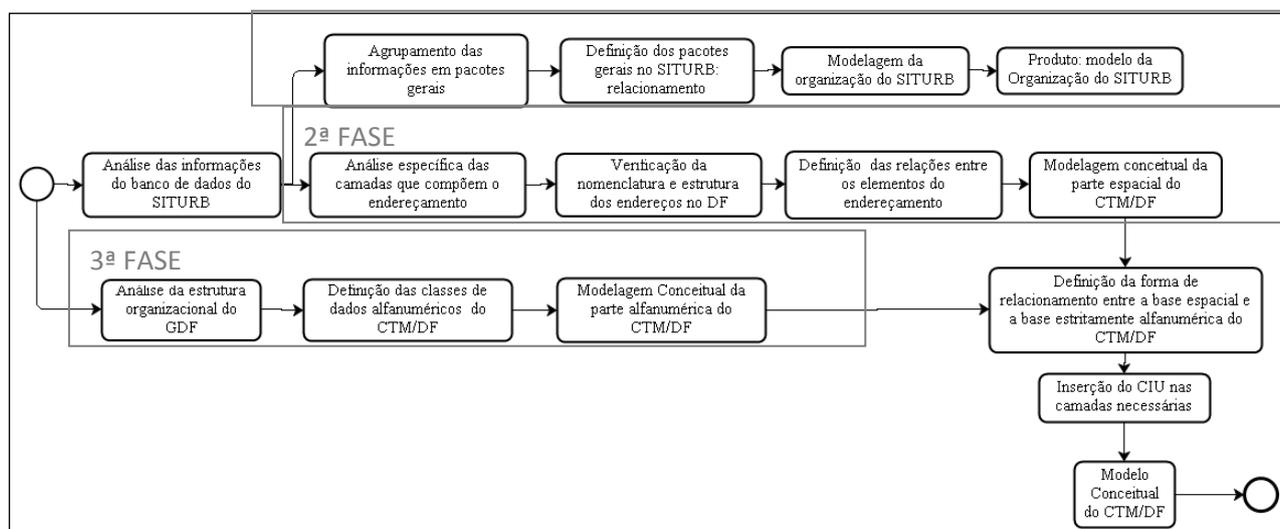


Figura 3: Fluxo metodológico

A primeira etapa do presente trabalho foi o desenvolvimento da 1ª fase do fluxo, que consistiu em determinar onde o CTM/DF estaria situado dentro da realidade do Sistema de Informação Territorial e Urbana do Distrito Federal – SITURB. Para isso, se fez um modelo de pacotes de classes, que são vistos na figura 4, demonstrando-se quais os pacotes compõem o referido sistema. Esses pacotes foram definidos a partir da análise das informações que compõem o BDG do SITURB e o agrupamento das informações de forma geral.

Após a definição dos pacotes foi modelado o relacionamento entre eles, mas ainda sem indicar a forma desse relacionamento.

A segunda etapa consistiu em especificar propriamente dito o modelo do CTM/DF, consistindo no desenvolvimento das 2ª e 3ª fase do fluxo metodológico, caracterizada pela definição espacial do modelo e o tratamento das bases

foram as bases do SITURB principalmente os layers de informações referentes ao endereçamento do Distrito Federal, tendo em vista que o CTM ainda não está implementado no DF ele ainda não possui layers para consulta no SITURB.

Na figura 3 é apresentado o fluxo metodológico utilizado nesse artigo. Notam-se três fases distintas no fluxo, ressalta-se que as 2ª e 3ª fases foram feitas em paralelo após a finalização da 1ª fase.

alfanuméricas do cadastro.

A partir da análise das informações constantes no SITURB que se referem ao endereçamento foi possível determinar quais classes formariam essa parte do modelo. Em seguida, já com a definição de quais classes estariam no pacote CTM/DF, foi determinada qual a forma de representar, relacionamentos e atributos que compõem cada uma das classes. Com essas definições foi elaborado o modelo conceitual propriamente dito do BDG do CTM/DF.

O segundo momento foi voltado às classes alfanuméricas que não fazem parte do endereçamento. A definição dessas bases partiu da análise da organização administrativa do GDF e quais as informações temáticas poderiam ser especializadas através da base cartográfica.

Com o modelo do BDG do CTM/DF pronto foi elaborado a Relação de Classes e Objetos do banco.

5. RESULTADOS

5.1. Modelo de Organização do SITURB

Tendo em vista que o CTM/DF é parte integrante do SITURB foi modelada uma nova estrutura para este sistema, objetivando a organização das informações

em pacotes de classes, conforme descrito no item referente ao Método. A figura 4 apresenta esse modelo com seus respectivos diagramas de classe.

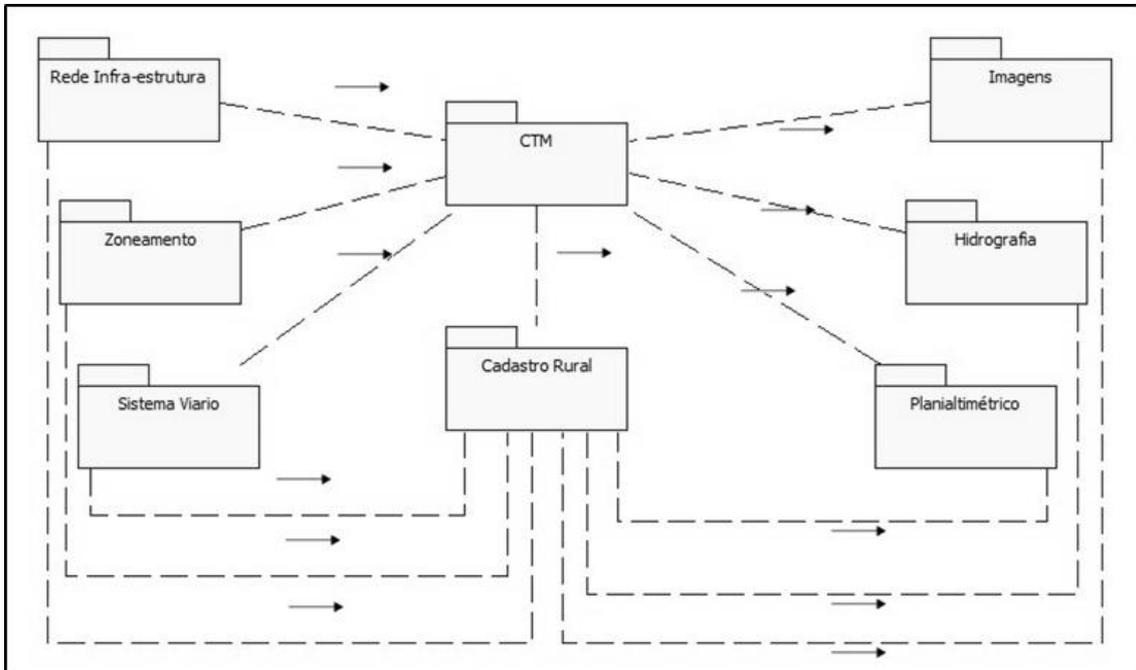


Figura 4: Modelo de organização do SITURB.

O intuito nesse novo modelo de organização do SITURB foi além de situar o CTM/DF como um pacote de informações, organizar as informações de modo que os dados que independem de estarem em meio urbano ou rural continuem representadas e agrupadas sem essa vinculação.

Por exemplo, a hidrografia é constante independente de estar no meio rural ou urbano ela não muda seus atributos, outro exemplo é o próprio zoneamento que é definido, no caso do DF, pelo Plano Diretor de Ordenamento Territorial – PDOT.

Os pacotes centrais terão informações predominantemente urbanas, no caso do CTM, e predominantemente rurais, no caso do Cadastro Rural. Ressaltando que as informações de um pacote poderão estar presentes num outro pacote, mas sempre sendo definido no seu pacote de origem, um exemplo disso é a divisão territorial denominada lote que é um objeto original do CTM, mas que pode existir no meio rural também, nesse caso suas

características serão definidas ainda na modelagem do CTM e não no cadastro rural.

Para a pesquisa entendeu-se que a divisão de rural e urbano pode proporcionar uma melhor análise do território, e posterior composição do todo por meio de mapas temáticos.

Apenas o contido no pacote CTM foi modelado nesse artigo os demais pacotes deverão ser modelados em momento oportuno. Em muitos casos, dependendo do objeto e da escala do dado, essa modelagem deverá seguir as especificações técnicas da INDE/CONCAR.

5.2. Modelo Conceitual do BDG do CTM/DF

Partindo de análise sobre os dados da camada de lotes do Banco de Dados do SITURB notou-se que a maior parte dos endereços do DF deveria obedecer a uma hierarquia a partir dos elementos de setor, quadra, conjunto e lote, devendo ocorrer conforme a figura 5.

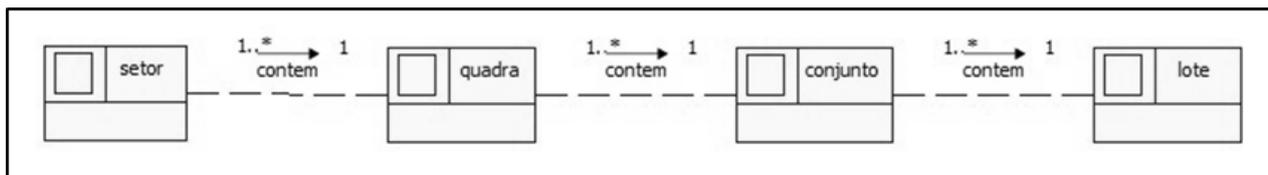


Figura 5: Modelo hierárquico de endereçamento do DF - SITURB.

Conforme o modelo apresentado na figura 5, o endereçamento se comportaria da seguinte forma: um setor conteria várias quadras, e cada quadra teria apenas um setor relacionado. Já a quadra conteria vários conjuntos, e cada conjunto teria apenas uma quadra relacionada a ele. E assim funcionando com os elementos conjunto e lote.

Mas a realidade encontrada no

endereçamento do DF é outra. Nem sempre essa hierarquia é obedecida, em diversos casos encontram-se endereços que do setor passasse direto para o conjunto, ou ainda, não possuem possuindo setor, apenas quadra e lote. Na tabela 1 segue alguns exemplos de "desvio" de hierarquia de endereçamento encontrado no DF.

Tabela 1: Exemplos de endereçamentos

| Setor | Quadra | Conjunto | Lote | Endereço |
|--------|-----------|----------|------------|---------------------------|
| SIA | Trecho 3 | - | Lt 725/735 | SIA Trecho 3 Lt 725/735 |
| SIA | Trecho 17 | Rua 6 | Lt 25 | SIA Trecho 17 Rua 6 Lt 25 |
| SCIA | Q 15 | Cj 2 | Lt 9 | SCIA Q 15 Cj 2 Lt 9 |
| SRIA I | QI 14 | Cj D | Lt 104 | SRIA I QI 14 Cj D Lt 104 |
| SRIA I | QI 6 | - | BI T | SRIA I QI 6 BI T |
| SGCV | - | - | Lt 26 | SGCV Lt 26 |

Os tipos de endereçamento que diferem dos apresentados, setor, quadra, conjunto e lote, são analisados e, conforme sua morfologia, incluídos em uma das classes de endereçamento do modelo. Por

exemplo, uma chácara pode ser inserida na coluna de Quadra ou de Lote, a depender de sua morfologia, conforme indicado na tabela 2.

Tabela 2: Exemplos de endereços com Chácara

| Setor | Quadra | Conjunt o | Lote | Endereço |
|---------------------------------|---------|--------------|---------|--|
| Colônia Agrícola Vereda da Cruz | Chac 15 | - | Lt 15D | Colônia Agrícola Vereda da Cruz Chac 15 Lt 15D |
| Colônia Agrícola Arniqueira | - | - | Chac 40 | Colônia Agrícola Arniqueira Chac 40 |

No caso em que a denominação

"Chac 15" está na coluna de quadra deve-se ao fato da chácara ter sido loteada em

várias unidades menores. No caso em que "Chac 40" está na coluna lote mantêm-se a gleba sem fracionamentos.

Tendo em vista a realidade apresentada na tabela 1, o modelo não pôde seguir uma estrutura hierárquica linear, conforme é visto na figura 5.

A partir do modelo proposto as classes referentes ao endereçamento podem se relacionar sem necessariamente seguir a hierarquia de endereçamento, possibilitando assim a representação da realidade do DF e mantendo a integridade do BDG.

As classes referentes ao endereçamento se relacionarão por meio de relacionamentos espaciais. Não necessitando de chaves primárias e estrangeiras como é utilizado nos bancos de dados convencionais. Destacando a formação da classe RA que é uma subdivisão planar, o que já pressupõem a topologia de adjacência, ou seja, não existem espaços vazios entre os polígonos dessa classe.

A agregação espacial entre as classes limite_DF e RA indica que o limite do DF é composto pela agregação dos objetos da classe RA, não podendo assim ter nenhum espaço sem informação de RA dentro desta classe, conforme pode ser visto na figura 6.

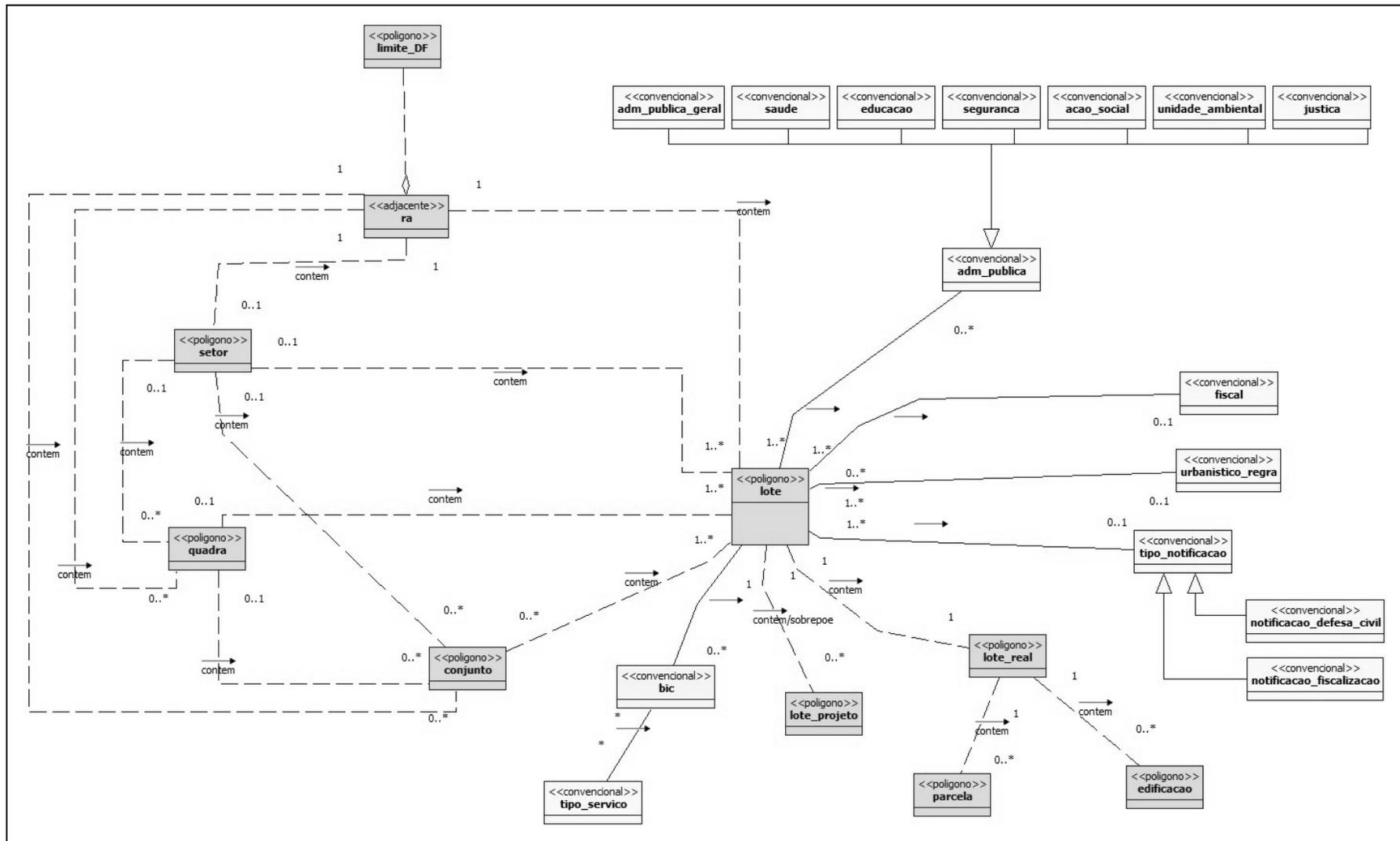


Figura 6: Modelo do BDG do CTM/DF, com a supressão dos atributos das classes.

As classes convencionais/alfanuméricas do modelo apresentado na figura 6 atribuirão características de multifinalidade ao CTM/DF. A chave de ligação entre a base gráfica e a base alfanumérica do BDG do CTM/DF será o CIU – Código identificador único – possibilitando o relacionamento da classe de lote com as classes convencionais.

A primeira classe que se destacou da relação foi a classe lote. Essa classe é central no modelo conceitual do BDG do CTM/DF, pois ela desempenha duas funções. A primeira é a de divisão territorial básica do CTM/DF e a segunda é que nela estarão vinculadas, por meio da chave primária CIU, todas as informações que caracterizarão a ocupação territorial no Distrito Federal. Na tabela 2 é detalhada essa classe.

5.3. As principais classes do modelo

Tabela 2: Classe **lote** do BDG do CTM/DF

| Classe | Descrição | | Primitiva geométrica |
|--------------|--|---|----------------------|
| Lote | Classe hierárquica de endereçamento, divisão do espaço urbano | | Polígono |
| Atributos | Tipo | Descrição | Domínio |
| Ciu | Integer | Código Identificador Único - chave primária para os relacionamentos envolvendo lote - numérico sequencial | A ser preenchido |
| ra_cod | Integer | Código atribuído à cada RA para utilização no BDG | A ser preenchido |
| setor_cod | Integer | Código atribuído à cada setor para utilização no BDG | A ser preenchido |
| quadra_cod | Integer | Código atribuído à cada quadra para utilização no BDG | A ser preenchido |
| conjunto_cod | Integer | Código atribuído à cada conjunto para utilização no BDG | A ser preenchido |
| lote_cod | Integer | Código, numérico sequencial e único, atribuído à cada lote para utilização no BDG | A ser preenchido |
| lote_sigla | String | Sigla padronizada do lote | A ser preenchido |
| lote_nome | String | Nome do lote | A ser preenchido |
| Endereço | String | Resultado da concatenação de todos os elementos de endereçamento | A ser preenchido |
| OBS.: | Unidade básica do CTM/DF para onde todas as informações convergem. Essa classe será composta por todos os lotes urbanos do DF, projetados ou não, legais ou ilegais. | | |

A próxima classe é a classe "bic", abreviação de Boletim de Informações Cadastrais, o boletim é o documento utilizado nas coletas de informações cadastrais em campo. Buscou-se com o

boletim caracterizar a cidade por três elementos: a infraestrutura de logradouro, o terreno e o imóvel.

Por meio da classe "bic" (tabela 3) será possível vincular todas as

características referentes à qualificação de infraestrutura de logradouro, terreno e imóvel atribuídos à classe de lote. Outro ponto importante na classe "bic" é a

possibilidade de confrontação do endereçamento colhido em campo e o informado na base de dados SITURB.

Tabela 3: Classe **bic** do BDG do CTM/DF

| Classe | Descrição | | Primitiva geométrica |
|--------------|---|---|---------------------------------|
| bic | Boletim de Informações Cadastrais - informações colhidas em campo | | Classe Convencional |
| Atributos | Tipo | Descrição | Domínio |
| ciu | <i>Integer</i> | Código Identificador Único - chave primária para os relacionamentos envolvendo lote - numérico sequencial | A ser preenchido |
| pavimentacao | <i>String</i> | Tipo de pavimentação da via em frente ao lote | Asfalto |
| | | | Calçamento diferente de Asfalto |
| | | | Sem Pavimentação |
| declividade | <i>String</i> | Declividade da via em relação ao lote, leva-se em consideração o sentido da via | Plano |
| | | | Active |
| | | | Declive |
| tipo_servico | <i>String</i> | Serviços públicos disponíveis para o lote, independente da utilização | A ser preenchido |
| ra | <i>String</i> | Ra indicada no endereço da fachada do lote | A ser preenchido |
| setor_bairro | <i>String</i> | Setor ou bairro indicado na fachada do lote | A ser preenchido |
| quadra | <i>String</i> | Quadra indicada na Fachada do lote | A ser preenchido |
| conjunto | <i>String</i> | Conjunto indicado na fachada do lote | A ser preenchido |
| bloco | <i>String</i> | Bloco indicado na fachada do lote | A ser preenchido |

| | | | |
|------------------|----------------|--|-------------------------|
| lote_casa | <i>String</i> | Número do lote ou da casa indicado na fachada do lote | A ser preenchido |
| conf_quadra | <i>String</i> | Confrontação - Quadra indicada na Fachada do lote vizinho a direita | A ser preenchido |
| conf_conjunto | <i>String</i> | Confrontação - Conjunto indicado na fachada do lote vizinho a direita | A ser preenchido |
| conf_bloco | <i>String</i> | Confrontação - Bloco indicado na fachada do lote vizinho a direita | A ser preenchido |
| conf_lote_casa | <i>String</i> | Confrontação - Número do lote ou da casa indicado na fachada do lote vizinho a direita | A ser preenchido |
| ocupacao | <i>String</i> | Ocupação existente no lote | Edificado |
| | | | Sem edificação |
| | | | Ruínas |
| | | | Em Construção |
| utilizacao | <i>string</i> | Uso existente no lote | Sem uso |
| | | | Serviço |
| | | | Industrial |
| | | | Religioso |
| | | | Comercial |
| | | | Residencial Unifamiliar |
| | | | Residencial Coletivo |
| | | | Lazer |
| Institucional | | | |
| Atributos | Tipo | Descrição | Domínio |
| murado_cercado | <i>Boolean</i> | Indica se o lote está com suas divisas definidas seja por cerca ou muro | Sim |
| | | | Não |
| calçada | <i>String</i> | Indica a situação da calçada em | Não possui |

| | | | |
|----------------------|---|---|---------------------------------|
| | | frente ao lote | Regular |
| | | | Degraus/desníveis longitudinais |
| | | | Obstáculos obstruindo passagem |
| | | | Quebrada/esburacada |
| situacao | <i>String</i> | Indica a posição do lote em relação aos seus vizinhos | Esquina |
| | | | Encravado |
| | | | Beco |
| | | | Meio de quadra |
| n_pavimentos | <i>Integer</i> | Indica quantos pavimentos são vistos na edificação | A ser preenchido |
| nivel_edificacao | <i>String</i> | Indica o nível da edificação em relação à via | No nível da via |
| | | | Acima do nível |
| | | | Abaixo do nível |
| estrutura | <i>String</i> | Indica o tipo de material construtivo predominante na edificação | Alvenaria |
| | | | Metálica |
| | | | Madeira |
| cobertura | <i>String</i> | Indica o tipo de material construtivo predominante no telhado da edificação | Zinco |
| | | | Telha de fibrocimento |
| | | | Telha de Barro |
| | | | Laje |
| revestimento_fachada | <i>String</i> | Indica o tipo de material reveste a fachada da edificação | Sem revestimento |
| | | | Reboco |
| | | | Material cerâmico |
| | | | Madeira |
| OBS.: | Classe originária do documento Boletim de Informações Cadastrais. Informações colhidas em campo | | |

serviço público relacionado.

A última classe destacada é a classe *adm_publica* (tabela 4) sua importância está no fato dela ser a classe que possibilitará a aplicação do conceito de multifinalitário ao CTM/DF, pois dos relacionamentos dessa classe com a classe *lote* e com classes entendidas como temáticas como, por exemplo, saúde e educação, é que será possível aplicar o CTM/DF como ferramenta de gestão pública.

É importante destacar que a manutenção das informações constantes nessas classes temáticas será de competência de cada órgão responsável pelo

Tabela 4: Classe *adm_publica* do BDG do CTM/DF

| Classe | Descrição | | Primitiva geométrica |
|----------------------|---|---|----------------------|
| <i>adm_publica</i> | Lotes utilizados pela administração pública | | Classe Convencional |
| Atributos | Tipo | Descrição | Domínio |
| <i>ciu</i> | <i>Integer</i> | Código Identificador Único - chave primária para os relacionamentos envolvendo lote - numérico sequencial | A ser preenchido |
| <i>tipo_unidade</i> | <i>String</i> | Indica a atividade desenvolvida no lote | A ser preenchido |
| <i>poder_publico</i> | <i>String</i> | Indica o poder público responsável pela administração | Executivo |
| | | | Legislativo |
| | | | Judiciário |
| <i>administracao</i> | <i>String</i> | Indica a esfera relativa ao órgão responsável | Federal |
| | | | Estadual |
| <i>org_resp_info</i> | <i>String</i> | Órgão responsável pelas informações cadastrais | A ser preenchido |
| <i>endereco</i> | <i>String</i> | Resultado da concatenação de todos os elementos de endereçamento | A ser preenchido |
| OBS.: | Essa classe se especializa levando em consideração o tipo da unidade e sua função | | |

6. CONCLUSÕES

Nesse trabalho foi elaborado e discutido o modelo conceitual do banco de dados geográficos – BDG – para o Cadastro Territorial Multifinalitário do Distrito Federal – CTM/DF. Por meio desse modelo será possível a implantação de um BDG que facilitará a gestão da informação espacial cadastral no DF.

No decorrer do trabalho foi possível definir uma estrutura, mínima, de pacotes de informações para o SITURB, com vistas à inclusão das novas informações cadastrais nesse sistema.

A forma como foi modelado o BDG do CTM/DF permitirá a multifinalidade do cadastro, tendo em vista a convergência de informações de várias origens sempre qualificando a classe lote. Com isso, os gestores públicos poderão pautar suas decisões baseados em análises espaciais para melhor atendimento do contexto espacial, avaliando com outras áreas e objetivando uma gestão mais eficiente.

No que tange às possibilidades do modelo conceitual, foi atendida também a função primária do Cadastro Territorial que é a arrecadação. A modelagem apresentada permitirá que a Secretaria de Estado de Fazenda do DF – SEF – aprimore suas formas de arrecadação possibilitando a utilização de ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica para guiar suas vistorias e ações de campo, através da confrontação dos dados de área construída do cadastro imobiliário da SEF com os dados da base cartográfica do CTM/DF.

A partir da modelagem apresentada será possível também identificar áreas ocupadas de forma irregular, isso deve ocorrer através da comparação das bases de lotes projetados e de lotes real do CTM/DF, diferenciando ainda a implantação de loteamento divergente de projeto do avanço em áreas públicas.

As sugestões de encaminhamento desse estudo seguem duas vertentes o

desenvolvimento do BDG e o desenvolvimento do CTM. As sugestões para a primeira vertente são implantar o modelo do CTM/DF, sistematizando as formas de inserção e manutenção das informações no cadastro, além da posterior disponibilização dessas informações, estruturadas em SIG, e implementadas em plataformas WEB, visando atender a demanda social de pesquisas e da transparência da informação pública.

Para a segunda vertente entende-se que é necessário conscientizar os órgãos envolvidos no cadastro da importância de manter suas bases de dados atualizadas e mantendo sua qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSAD, Eduardo Delgado e SANO, Edson Eyji. **Sistema de informações geográficas. Aplicações na agricultura**. 2ª Ed. Brasília: Embrapa – SPI / Embapa – CPAC, 1998.

BORGES, Karla; DAVIS, Clodoveu. **Modelagem de dados geográficos**. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira. **Introdução a Ciência da Geoinformação**. São Paulo: 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap4-modelos.pdf>>. Acesso em dezembro de 2012.

BURROUGH, P.A.; McDONNELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, Gilberto. **Representações computacionais do espaço geográfico**. In: CASANOVA, Marco et al. **Banco de Dados Geográficos**. Curitiba: 2005. Ed. MundoGeo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap1.pdf>>. Acesso em dezembro de 2012.

CUNHA, Egláisa Micheline Pontes; ERBA, Diego Afonso (orgs). **Manual de Apoio – CTM: Diretrizes para a criação. Instituição e atualização do cadastro territorial multifinalitário nos municípios brasileiros.** Brasília: Ministério das Cidades, 2010.

ERBA, Diego Alfonso. **O cadastro Territorial: presente, passado e futuro.** In: ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabrício Leal; LIMA Júnior, Pedro de Novais (Org.). **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana.** Rio de Janeiro: 2005.

ERBA, Diego Alfonso; LOCH, Carlos. **Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano.** Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007.

KAUFMANN, Jürg; STEUDLER, Daniel. **Cadastré 2014: A vision for a future cadastral system.** Fédération Internationale des Géomètres – FIG: 1998. Disponível em: <<http://www.fig.net/cadastré2014/translation/c2014-english.pdf>>. Acesso em dezembro de 2012.

LONGLEY, Paul A., GOODCHILD, Michael F., MAGUIRE, David J., RHIND, David W. **Sistemas e Ciência da Informação**

Geográfica. 3ª ed. Porto Alegre. Bookman. 2013

MAZARAKIS REGIS, Marcelo. **Estudo metodológico utilizando a estatística multivariada na análise da tendência socioeconômica: um estudo nos municípios que compõem a grande Florianópolis (SC).** Florianópolis, 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2008.

MEDEIROS, José Simeão. **Bancos de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: Tecnologias de Apoio à Gestão de Território.** São Paulo, 1999. 221f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade de São Paulo – USP – 1999. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/teses/simeao/>>. Acesso em dezembro de 2012.

SANTOS, Milton. **Espaço e método.** São Paulo. Nobel, 1985.

SILBERCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados.** São Paulo: Pearson Makron Books, 1999 3ª ed.

ANEXO II – *Scripts*

Script de verificação do Layer de Setor

- *Script de criação da TRIGGER*
create trigger setor_proc
before INSERT or UPDATE
on public.setor
for each row
execute procedure setor_proc_procedure();
- *Script de criação da FUNCTION*
create or replace function setor_proc_procedure()
returns trigger as
\$body\$
begin
 if(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then
 if (select count(*) from setor
 where ST_IsValid(NEW.geom))=0
 then
 insert into public.log_setor(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_de_poligono_invalido: ' || NEW.setor_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select count(*) from setor, ra
 where ST_intersects(NEW.geom, ra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, ra.geom)) >0
 then
 insert into public.log_setor(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_cruzando RA: ' || NEW.setor_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select count(*) from setor, ra
 where ST_within(NEW.geom, ra.geom)and NEW.RA != ra.ra_cod) >0
 then
 insert into public.log_setor(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_RA errada: ' || NEW.setor_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 else
 return NEW;
 end if;
 end if;
 return null;
end;
\$body\$
language plpgsql volatile
cost 100;

Script de verificação do *Layer* de Quadra

- *Script* de criação da *TRIGGER*
create trigger quadra_proc
before INSERT or UPDATE
on public.quadra
for each row
execute procedure quadra_proc_procedure();
- *Script* de criação da *FUNCTION*
create or replace function quadra_proc_procedure()
returns trigger as
\$body\$
begin
 if(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then
 if (select count(*) from quadra
 where ST_IsValid(NEW.geom)=0
 then
 insert into public.log_quadra(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_de_poligono_invalido: ' || NEW.quadra_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (NEW.setor_sigla != '-')/*caminho 1 endereço completo- setor e
RA*/
 then
 if (select count(*) from quadra, setor
 where ST_intersects(NEW.geom, setor.geom) and not
ST_within(NEW.geom, setor.geom)) >0
 then
 insert into public.log_quadra(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_cruzando setor: ' || NEW.quadra_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select COUNT(*) from quadra, setor
 where ST_within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor_sigla !=
setor.setor_sigla) > 0
 then
 insert into public.log_quadra(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro att do setor quadra não bate com setor
envolvente: ' || NEW.quadra_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select count(*) from quadra, ra
 where ST_intersects(NEW.geom, ra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, ra.geom)) >0
 then
 insert into public.log_quadra(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_cruzando RA1: ' || NEW.quadra_sigla,

```

        NEW.geom);
    return NULL;
elseif (select count(*) from quadra, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom)and NEW.RA != ra.ra_cod) >0
then
insert into public.log_quadra(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro_RA errada: ' || NEW.quadra_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
else
    return NEW;
end if;
elseif (select count(*) from quadra, setor
where ST_within(NEW.geom, setor.geom))>0
then
insert into public.log_quadra(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro divergência setor "-" e setor envolvente: ' ||
NEW.quadra_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elseif (select count(*) from quadra, ra/*caminho 2 endereço apenas com
RA*/
where ST_intersects(NEW.geom, ra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, ra.geom)) >0
then
insert into public.lo_quadra(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro_cruzando RA2: ' || NEW.quadra_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elseif (select count(*) from quadra, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom)and NEW.RA != ra.ra_cod) >0
then
insert into public.log_quadra(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro_RA errada 2: ' || NEW.quadra_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
else
    return NEW;
end if;
end if;
return null;
end;
$body$
language plpgsql volatile
cost 100;

```

Script de verificação do Layer de Conjunto

- *Script de criação da TRIGGER*
create trigger conjunto_proc
before INSERT or UPDATE
on public.conjunto
for each row
execute procedure conjunto_proc_procedure());
- *Script de criação da FUNCTION*
create or replace function conjunto_proc_procedure()
returns trigger as
\$body\$
begin
 if(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then
 if (select count(*) from conjunto
 where ST_IsValid(NEW.geom)) =0
 then
 insert into public.log_conjunto(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_de_poligono_invalido: ' || NEW.conjunto_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (NEW.quadra != '-')/*caminho 1- endereçamento completo*/
 then
 if (select count (*) from conjunto, quadra
 where ST_intersects(NEW.geom, quadra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, quadra.geom)) >0
 then
 insert into public.log_conjunto(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro_cruzando quadra:' || NEW.conjunto_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select COUNT(*) from conjunto, quadra
 where ST_within(NEW.geom, quadra.geom) and NEW.quadra !=
quadra.quadra_sigla) >0
 then
 insert into public.log_conjunto(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro att de quadra não bate com a quadra envolvente:'
|| NEW.conjunto_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (NEW.setor_sigla != '-')
 then
 if (select COUNT(*) from conjunto, setor
 where ST_within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor_sigla !=
setor.setor_sigla) >0
 then
 insert into public.log(
 desc_log,
 geom)
 values(

```

'erro att do setor conjunto não bate com setor
envolvente: ' || NEW.conjunto_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif (select count(*) from conjunto, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom)and NEW.RA != ra.ra_cod) >0
then
insert into public.log(
desc_log,
geom)
values(
'erro_RA errada: ' || NEW.conjunto_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
else
return NEW;
end if;
end if;
elseif (select count(*) from conjunto, quadra /*caminho 2 -
Endereçamento apenas setor*/
where ST_within(NEW.geom, quadra.geom))>0
then
insert into public.log_conjunto(
desc_log,
geom)
values(
'erro divergência quadra "-" e quadra envolvente: ' ||
NEW.conjunto_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif (NEW.setor_sigla != '-')
then
if (select count(*) from conjunto, setor
where ST_intersects(NEW.geom, setor.geom) and not
ST_within(NEW.geom, setor.geom)) >0
then
insert into public.log_conjunto(
desc_log,
geom)
values(
'erro_cruzando setor2: ' || NEW.conjunto_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif (select COUNT(*) from conjunto, setor
where ST_within(NEW.geom, setor.geom)) =0
then
insert into public.log_conjunto(
desc_log,
geom)
values(
'erro de att do setor sem setor envolvente:' ||
NEW.conjunto_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif (select COUNT(*) from conjunto, setor
where ST_within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor_sigla !=
setor.setor_sigla) >0
then
insert into public.log_conjunto(
desc_log,

```

```

        geom)
    values(
        'Zerro att do setor conjunto não bate com setor
envolvente: ' || NEW.conjunto_sigla,
        NEW.geom);
    return NULL;
elseif (select count(*) from conjunto, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom)and NEW.RA != ra.ra_cod)>0
then
insert into public.log_conjunto(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro_RA errada2: ' || NEW.conjunto_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
else
return NEW;
end if;
elseif (select count(*) from conjunto, setor /*caminho 3 end apenas RA*/
where ST_within(NEW.geom, setor.geom))>0
then
insert into public.log_conjunto(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro divergência setor "-" e setor envolvente: ' ||
NEW.conjunto_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elseif (select count(*) from conjunto, ra
where ST_intersects(NEW.geom, ra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, ra.geom))>0
then
insert into public.log_conjunto(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro_cruzando RA3: ' || NEW.conjunto_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elseif (select count(*) from conjunto, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom)and NEW.RA != ra.ra_cod)>0
then
insert into public.log_conjunto(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro_RA errada 3: ' || NEW.conjunto_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
else
return NEW;
end if;
end if;
return null;
end;
$body$
language plpgsql volatile
cost 100;

```

Script de verificação do Layer de Lote Real

- *Script de criação da TRIGGER*
create trigger lote_real_proc
before INSERT or UPDATE
on public.lote_real
for each row
execute procedure lote_real_proc_procedure();
- *Script de criação da FUNCTION*
create or replace function lote_real_proc_procedure()
returns trigger as
\$body\$
begin
 if(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then
 if (select count (*) from lote_real
 where ST_IsValid(NEW.geom)) =0
 then
 insert into public.log_real(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro de pol invalido: ' ||NEW.lote_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select count(*) from lote_real, trecho_rodoviario
 where ST_Intersects(NEW.geom, trecho_rodoviario.geom))>0
 then
 insert into public.log_real(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro lote real cruz ou tocando via: ' ||New.lote_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select count(*) from lote_real, trecho_drenagem
 where ST_intersects(NEW.geom, trecho_drenagem.geom)) >0
 then
 insert into public.log_real(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro lote real cruzando ou tocando drenagem:'
||NEW.lote_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (select count (*) from lote_real, massa_dagua
 where ST_disjoint(NEW.geom, massa_dagua.geom)) =0
 then
 insert into public.log_real(
 desc_log,
 geom)
 values(
 'erro lote real tocando ou dentro de massa água:'
||NEW.lote_sigla,
 NEW.geom);
 return NULL;
 elsif (NEW.conjunto != '-')/*caminho 1 endereço completo*/
 then

```

        if (select count (*) from lote_real, conjunto
            where ST_intersects(NEW.geom, conjunto.geom) and not
ST_within(NEW.geom, conjunto.geom)) >0
        then
            insert into public.log_real(
                desc_log,
                geom)
            values(
                'erro cruzando cj: ' ||NEW.lote_sigla,
                NEW.geom);
            return NULL;
        elsif (select count (*) from lote_real, conjunto
            where ST_within(NEW.geom, conjunto.geom) and
NEW.conjunto = conjunto.conjunto_sigla)=0
        then
            insert into public.log_real(
                desc_log,
                geom)
            values(
                'erro att cj errado: ' || NEW.lote_sigla,
                NEW.geom);
            return NULL;
        elsif (NEW.quadra != '-')
        then
            if(select count(*) from lote_real, quadra
            where ST_within(NEW.geom, quadra.geom) and NEW.quadra
= quadra.quadra_sigla)=0
            then
                insert into public.log_real(
                    desc_log,
                    geom)
                values(
                    'erro de att qd errado: ' || NEW.lote_sigla,
                    NEW.geom);
                return NULL;
            elsif (NEW.setor != '-')
            then
                if(select count(*) from lote_real, setor
            where ST_within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor =
setor.setor_sigla)=0
                then
                    insert into public.log_real(
                        desc_log,
                        geom)
                    values(
                        'erro de att st errado: ' || NEW.lote_sigla,
                        NEW.geom);
                    return NULL;
                elsif(select count(*) from lote_real, ra
            where ST_within(NEW.geom, ra.geom) and NEW.ra =
ra.ra_cod)=0
                then
                    insert into public.log_real(
                        desc_log,
                        geom)
                    values(
                        'erro de att ra errado: ' || NEW.lote_sigla,
                        NEW.geom);
                    return NULL;
            else

```

```

return NEW;
end if;
end if;
end if;
endereço sem cj*/
elsif (select count(*) from lote_real, conjunto/*caminho 2

where ST_within(NEW.geom, conjunto.geom))>0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro - mas dentro de cj: ' ||NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif(NEW.quadra != '-')
then
if(select count(*) from lote_real, quadra
where ST_intersects(NEW.geom, quadra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, quadra.geom)) >0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro cruzando qd: ' ||NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif(select count(*) from lote_real, quadra
where ST_within(NEW.geom, quadra.geom) and NEW.quadra
= quadra.quadra_sigla)=0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro att qd 2: ' ||NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif (NEW.setor != '-')
then
if(select count(*) from lote_real, setor
where ST_within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor =
setor.setor_sigla)=0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro de att st errado 2: ' || NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif(select count(*) from lote_real, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom) and NEW.ra =
ra.ra_cod)=0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(

```

```

        'erro de att ra errado2: ' || NEW.lote_sigla,
        NEW.geom);
    return NULL;
else
    return NEW;
end if;
end if;
elsif (select count(*) from lote_real, quadra /*Caminho 3
endereço sem conjunto e sem quadra*/
where ST_within(NEW.geom, quadra.geom))>0
then
insert into public.log_real(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro - mas dentro de quadra: '
||NEW.lote_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elsif (NEW.setor != '-')
then
if(select count(*) from lote_real, setor
where ST_intersects(NEW.geom, setor.geom) and not
ST_within(NEW.geom, setor.geom)) >0
then
insert into public.log_real(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro cruzando st: ' ||NEW.lote_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elsif (select count(*) from lote_real, setor
where ST_within(NEW.geom, setor.geom) and NEW.setor =
setor.setor_sigla) =0
then
insert into public.log_real(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro de att st errado 3: ' || NEW.lote_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
elsif(select count(*) from lote_real, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom) and NEW.ra =
ra.ra_cod)=0
then
insert into public.log_real(
    desc_log,
    geom)
values(
    'erro de att ra errado3: ' || NEW.lote_sigla,
    NEW.geom);
return NULL;
else
    return NEW;
end if;
elsif (select count(*) from lote_real, setor /*Caminho 4 endereço
com apenas RA*/
where ST_within(NEW.geom, setor.geom))>0

```

```

then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro - mas dentro de setor: ' ||NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif(select count(*) from lote_real, ra
where ST_intersects(NEW.geom, ra.geom) and not
ST_within(NEW.geom, ra.geom)) >0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro cruzando ra: ' ||NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
elseif (select count(*) from lote_real, ra
where ST_within(NEW.geom, ra.geom) and NEW.ra =
ra.ra_cod) =0
then
insert into public.log_real(
desc_log,
geom)
values(
'erro de att ra errado 4: ' || NEW.lote_sigla,
NEW.geom);
return NULL;
else
return NEW;
end if;
end if;
return NULL;
end;
$body$
language plpgsql volatile
cost 100;

```

Script de verificação do *Layer* de Lote projetado

- *Script* de criação da *TRIGGER*

```
create trigger lote_projeto_proc
before INSERT or UPDATE
on public.lote_projeto
for each row
execute procedure lote_projeto_proc_procedure();
```

- *Script* de criação da *FUNCTION*

```
create or replace function lote_projeto_proc_procedure()
returns trigger as
$body$
begin
    if(tg_op = 'INSERT' or tg_op = 'UPDATE') then
        if (select count(*) from lote_projeto
            where ST_IsValid(NEW.geom)=0
            then
                insert into public.log_projeto(
                    desc_log,
                    geom)
                values(
                    'erro_de_poligono_invalido: ' || NEW.lote_sigla,
                    NEW.geom);
                return NULL;
            elsif (select count(*) from lote_projeto, macrozona
                where ST_intersects(NEW.geom, macrozona.geom) and not
                ST_within(NEW.geom, macrozona.geom)) >0
            then
                insert into public.log_projeto(
                    desc_log,
                    geom)
                values(
                    'erro_cruzando zonas: ' || NEW.lote_sigla,
                    NEW.geom);
                return NULL;
            elsif (select count(*) from lote_projeto, macrozona
                where ST_within(NEW.geom, macrozona.geom) and
                macrozona.macrozona != 'Macrozona Urbana') >0
            then
                insert into public.log_projeto(
                    desc_log,
                    geom)
                values(
                    'erro_fora_zona_urbana: ' || NEW.lote_sigla,
                    NEW.geom);
                return NULL;
            else
                return NEW;
            end if;
        end if;
        return null;
    end;
$body$
language plpgsql volatile
cost 100;
```