

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENG. GEOGRÁFICA,
GEOFÍSICA E ENERGIA**



**PORTABILIDADE DO CATÁLOGO DE
OBJECTOS PROPOSTO PARA A
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM
PORTUGAL**

Carlos António Cardoso Caeiro

**MESTRADO EM ENGENHARIA GEOGRÁFICA E
GEOINFORMÁTICA
(Sistemas de Informação Geográfica)**

2008

**UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENG. GEOGRÁFICA,
GEOFÍSICA E ENERGIA**



**PORTABILIDADE DO CATÁLOGO DE
OBJECTOS PROPOSTO PARA A
INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA EM
PORTUGAL**

Carlos António Cardoso Caeiro

Dissertação orientada pelo Prof. Dr. João Catalão Fernandes

**MESTRADO EM ENGENHARIA GEOGRÁFICA E
GEOINFORMÁTICA
(Sistemas de Informação Geográfica)**

2008

Resumo

O Instituto Geográfico Português (IGP) utiliza actualmente para a Série Cartográfica Nacional 1:10000 (SCN 10k) o mesmo modelo de catálogo de objectos que foi definido à data de criação da Série (início dos anos 90). Este modelo de catálogo está desactualizado e descontextualizado dos recentes progressos na tecnologia da informação geográfica pelo que se torna incontornável a adopção de um novo catálogo para a SCN 10k.

De forma a contextualizar a adopção de um novo catálogo analisaram-se catálogos de entidades geográficas desenvolvidos por outras organizações. Foi notório que para a adopção de um novo catálogo para a SCN 10k, que substitua o catálogo em vigor, se requer o cumprimento das normas ISO e CEN, assim como a sua implementação de acordo com as especificações OGC. Pelo facto de se pretender que os dados discriminados pelo catálogo proposto sejam facilmente interpretados por qualquer comunidade de informação foram também analisadas os pressupostos indicados para atingir a interoperabilidade estabelecidos pela Directiva INSPIRE.

Após a concepção do catálogo de acordo com a norma que descreve a metodologia de catalogação de entidades geográficas (ISO 19110) executam-se alguns testes à portabilidade entre esse catálogo e o catálogo adoptado actualmente pela SCN 10k, de forma a parametrizar as dificuldades que existem neste género de transferência.

Os testes à portabilidade foram efectuados com recurso a análise teóricas, nas quais se identificaram heterogeneidades e se propuseram alguns formalismos para a sua resolução. A execução de um caso de estudo, com aplicação de um modelo de transferência, através da integração de dados vectoriais de uma Folha da SCN 10k gentilmente cedida pelo IGP veio por sua vez confirmar as heterogeneidades identificadas e confirmar a necessidade de execução de alguns processos para efectuar a portabilidade.

Desta tese pode-se concluir que total portabilidade do catálogo de entidades geográficas proposto é possível, assim como o modelo de transferência entre os catálogos envolvidos é passível de desenvolvimento e automatismo total.

Palavras chave: Catálogo de entidades geográficas; SCN 10k; ISO 19110; Portabilidade; Heterogeneidades.

Abstract

The National Mapping Agency of Portugal (Instituto Geográfico Português) uses for the National Cartographic Serie (1:10,000) an old fashion feature catalog based on a CAD software. Recent technological developments in the field of geographic information makes possible to use object oriented and structured geodatabases with a considerable add-on over existing feature catalog.

In order to contextualize the adoption of a new feature catalog other feature catalogs from other NMA were analyzed. It was clear that the adoption of a new feature catalog must in accordance with ISO and CEN standards and its implementation accordingly with OGC specifications. Because the proposed catalogue must be easily interpreted by any information community, the pre-requisites for complete interoperability defined by the INSPIRE Directive were also examined.

After the design of the catalog in accordance with the standard that describes the methodology for feature cataloguing for geographical information (ISO 19110), some portability tests were done between this catalogue and catalogue currently adopted by the SCN 10k, so identifying the difficulties that exist in this kind of transfer.

Portability tests were carried out using theoretical analysis in which heterogeneities were identified and a formal resolution was proposed. The implementation of a case study, applying a model of transfer, through the integration of data of a SCN 10k sheet kindly provided by IGP has confirmed the differences identified and confirmed the need for implementation of some procedures for make the portability.

From this work it can be concluded that the full portability of the proposed feature catalog is possible, as well as the model for transfer between the catalogues involved is likely to complete development and automation.

Key words: Feature Catalog; SCN 10k; ISO 19110 standard; Portability; Heterogeneities

Índice

CAPÍTULO I

Introdução

1. Enquadramento e motivação.....	1
2. Relação entre um catálogo a propor e a comunidade de informação geográfica portuguesa	1
3. Os testes à portabilidade	2
4. Objectivos desta tese	2
5. Metodologia da tese	3
6. Dificuldades na designação do objecto de estudo.....	3

CAPÍTULO II

Normalização da informação geográfica

1. Introdução.....	4
2. Normas ISO.....	5
2.1. Norma ISO 19110	6
2.2. Conceitos uniformizados a partir das normas ISO	9
2.2.1. Entidade geográfica.....	9
2.2.2. Catálogo de entidades.....	9
3. As especificações OGC.....	10
4. A Directiva INSPIRE	10
5. Vista geral das componentes de harmonização de dados	13
5.1. Harmonização dos catálogos de entidades geográficas	14
5.2. Do mundo-real para os dados.....	15
6. A linguagem formal.....	17

CAPÍTULO III

A SCN 10k

1. Introdução.....	21
2. Aspectos relevantes da cartografia 1:10000.....	21
3. O Modelo Numérico Topográfico	21
4. Catálogo de objectos do MNT	22
5. Modelo Numérico Cartográfico	24

CAPÍTULO IV

Proposta de um catálogo normalizado

1. Introdução.....	26
2. Infra-estruturas normalizadas existentes	26
2.1. O projecto SCAR.....	26
2.2. O projecto DIGEST	27
3. Fases de construção do catálogo de entidades proposto.....	28
4. Resumo das fases de concepção do catálogo de entidades geográficas	31

CAPÍTULO V

Testes à portabilidade

1. Introdução.....	33
2. Identificação de heterogeneidades	33
2.1. A origem.....	33
2.2. A caracterização das heterogeneidades semânticas	34
2.3. Testes para determinar heterogeneidades cognitivas.....	34
2.3.1. Informação contextual	34
2.3.2. Herança.....	36
2.4. Heterogeneidades na designação	38
3. Resolução das heterogeneidades semânticas	39
3.1. Princípios de integração de dados com recurso à ontologia.....	40
3.2. Tipos de relações semânticas.....	40
3.3. Simbologia adoptada no formalismo	41
3.4. Procedimento para resolução de heterogeneidades cognitivas	41
3.4.1. Resolução de heterogeneidades cognitivas de origem contextual ...	44
3.4.2. Resolução de heterogeneidades cognitivas com origem nas heranças	45
3.5. Resolução de heterogeneidades na designação	46
3.5.1. Resolução de heterogeneidades na designação com origem na semântica	46
3.5.2. Resolução de heterogeneidades na designação com origem cartográfica	47
3.5.3. Resolução de heterogeneidades na designação com origem na identificação.....	47
4. Conclusão sobre os testes à portabilidade	48
5. Modelo de transferência	49
5.1. Introdução	49
5.2. Desenvolvimento do modelo de transferência	49
5.2.1. Identificação das entidades geográficas envolvidas.....	49
5.2.2. Reestruturação do MNT reorganizando a informação em ficheiros por entidades	49

5.2.3. Desagregação do MNT em múltiplos ficheiros por entidade e por geometria.....	49
5.2.4. Construção da base de dados a partir do catálogo proposto	49
5.2.5. Integração dos dados	51
5.2.6. Confirmações de heterogeneidades identificadas.....	52
5.2.7. Conclusões retiradas após a aplicação do modelo de transferência	52

CAPÍTULO VI

Conclusões.....	53
-----------------	----

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Pré-normas e outros documentos desenvolvidos pela CEN/TC287	5
Tabela 2 – Estrutura da Directiva INSPIRE	11
Tabela 3- Regras de Implementação INSPIRE.....	12
Tabela 4 - Componentes de harmonização de dados para a directiva INSPIRE...	13
Tabela 5 – Simbologia adoptada	20
Tabela 6 - Características Técnicas.....	21
Tabela 7– Extracto do catálogo de entidades geográficas do SCAR.....	27
Tabela 8 - Exemplo de uma entidade geográfica do FACC.....	28
Tabela 9 – Descrição das classes do catálogo de entidades geográficas proposto	30
Tabela 10 - Extracto da descrição da “feature” (entidade geográfica) de acordo com ISO 19110.....	31
Tabela 11 – Resumo das heterogeneidades cognitivas	38
Tabela 12 – Heterogeneidades na designação	39
Tabela 13 – Simbologia adoptada para formalizar resolução de heterogeneidades	41

Índice de Figuras

Figura 1- Família das normas 19100 relativas à informação geográfica.....	7
Figura 2 - Família das normas 19100 relativas à informação geográfica - continuação	8
Figura 3 – Abordagem faseada da Directiva INSPIRE	12
Figura 4 – A relação entre as normas ISO e as especificações OGC e as especificações INSPIRE	13
Figura 5 - Modelação conceptual de dados geográficos de acordo com a norma ISO 19109.....	15
Figura 6 – Extracto do Modelo de Entidades Geográficas Geral	16
Figura 7 – Do mundo-real para os dados.	17
Figura 8 – Exemplo de empacotamento	19
Figura 9 – Exemplo de uma classe.....	19
Figura 10 – Exemplo de um domínio enumerado	19
Figura 11– Modelo Numérico Topográfico.....	22
Figura 12 - Catálogo de objectos do Modelo Numérico Topográfico	23
Figura 13 - Modelo Numérico Cartográfico	24
Figura 14 – Extracto do Catálogo de Objectos do MNC	25
Figura 15 - Exemplo de alguns elementos da Tabela de Simbologia	25
Figura 16– Relação entre o Catálogo de Entidades e os restantes modelos	26
Figura 17 – Fases de concepção do catálogo proposto	32
Figura 18 – Correspondências entre níveis semânticos	35
Figura 19 – Heterogeneidade contextual	36
Figura 20 – Objecto Canais do Catálogo de Objectos da SCN 10k.....	37
Figura 21 – Entidades Canal no catálogo de entidades proposto.....	37
Figura 22 – Extracto da representação esquemática do catálogo do MNT da SCN 10k.....	42
Figura 23 – Extracto do catálogo de entidades geográficas proposto (entidade “Lagoa”).....	43
Figura 24 – Extracto da representação esquemática do catálogo do MNT da SCN 10k.....	44
Figura 25 – Extracto do catálogo de entidades geográficas proposto (entidade “Faculdade/universidade”).....	44
Figura 26- Objecto “ponto cotado” de acordo com o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k	46
Figura 27 – Entidade geográfica “ponto cotado” segundo o catálogo de entidades geográficas proposto	47
Figura 28 – Entidade geográfica “Marco de Posicionamento”	47
Figura 29 – Identificação do texto associado a cada um dos objectos da família “rede geodésica”	48
Figura 30 – Imagem dos tipos de entidades geográficas em ArcCatalog.....	50
Figura 31 – Exemplo de entidades geográficas pertencentes ao tipo de entidades geográficas “Transportes”	50

Figura 32 – Definição do domínio “tipo de muro”	50
Figura 33 – Integração de dados	51
Figura 34 – Entidade geográfica “Marcos_Posicionamento” de “tipo marco”= “Geodésico em Capela”	51
Figura 35 – Exemplo de heterogeneidade cognitiva	52

Lista de símbolos e/ou abreviaturas

AADC - Australian Antarctic Data Center
ASDI - Australian Spatial Data Infrastructure
CAD – Computer Added Design
DIGEST - Digital Geographical Information Exchange Standard
DGIWG - Digital Geographic Information Working Group
EFTA - European Free Trade Association
IES - Institute for Environment and Sustainability
FGDC - Federal Geographic Data Committee
FACC - Feature Attribute Coding Catalogue
IGP - Instituto Geográfico Português
IHO - International Hydrographic Organization
INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe
ISO - International Organization for Standardisation
MNA - Modelo Numérico Altimétrico
MNC - Modelo Numérico Cartográfico
MNT - Modelo Numérico Topográfico
NATO - North Atlantic Treaty Organization
OGC - Open GIS Consortium
OMG - Object Management Group
OMT - Object Modeling Technique
SCAR - Standard Spatial Data Model
SCN 10k - Série Cartográfica Nacional 1:10000
SIG - Sistema de Informação Geográfica
UML - Unified Modelling Language

Agradecimentos

Quando se termina um projecto desta natureza e se faz uma retrospectiva surge a consciência de que tal não seria possível executar com sucesso sem o apoio de muitas pessoas.

Urge portanto agradecer:

Ao Sr. Prof. Doutor Eng.º João Catalão Fernandes, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, pela orientação do mestrado, e pela paciência, atenção e interesse disponibilizados.

Ao Instituto Geográfico Português (IGP), na figura do seu Director-Geral Sr. Eng.º Arménio dos Santos Castanheira, pelo apoio institucional que me foi prestado como colaborador e como estudante.

À Directora dos Serviços de Informação Cadastral, Sr.ª Eng.ª Catarina Roque, e à ex-Chefe de Divisão de Aquisição de Informação Cadastral, Sr.ª Eng.ª Gabriela Rocha, do IGP, pelo apoio e compreensão ao longo do período em que me desenvolvi neste projecto.

Ao Director de Serviços de Geodesia e Cartografia, Sr. Cor. Eng.º Geógrafo Henrique Botelho, e ao Chefe de Divisão de Aquisição e Tratamento de Informação Geográfica, Sr. Eng.º Paulo Patrício, do IGP, pelo entusiasmo manifestado e pela cedência em formato vectorial da folha da SCN 10k imprescindível para o desenvolvimento desta tese.

Aos meus colegas e a todos os que me ajudaram, e que não poderei discriminar exaustivamente aqui, o meu muito obrigado.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e me deram força para continuar.

À minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, que nunca se ausentaram no apoio e no incentivo.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha querida Susana, por tudo. Sem ela não existiria nem inspiração nem “luz” para finalizar este projecto.

CAPÍTULO I

Introdução

1. Enquadramento e motivação

O Instituto Geográfico e Cadastral, actual Instituto Geográfico Português (IGP), definiu no início da década de 90 um modelo de dados para cartografia integrável em SIG. Para que tal fosse possível foi definido um catálogo de objectos de suporte:

- à produção de cartografia e
- à produção de informação digital georreferenciada.

O catálogo de objectos foi posteriormente aplicado à Série Cartográfica Nacional 1:10000 (SCN 10k). Pelo facto desta série constituir cartografia de base de âmbito nacional, assim como uma referência para a informação geográfica normalizada em Portugal, o catálogo de objectos adoptado tornou-se também um modelo de referência.

Passados todos estes anos, o modelo do tipo hierárquico do catálogo de objectos adoptado na SCN 10k encontra-se em desuso pelo que se torna tecnicamente interessante a proposta de adopção de um novo modelo para os dados geográficos.

2. Relação entre um catálogo a propor e a comunidade de informação geográfica portuguesa

No domínio da informação geográfica, por comunidade de informação entende-se como sendo um conjunto de pessoas e de instituições que partilham, durante um período de tempo, a mesma linguagem de informação geográfica e as mesmas definições das suas características espaciais [Maphumulo,2003].

Os elementos de uma comunidade de informação têm o mesmo modo de analisar o mundo, a mesma forma de abstrair conceitos, de representar características e descrever dados porque representam e usam linguagem comum.

Devido ao fenómeno da globalização, a comunidade de informação é hoje consideravelmente mais numerosa tal como geograficamente mais abrangente. Se outrora os dados eram partilhados apenas por uma comunidade circunscrita de interessados, na actualidade é permitido a rápida troca de dados a partir de qualquer ponto do mundo, com recurso à *World Wide Web*.

O interesse em facilitar o acesso e a promover a publicitação de dados geográficos para a comunidade global contraria a ideia já ultrapassada de existirem dados geográficos concentrados num só local, interpretados por uma comunidade específica, de forma controlada.

A linguagem adoptada para interpretar e identificar dados por uma comunidade em particular terá:

- Conjuntos comuns de significados para a linguagem;
 - Colecção de ideias comuns, criada de acordo com os significados comuns;
-

- Coleções de catálogos de características espaciais comuns devidamente ordenadas;
- Traduções exactas dos seus próprios termos relativamente a outras comunidades externas.

No âmbito global existe uma heterogeneidade de significados entre comunidades de informação locais quando partilham entre si os conjuntos de dados. A garantia de distinguir os respectivos significados e assegurar a correcta interpretação dos mesmos é executada através da uniformização das transferências de dados. Conhecidas as relações entre dados pode-se garantir a unívoca interpretação semântica dos mesmos.

A comunidade que pretende ter acesso à informação sobre entidades de natureza geográfica do território nacional não se limitará à comunidade que se encontra em Portugal. Para que todos os potenciais interessados acedam é fundamental enquadrar internacionalmente o modelo em que a informação se alicerça através da utilização de procedimentos normalizados.

No enquadramento nacional a normalização do modelo deve executar-se no âmbito da aplicação da directiva INSPIRE, ou seja, segundo as regras de implementação estabelecidas.

No princípio que oriente a definição de um novo catálogo para a SCN 10k, e que pretenda transferir a informação existente de acordo com o catálogo actualmente utilizado para o catálogo proposto, a relação entre o catálogo reconhecido pela comunidade de informação portuguesa e o catálogo proposto de acordo com estruturas desenvolvidas por outras comunidades de informação, permitirá compreender as dificuldades de transferência.

3. Os testes à portabilidade

Para estimar o nível de normalização de um catálogo de entidades, pode-se recorrer a três aspectos: a interoperabilidade, a actualidade e a portabilidade [Groot *and* McLaughlin.,2000]. Para avaliar o catálogo de entidades a propor, e no âmbito do desenvolvimento desta tese, o teste à portabilidade foi o critério escolhido.

A portabilidade das entidades descritas entre o catálogo existente e o catálogo proposto deverá permitir determinar mecanismos que possibilitem integrar dados geográficos distintos e identificar univocamente as entidades, dentro de cada conjunto de dados, por forma evitar perdas durante a transferência.

Com a proposta de um novo modelo de dados para a informação geográfica em Portugal, a execução de testes à portabilidade entre o modelo a propor e o modelo SCN 10k vigente é inevitável.

4. Objectivos desta tese

De forma estratificada pode dizer-se que os objectivos desta tese são:

- Elaborar uma proposta de catálogo de entidades geográficas de suporte à cartografia de base cartográfica 1:10000 de acordo com a norma ISO19110;
- Efectuar teste à portabilidade da anterior lista de entidades geográficas para a proposta de catálogo de entidades geográficas;
- Apresentar um modelo de transferência entre catálogos de entidades;

- Apresentar um estudo de caso de adopção desse modelo.

5. Metodologia da tese

Como metodologia de desenvolvimento desta tese, foram definidos as seguintes fases:

1. Pesquisa de todos os catálogos de entidades geográficas de referência internacional;
2. Análise das normas ISO, CEN e das especificações OGC;
3. Análise à documentação disponibilizada pelo IGP sobre a SCN 10k;
4. Análise à directiva INSPIRE;
5. Definição do catálogo de entidades geográficas proposto
6. Estudo da portabilidade do catálogo proposto
7. Definição do modelo de transferência;
8. Execução de um caso de estudo de aplicação do modelo de transferência.

6. Dificuldades na designação do objecto de estudo

Em Portugal é comum, desde à muito tempo, chamar-se “catálogo de objectos” à listagem das entidades geográficas representadas cartograficamente. No entanto, diversos elementos da comunidade científica nacional que reconhecem a necessidade da alteração do nome.

No início da redacção desta tese, quando ela foi proposta, adoptou-se a designação de “catálogo de objectos”. Todavia, e de acordo com a direcção tomada, ao “catálogo de objectos proposto” será sempre associado a designação mais correcta “catálogo de entidades geográficas proposto”.

CAPÍTULO II

Normalização da informação geográfica

1. Introdução

Os dados geográficos criados no seio de comunidades diferentes têm características diferentes. De forma genérica, encontram-se identificados os seguintes factores:

- São obtidos por distintas metodologias e com recurso a procedimentos diferentes;
- São produzidos por diferentes meios técnicos;
- São concebidos por comunidades distintas.

Quando se pretende que os dados sejam partilhados entre comunidades distintas e tenham o mesmo significado em todas elas, a normalização dos dados e a uniformização das transferências de dados, facilita a correcta partilha dos mesmos. A portabilidade de dados espaciais com a normalização no domínio dos Sistema de Informação Geográfica (SIG), dinamiza a integração de dados obtidos junto de diversas comunidades.

A normalização pode abranger diversos níveis: internacionais, nacionais, regionais. Uma vez que se assume que as transferências de dados geográficos não apresentam fronteiras, as normas a utilizar serão necessariamente internacionais.

A comunidade internacional especializada nesta área identificou um conjunto de componentes a definir para que seja possível normalizar dados geográficos [Abogye-Kyei, 1999]:

- Modelo que contém definições de conteúdos e estruturas de dados;
- Esquema classificativo, sistema de codificação e dicionário de dados dos objectos reais;
- Formato do modelo de transferência;
- Desenho de interfaces entre diversos sistemas.

Das componentes mencionadas, destaca-se, pelo facto de ser tema desta tese, o modelo de dados, ou seja, o catálogo a desenvolver. Para a normalização de um catálogo será necessário utilizar as normas ISO (“International Organization for Standardization”).

Ao longo do desenvolvimento desta tese, as especificações desenvolvidas por parte da OGC (“Open Geospatial Consortium”) também foram analisadas, uma vez que estas especificações tecnológicas constituem importantes directrizes da forma como os dados serão partilhados.

Para além das normas ISO, aplicadas na informação geográfica e das especificações OGC usadas sobre a tecnologia, a consistência na partilha de dados geográficos depende, actualmente, da implementação e utilização das infra-estruturas de dados geográficos, conhecidas também como infra-estruturas de informação geográfica ou infra-estruturas de dados geo-espaciais.

Para a implementação de uma infra-estrutura de dados geográficos tem de se estabelecer diversas orientações: de ordem técnica, modelo de dados, tecnológica, uniformização e mecanismos de transferência [Messer, 2007]. Pretendem alcançar-se benefícios de vários níveis (financeiros, económicos, sociais, institucionais e ambientais) [Messer, 2007]. Tornar os dados cada vez mais acessíveis, beneficiando com parcerias intranacionais e internacionais, transversais a todas as instituições [FGDC,2007] e englobando várias comunidades.

A filosofia inerente a infra-estruturas de dados geográficos não é, no quadro europeu, qualquer novidade. Os europeus têm longas tradições no desenvolvimento de normas nos domínios do cadastro, cartografia e protecção ambiental. O primeiro projecto de finalidades normalizadoras no domínio da informação geográfica teve início em 1991 através do CEN (“Comité Européen de Normalisation”) – Comité Europeu de Normalização, criando uma comissão técnica especializada para o efeito (CEN/TC287). Dos trabalhos da CEN/TC287 resultaram oito “pré-normas” europeias (Tabela 1) [Kresse *and* Fadaie,2004]. Após a posterior integração dos elementos desta comissão no grupo técnico ISO/TC211, dedicado à temática da informação geográfica, os trabalhos de normalização para o CEN foram diminuindo de frequência.

Tabela 1 – Pré-normas e outros documentos desenvolvidos pela CEN/TC287

(adaptado de Kresse *and* Fadaie(2004))

Documento	Descrição
ENV 12009	Modelo de referência
ENV 12160	Descrição de dados – esquema espacial
ENV 12656	Descrição de dados – qualidade
ENV 12657	Descrição de dados – metadados
ENV 12658	Descrição de dados – transferência
ENV 12661	Sistemas de referência – identificadores geográficos
ENV 12762	Sistemas de referência – posição
prENV 13376	Regras para esquema aplicacional
CR 13425	Visão geral
CR 13436	Vocabulário

Com o projecto INSPIRE (“*Infrastructure for Spatial Information in Europe*”), sob os auspícios da UE, pretende-se promover a disponibilização de informação de natureza espacial utilizável na formulação, implementação e avaliação das políticas ambientais da UE. Existe simultaneamente, do ponto de vista técnico, um retorno ao projecto de normalização de domínio europeu, baseado no enquadramento legal estabelecido para a criação gradual e harmonizada, de uma Infra-Estrutura Europeia de Informação Geográfica [Comissão das Comunidades Europeias, 2007].

2. Normas ISO

A ISO (“International Organization for Standardization”) – Organização Internacional para a Normalização – é uma organização não-governamental, na

qual se encontram representadas instituições, de vários países, responsáveis pela normalização e qualidade. A ISO dedica-se a actividades uniformizadoras em muitas áreas, através da participação voluntária e descentralizada, com recurso a debates, nos quais se atingem decisões com base no consenso [Ivánová,2006].

Das normas ISO existentes, destaca-se a “família de normas” ISO 19100, pelo facto de se relacionarem com os domínios da informação geográfica. As figuras 1 e 2 apresentam, de forma esquemática, essas mesmas normas [Kresse *and* Fadaie,2004].

São três as normas ISO que estão inteiramente ligadas aos catálogos de entidades [Kresse *and* Fadaie,2004].

- Normas sobre procedimentos de registo (ISO 19135),
- Normas sobre metodologia de catalogar entidades geográficas (ISO 19110),
- Normas sobre registo de dicionário (ISO 19126).

Das supra mencionadas, destaca-se, por estar ligadas ao tema desta tese, a norma ISO 19110.

2.1. Norma ISO 19110

A norma ISO 19110 especifica a metodologia de catalogar entidades para informação geográfica. Esta norma assume que a “entidade” é a unidade base da informação geográfica. Os detalhes da modelação da entidade e suas relações com outras entidades, são executados de acordo com “as regras para o esquema aplicacional” (norma ISO 19109). O catálogo de entidades reúne as entidades de acordo com esta definição.

O catálogo de entidades é um repositório de um conjunto de definições que classificam os fenómenos do mundo real num universo particular. O catálogo promove a organização de dados que representa esses fenómenos em categorias ordenadas de modo a que a informação resultante seja perceptível, unívoca e, sempre que possível, útil [Kresse *and* Fadaie,2004].

A norma ISO 19110 estabelece um guião para a organização da informação de catálogos de entidades geográficas. Este guião estabelece secções para cada tipo de entidade e respectiva informação dos atributos associados.

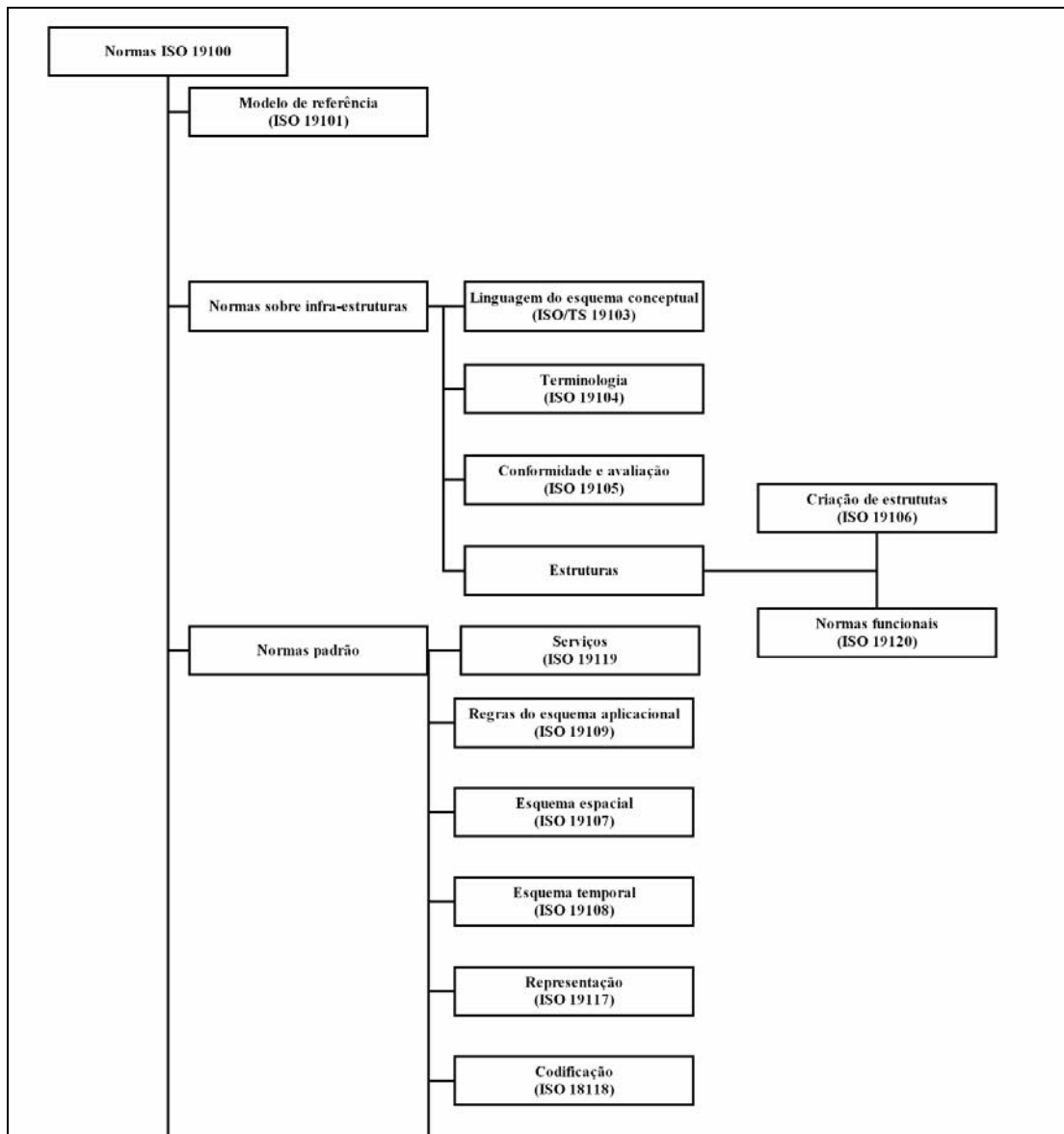


Figura 1- Família das normas 19100 relativas à informação geográfica¹
(adaptado de Kresse and Fadaie.(2004))

¹ Nas Figuras 1 e 2 encontram-se discriminadas quatro tipos de documentos ISO, identificados da seguinte forma: ISO (Normas ISO em vigor), ISO/TS (Especificação Técnica ISO), ISO/TR (Relatório Técnico ISO) e ISO/RS (Sumário Revisto ISO).

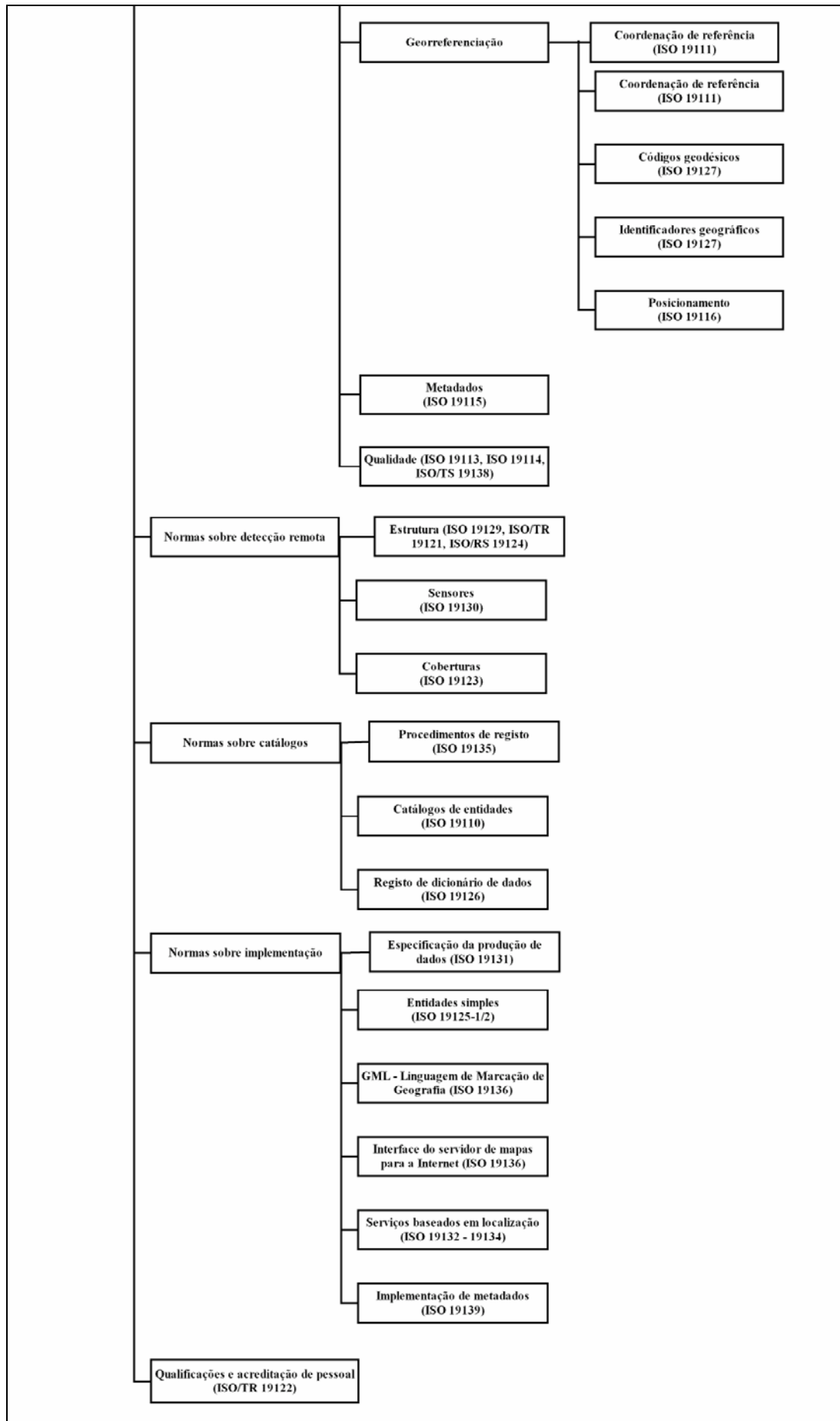


Figura 2 - Família das normas 19100 relativas à informação geográfica - continuação
(adaptado de Kresse and Fadaie.(2004))

2.2. Conceitos uniformizados a partir das normas ISO

Vários são os conceitos que se encontram uniformizados pelas normas ISO. Por se encontrarem relacionados com esta tese, passa-se a descrever alguns deles, assim como algumas considerações.

2.2.1. Entidade geográfica

Por entidade geográfica (“feature”) entende-se como sendo a abstracção de fenómenos do mundo-real (definido pela norma ISO 19101).

O termo “entidade geográfica” é usualmente utilizado na família de normas ISO 19100. No entanto, no que diz respeito às definições consideradas para o desenvolvimento da directiva INSPIRE, utiliza-se como sinónimo de “entidade geográfica” a terminologia “objecto espacial” porque se entende que o termo “geográfico” é demasiado limitado. Este facto vem levantar algumas dificuldades: o “objecto espacial” é também utilizado na mesma família de normas ISO 19100 com o sinónimo “topologia e geometria espacial”. Perante estes factos foi definido que, e no âmbito desta tese, se deveria adoptar a terminologia “entidade geográfica”.

Existe também, e de acordo com a norma ISO/CD², 19110 a chamada “definição de entidade” (“feature concept”) que consiste na especificação abstracta da semântica de um tipo de entidade geográfica.

2.2.2. Catálogo de entidades

O catálogo de entidades geográficas (“feature catalogue”) é o catálogo que contém definições e descrições de tipos de entidades geográficas, seus atributos e componentes associadas que ocorrem em pelo menos um conjunto de dados espaciais, juntamente com alguma operação que lhe seja aplicável (definição baseada na ISO/CD 19110);

O catálogo de entidades geográficas tem várias finalidades. Destacam-se, por se considerarem como as mais importantes:

- O catálogo de entidades geográficas padrão pode ser suficiente para que, em muitas aplicações práticas, permita reduzir custos, uma vez que a criação de catálogos de entidades é considerada como uma actividade morosa;
- O catálogo de entidades geográficas apresenta uma abstracção particular do mundo-real orientada para aplicações, representada num conjunto de dados e numa forma facilmente compreensível e acessível aos utilizadores dos dados;
- Frequentemente, os tipos de entidades de diferentes sistemas têm nomes iguais ou similares, em que o catálogo de entidades geográficas pode servir para clarificar quais as diferentes classificações.

O “catálogo de entidades geográfica” é designado frequentemente em Portugal por “catálogo de objectos”. No âmbito desta tese a designação de “catálogo de objectos” será utilizada sempre que pretenda referir ao “catálogo de entidades

² ISO/CD é um documento em desenvolvimento mas já com carácter normativo (CD é o acrónimo de Committee Draft).

geográficas” da SCN 10k do IGP (é a denominação usual por esta instituição), e a designação de “catálogo de entidades geográficas” nos restantes casos.

3. As especificações OGC

A OGC (“Open Geospatial Consortium”) é uma organização internacional promotora de especificações com base no consenso dos seus membros, no qual participam cerca de trezentas instituições relacionadas com a informação geográfica (empresas, entidades governamentais e universidades). As especificações desenvolvidas pelo OGC abrangem as diferentes actividades com informação geográfica, nomeadamente: no domínio da internet, no domínio da tecnologia em equipamento de comunicações móveis, no domínio dos serviços de localização e nas aplicações normalizadas de informação geográfica.

A OGC pretende criar especificações, abrangendo as componentes de implementação e de abstracção, com vista a existência de interoperabilidade entre as diferentes tecnologias de acesso à informação geográfica, ou seja, à capacidade e cooperação de um sistema de informação interpretar, manipular, transferir e partilhar dados de domínio espacial [Rawat,2003].

A organização executa vários trabalhos de normalização, como por exemplo: GML (Geographic Markup Language), WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service) , Catalog Interface (CAT), entre muitos outros [Kresse *and* Fadaie,2004].

4. A Directiva INSPIRE

A União Europeia (UE) publicou um conjunto de orientações para os seus estados membros, através da directiva INSPIRE (“Infrastructure for Spatial Information in Europe”) - Infra-estrutura Europeia de Informação Geográfica, com o objectivo de definir um quadro jurídico para o estabelecimento e funcionamento de uma infra-estrutura de informação espacial na Europa [Comissão das Comunidades Europeias,2007].

Surgem como principais entidades na implementação do INSPIRE [Fonseca, 2006]:

- os Ministérios associados ao Ambiente e à Informação Geográfica de cada estado membro;
- administrações de regiões autónomas dos países que integram a UE;
- representantes de países da Associação Europeia de Livre Comércio (“European Free Trade Association” - EFTA);
- organizações não-governamentais;
- várias direcções-gerais da Comissão Europeia;
- EUROSTAT;
- “Institute for Environment and Sustainability” (IES).

A criação da Infra-estrutura Europeia de Informação Geográfica pretende conduzir à disponibilização junto dos utilizadores de serviços integrados de informação de natureza geográfica. Assim, qualquer utilizador deverá poder identificar e aceder a informação geográfica proveniente de diversas fontes, desde o nível local até ao nível global, de um modo partilhável a todos os utilizadores e para uma grande variedade de utilizações.

Potenciais serviços incluirão a visualização de diferentes níveis de informação, a sobreposição de informação proveniente de diferentes fontes, a análise espacial e temporal dessa informação, entre outros.

A Directiva INSPIRE requer a existência em cada Estado-Membro, de uma Infra-estrutura de Informação Geográfica, disponível ao público na internet ou através de qualquer outro meio adequado de telecomunicações. A Infra-estrutura de Informação Geográfica permite, a pesquisa e visualização dos metadados e a visualização da própria informação geográfica.

A Directiva INSPIRE aborda vários temas, tal como se encontra descrito na Tabela 2 [Comissão das Comunidades Europeias,2007].

A implementação da directiva INSPIRE tem uma abordagem faseada, passo-a-passo (Figura 3) [Tiainen,2004]. O primeiro passo consistirá em desbloquear o acesso aos dados geográficos e às infra-estruturas de dados existentes e, de modo gradual, harmonizar dados e serviços, permitindo inclusive a fácil integração de sistemas e de conjuntos de dados em diferentes níveis da infra-estrutura.

Tabela 2 – Estrutura da Directiva INSPIRE
(adaptado de Comissão das Comunidades Europeias (2007))

Unidade	Descrição
Capítulo I	Disposições Gerais
Capítulo II	Metadados
Capítulo III	Interoperabilidade dos conjuntos e serviços de dados espaciais
Capítulo IV	Serviços de Rede
Capítulo V	Partilha e reutilização dos dados
Capítulo VI	Coordenação e medidas complementares
Capítulo VII	Disposições finais
Anexo I	Descrição de nove temas espaciais
Anexo II	Descrição de quatro temas espaciais
Anexo II	Descrição de vinte e um temas espaciais

No contexto INSPIRE, a harmonização de dados (“data harmonisation”) associa-se o processo que permite desenvolver um conjunto de especificações de produtos de dados, de modo a que seja possível aceder a dados geográficos através de serviços, numa representação que combina esses dados com outros dados harmonizados de forma coerente (através de sistemas de coordenadas de referência, de sistemas de classificação, de esquemas aplicativos, etc.). Terminado o processo de harmonização de dados, e só após a integração de dados na Infra-estrutura Europeia de Informação Geográfica, se atingirá a interoperabilidade [RDM WG, 2002].

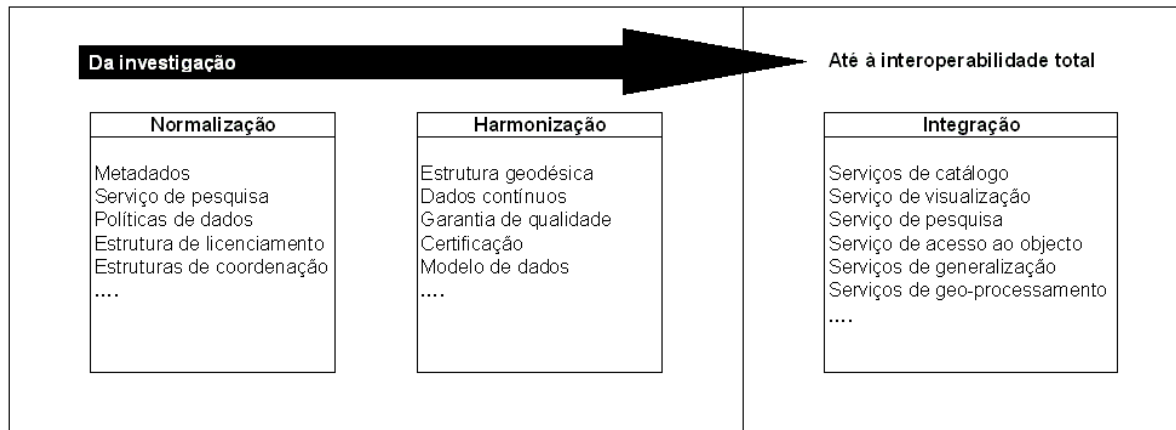


Figura 3 – Abordagem faseada da Directiva INSPIRE

(Adaptado de Tiainen (2004))

Por interoperabilidade (“interoperability”) entende-se como sendo a possibilidade de cooperação de conjuntos de dados geográficos, tais como a possibilidade de serviços interagirem, sem o recurso a intervenções cíclicas manuais, de modo a que o resultado seja coerente e o resultado final seja melhor, com o conjunto de dados e serviços.

A informação produzida ou actualizada depois da entrada em vigor da Directiva deverá passar a estar harmonizada de acordo com as regras de implementação. Destas, e neste momento, encontram-se aprovadas ou em processo de discussão as regras de que se encontram discriminadas na Tabela 3.

Tabela 3- Regras de Implementação INSPIRE

Identificação	Descrição
DS-D2.3	Definição e resumo dos temas em Anexo
DS-D2.5	Modelo Conceptual Genérico
DS-D2.6	Metodologia para o desenvolvimento de especificações de dados
DS-D2.7	Orientações para a codificação de dados espaciais

As regras de implementação têm em consideração documentos internacionais já existentes sobre normalização, nomeadamente as normas ISO e as especificações OGC (Figura 4) [Smits,2006].

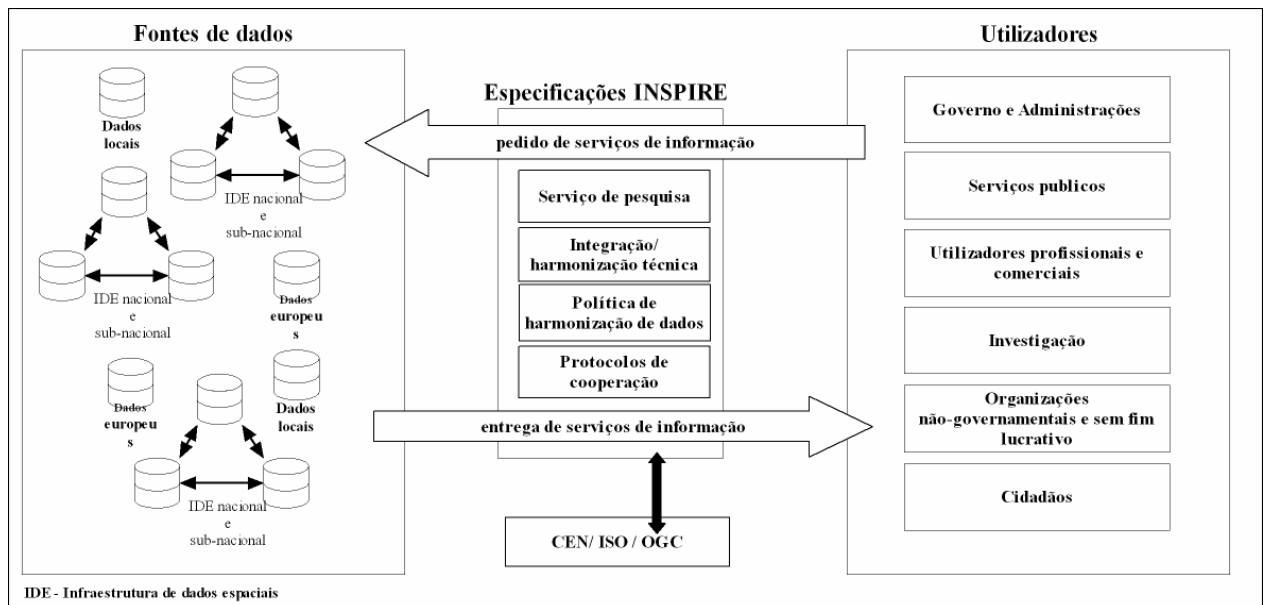


Figura 4 – A relação entre as normas ISO e as especificações OGC e as especificações INSPIRE

(Adaptado de Smits (2006))

Conhecidas as normas ISO que regulamentam os catálogos de entidades geográficas, e que participam directamente na primeira fase da directiva INSPIRE, serão de seguida enumerada a contribuição do catálogo de entidades geográficas na segunda fase (harmonização de dados) e na terceira fase (integração de dados).

5. Vista geral das componentes de harmonização de dados

A criação de um modelo, isto é, a modelação de dados, é convencionalmente considerada como sendo o processo de abstracção de entidades e suas relações no mundo real, associadas a propriedades alfanuméricas. No caso concreto em que os dados se encontrem referenciados no espaço, a sua modelação é mais complexa visto se associarem entidades com propriedades espaciais, com diversas geometrias e vários relacionamentos com semântica espacial.

Tabela 4 - Componentes de harmonização de dados para a directiva INSPIRE

(Adaptado de INSPIRE DTDS (2007))

(A) Princípios INSPIRE	(B) Terminologia	(C) Modelo de referência
(D) Regras para esquemas aplicacionais e catálogos de entidades	(E) Aspectos espacial e temporal	(F) Textos multi-linguagem e adaptabilidade cultural
(G) Modelo de coordenadas de referência e de unidades	(H) Modelação de referência de objectos	(I) Modelo/ Especificações de transferência de dados
(J) Modelo de representação	(K) Gestão de identificadores	(L) Registadores e registos
(M) Metadados	(N) Manutenção	(O) Qualidade
(P) Transferência de dados	(Q) Consistência de dados	(R) Representações múltiplas
(S) Captura de dados	(T) Conformidade	

Para efectuar a modelação de dados destinados à integração na INSPIRE, foram estabelecidas especificações de dados, baseadas num conjunto de parâmetros que identificam as componentes relevantes para o processo de harmonização.

A Tabela 4 apresenta uma visão generalizada sobre as componentes relevantes, que cobrem diferentes aspectos que necessitam ser orientados para o processo de harmonização de dados [INSPIRE DTDS,2007].

5.1. Harmonização dos catálogos de entidades geográficas

As regras de harmonização impostas aos esquemas aplicativos e aos catálogos de entidades geográficas, de forma resumida, permitirão:

- Executar a leitura computacional da descrição de dados definindo a sua estrutura, o que permite activar mecanismos automatizados para gestão de dados;
- Efectuar a compreensão comum e correcta de dados, através da documentação do conteúdo de dados de um conjunto de entidades particular, fazendo assim possível que inequivocamente se recupere informações sobre os dados.

A descrição total dos conteúdos e da estrutura de conjuntos de dados é dada pelo esquema aplicativo que é expresso através de uma linguagem esquemática conceptual formal (“conceptual schema language”). Esta linguagem formal é baseada em formalismo conceptual com o objectivo de representar esquemas conceptuais (de acordo com as normas ISO 19101). A UML³ é um desses exemplos.

O catálogo de entidades define os significados de tipos de objectos do mundo-real e as suas propriedades específicas no esquema aplicativo.

O modelo de referência especificado na ISO 19109 será utilizado como modelo de referência das especificações de dados INSPIRE.

A Figura 5 [INSPIRE DSR, 2008] ilustra graficamente a importância do modelo conceptual sobre a representação da informação geográfica através da relação entre o mundo real e o seu esquema conceptual.

O universo em análise é a selecção de entidades do mundo real que um indivíduo ou uma comunidade pretende descrever no modelo. Este universo pode ou não incluir entidades geográficas assim como os seus atributos, as operações que lhe estão associadas e as relações que existem entre estas entidades geográficas. O universo de descrições é definido pelo modelo conceptual (“conceptual model” da norma ISO 19101).

O esquema conceptual (“conceptual schema”) é uma descrição rigorosa do modelo de qualquer universo em análise, isto é, do modelo conceptual (norma ISO 19101). A linguagem do esquema conceptual é uma linguagem formal, usada para descrever o esquema conceptual, compreendida por computadores ou por seres humanos, e que utiliza todas as construções linguísticas necessárias para formular um esquema conceptual e capaz de manipular os seus conteúdos. Um esquema conceptual que defina como um universo deve ser representado pelos dados e é conhecido como esquema aplicativo.

3 “Unified Modelling Language”, isto é, Linguagem de Modelação Unificada

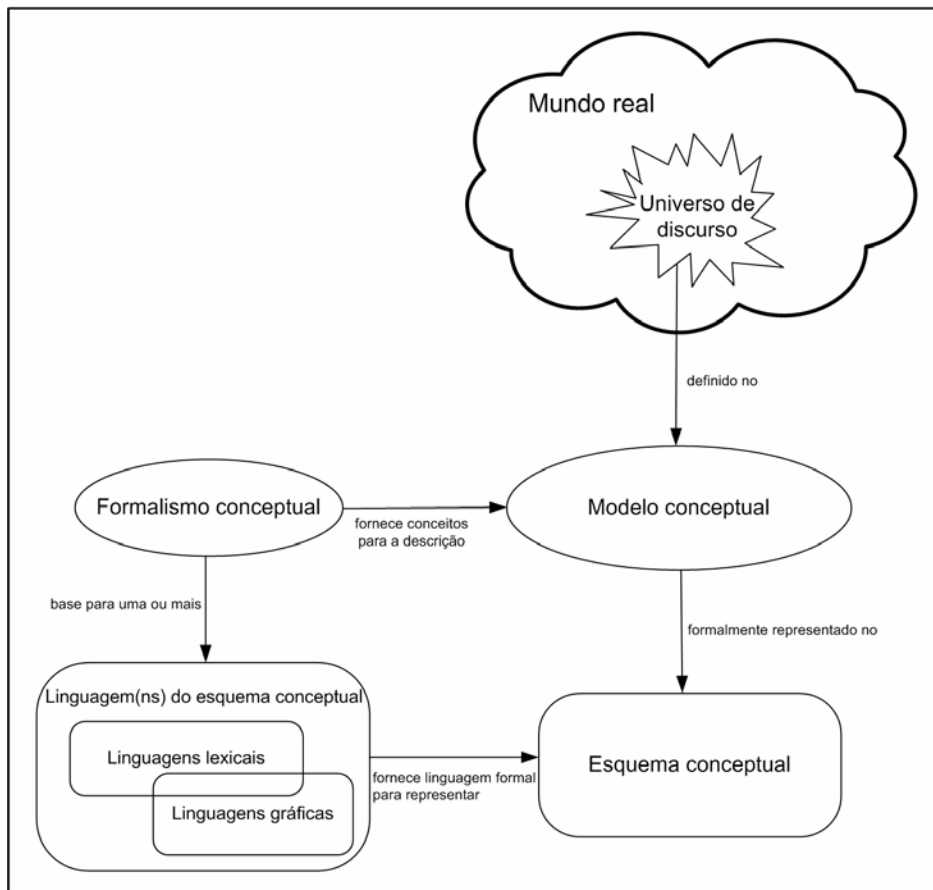


Figura 5 - Modelação conceptual de dados geográficos de acordo com a norma ISO 19109.

(Adaptado de INSPIRE DSR (2008))

A linguagem esquemática conceptual é baseada sob um formalismo conceptual que estabelece as regras, restrições, funções, procedimentos e outros elementos que formam a linguagem do esquema conceptual. Os elementos são usados para definir esquemas conceptuais, os quais descreverão um sistema de informação definida ou tecnologias de informação padrão. Um formalismo conceptual proporciona a base para definições formais de todo o conhecimento considerado relevante para uma aplicação de tecnologia da informação. Várias linguagens para esquemas conceptuais, de natureza lexical ou gráfica, permanecem rígidas e são implementadas com o mesmo formalismo conceptual. No INSPIRE, cada esquema conceptual será modelado utilizando UML como linguagem do esquema conceptual.

O Modelo de Entidades Geográficas Geral (“General Feature Model”) é um modelo de entidades geográficas e suas propriedades, isto é, é um formalismo conceptual.

5.2. Do mundo-real para os dados

O Modelo de Entidades Geográficas Geral (“General Feature Model”), especificado pelas normas ISO 19109, define o modelo de metadados para entidades espaciais e suas propriedades.

O Modelo de Entidades Geográficas Geral, especificado pelas normas ISO 19109, define o modelo de metadados⁴ para a especificação e descrição de entidades espaciais e suas propriedades (Figura 6). Serve de igual forma como modelo de

⁴ Metadados são os dados dos dados

metadados para catálogos de entidades geográficas proporcionando a estrutura base para a representação da semântica de informação geográfica dos respectivos termos.

O Modelo de Entidades Geográficas Geral define estes conceitos, mas não descreve no entanto qualquer linguagem ou formato assim como não descreve os tipos de entidades espaciais e seus conceitos.

A norma ISO 19109 prevê duas formas de representar os entidades espaciais e suas propriedades:

- Através de um esquema aplicacional documentado das entidades geográficas e suas propriedades
- Através de um catálogo de entidades geográficas.

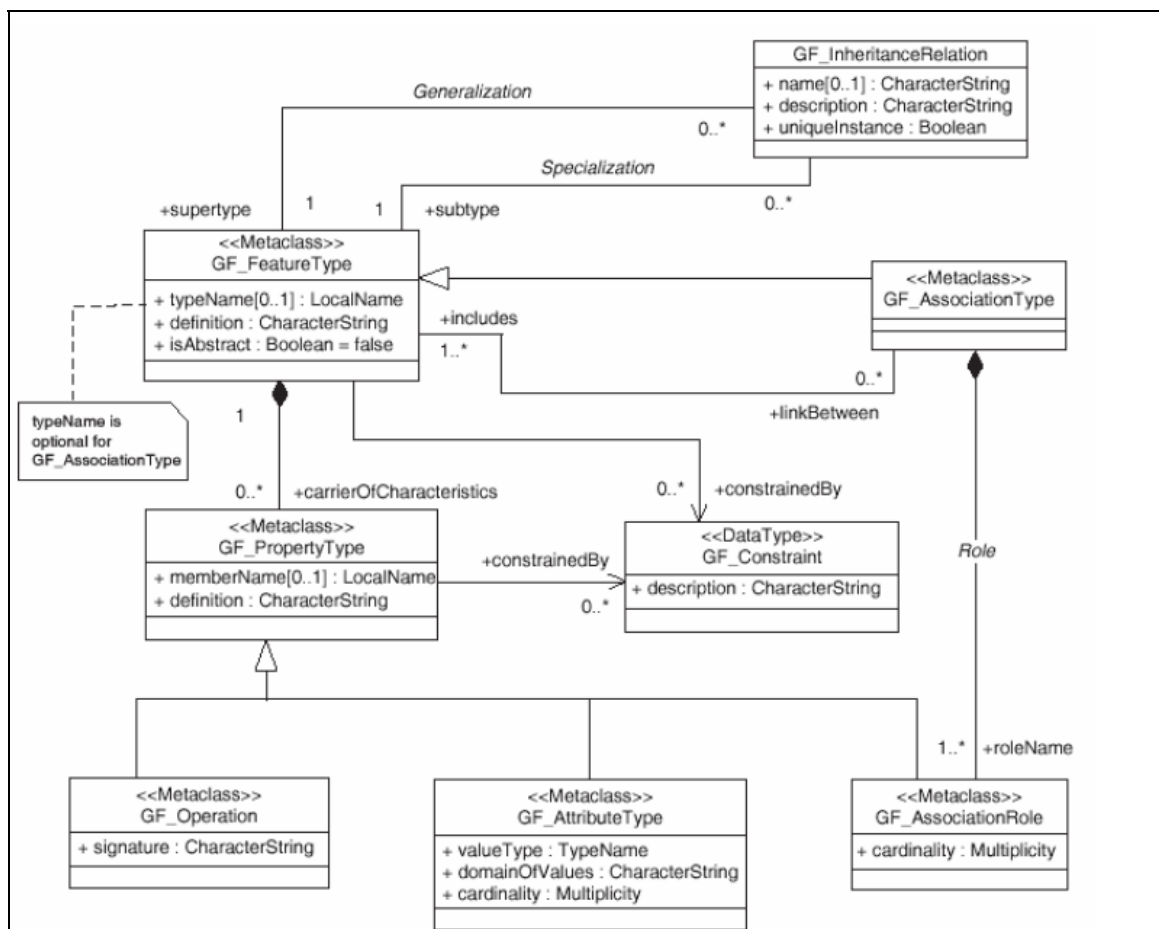


Figura 6 – Extracto do Modelo de Entidades Geográficas Geral

(adaptado de INSPIRE DTDS (2007))

A Figura 7, que é um extracto da figura referente ao Modelo de Entidades Geográficas Geral das normas ISO 19109 (“da realidade para os dados geográficos”) ilustra o processo modelado e o papel do Modelo de Entidades Geográficas Geral [INSPIRE DTDS,2007].

O conteúdo do catálogo de entidades sobrepõe-se à especificação da informação correspondente ao seu esquema aplicacional, isto é, o esquema aplicacional contém informações que podem não ser necessariamente representadas relativamente ao catálogo de entidades e vice-versa.

O Modelo Conceptual Genérico confirma ambos os conceitos, tal como se encontra especificado na ISO 19109: a partir do processo de modelação, um modelo conceptual é desenvolvido contendo definições e classificações. Isto pode ser documentado através de catálogo de entidades geográficas, especificamente para fazer definições e classificações presentes no modelo disponível para leitores humanos.

Os catálogos de entidades geográficas constituem os elementos fulcrais no desempenho de uma Infra-Estrutura de Dados Geográficos, nomeadamente na interpretação do que se pode considerar como sendo a transformação do mundo-real para os dados, tal como se esquematizou na Figura 7 (adaptada pela INSPIRE a partir da norma ISO 19109).

Perante a transferência de dados descritos com recurso a catálogos de entidades geográficas distintos, a relação entre estes deve ser analisada com cuidado. É também neste contexto que se enquadram os testes à portabilidade.

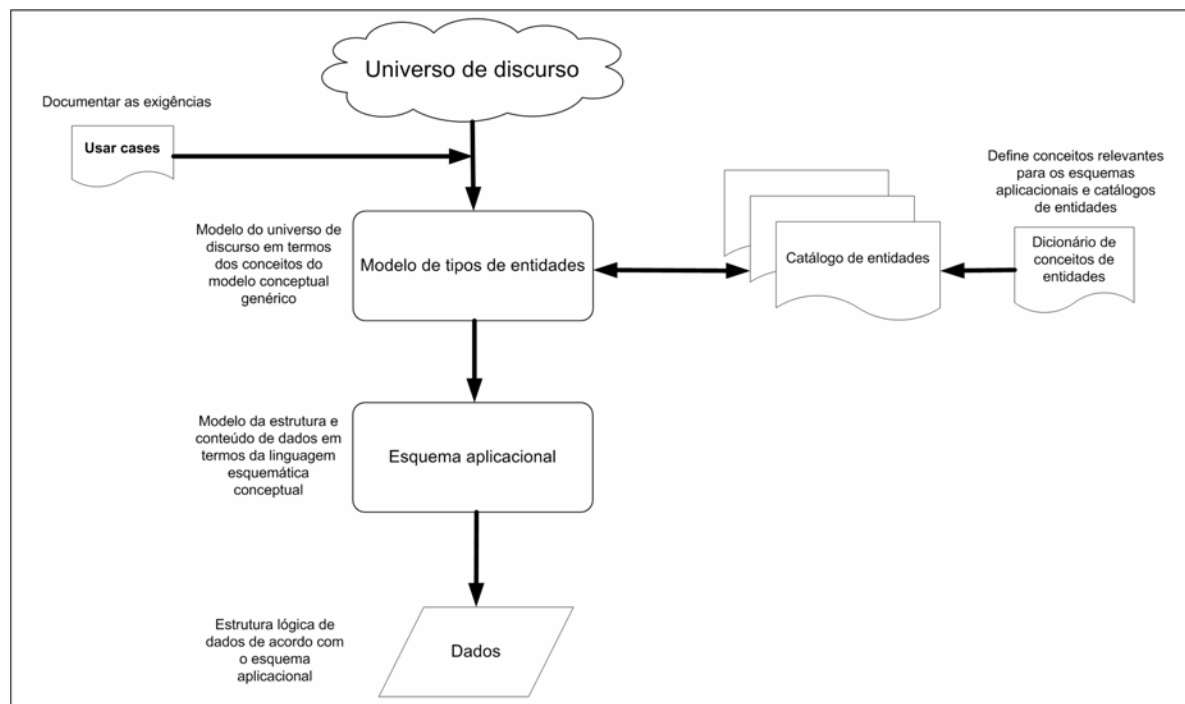


Figura 7 – Do mundo-real para os dados.

(Adaptado de INSPIRE DTDS (2007))

Ao longo da descrição do processo de transposição do mundo-real para os dados, muitas foram as vezes que se mencionou a linguagem formal a utilizar (usualmente a UML). Pelo facto de também se ter utilizado ao longo da concepção do conteúdo desta tese, serão descritos alguns conceitos referentes à linguagem formal utilizada.

6. A linguagem formal

A UML (“Unified Modelling Language”) é uma linguagem formal concebida para especificar qualquer tipo de sistemas, em que as especificações podem ser representadas por diagramas. O seu suporte documental e de ferramentas de desenvolvimento encontra-se normalizado pelo OMG (“Object Management Group”) [Ramos, 2006].

Na área dos sistemas de informação são utilizados também os diagramas Entidade-Associação ou diagramas OMT (“Object Modeling Technique”) [Ramos, 2006].

O OMT-G (“Object Modeling Technique” para entidades geográficas) é uma extensão do modelo conceptual orientada a entidades para modelação de dados espaciais [Davis *and* Laender.,2000], em que:

- Existem classes especiais para entidades geográficas;
- Existe suporte à modelação de transformações de representação de dados e à visualização, permitindo definir relações especiais para o contexto geográfico;
- Parte dos princípios desta técnica são os mesmos que se utilizam para o diagrama de classes da UML, assumindo-se que os seus conceitos serão os mesmos.

Para facilitar o desenvolvimento da estrutura do esquema da base de dados, pode utilizar-se linguagem UML expressa através de meios textual e gráfico, com recurso a um programa Spatial PVL (“Plug-in for Visual Languages”) [Bédard,1999].

Neste trabalho, os diagramas que representam a estrutura do catálogo foram desenvolvidos com recurso ao PVL “Perceptory” (plug-in do “Microsoft Visio 2003”) desenvolvido pela Universidade de Laval (Canadá)⁵.

Para a escolha do “Perceptory” foi importante saber que este permite estruturar os dados de acordo com a norma ISO 19110 (metodologia de catalogar entidades geográficas).

Com o objectivo de introduzir os principais elementos utilizados, descrevem-se os conceitos e respectiva simbologia:

- Empacotamento (“package”): elemento de organização do modelo, permitindo separar o modelo em temas ou reagrupar alguns elementos do modelo (Figura 8); corresponde a um subconjunto de modelos e possuem diferentes elementos (classes e relações, por exemplo);
- Classe (“Class”): em relação à base de dados é o agrupamento de um conjunto de fenómenos tangíveis, conceitos ou eventos na realidade segundo o qual estão classificados como sendo da mesma categoria e a partir se pode gerir a mesma informação ou executar as mesmas operações. A classe tem o mesmo significado de entidade geográfica neste documento.

A “classe” é constituída por três secções que contêm respectivamente: nome e “estereótipo”, atributos e operações que lhe dizem respeito; as duas últimas secções apenas aparecem quando tiverem conteúdo (Figura 9).

⁵ Disponibilizado de forma gratuita através do endereço de internet da Universidade que desenvolveu a aplicação (http://sirs.scg.ulaval.ca/perceptory/english/stencil_e.asp).

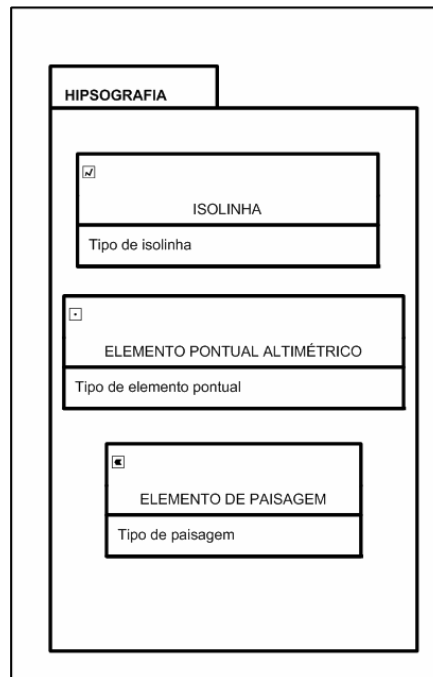


Figura 8 – Exemplo de empacotamento

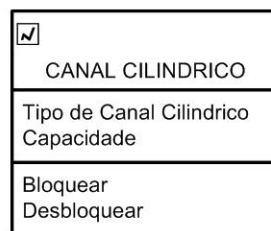


Figura 9 – Exemplo de uma classe

- Domínio enumerado (“enumeration domain”): É o estereótipo de valores de um domínio que é um conjunto de possíveis valores para um atributo (Figura 10).

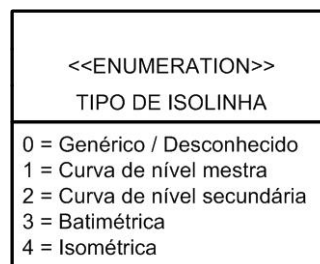


Figura 10 – Exemplo de um domínio enumerado






- Associação (“association”): representa as relações estruturais entre classes. É representada através de uma linha que une duas classes, que pode integrar opcionalmente uma forma verbal, activa ou passiva, para permitir estabelecer um sentido específico à relação.
- Agregação (“agregation”): representa associações não-simétricas em que uma das suas extremidades tem um papel predominante na relação relativamente à outra extremidade. Não pode tomar o valor de 0 no

contabilizador de instâncias, isto é, tem de existir sempre pelo menos um “filho”.

- Composição (“composition”): representa uma associação em que uma extremidade constrói a outra extremidade. É uma relação de reunião que pode ser de natureza física ou material. A agregação múltipla pode apenas ser 0 ou 1, isto é, a composição pode apenas ser composto por um ou nenhum elemento composto.

A Tabela 5 apresenta em resumo a simbologia adoptada pelo Perceptory.

Tabela 5 – Simbologia adoptada

Nome	Símbolo
Empacotamento	
Classe	
Enumeração de domínios	
Associação, agregação, composição	
Generalização/Especialização	

CAPÍTULO III

A SCN 10k

1. Introdução

Foi em 1995 que o actual Instituto Geográfico Português (IGP) deu início à Série Cartográfica Nacional 1:10000 (SCN 10k). Fernandes [1996] refere que se pretendeu que a SCN 10k constituísse base gráfica para os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Em virtude de o IGP ser a autoridade nacional no domínio da cartografia, a SCN 10k produzida ou fiscalizada e homologada pelo IGP constituiu e constitui portanto informação geográfica oficial.

Quando se definiu o modelo de dados a adoptar pretendeu-se que a informação fosse produzida de forma estruturada e com a possibilidade de ser desagregada, permitindo que a utilização em SIG não exigisse uma manipulação muito complexa dos dados [Reis,2005].

Com a publicação do D.L. n.º 193/95, de 28 de Julho, foram estabelecidos os princípios e normas a que deve obedecer toda a produção cartográfica no território nacional, e na qual se enquadra a SCN 10k.

2. Aspectos relevantes da cartografia 1:10000

A Série Cartográfica Nacional 10k foi estabelecida através de características técnicas específicas. Descrevem-se na Tabela 6 algumas das exigências a satisfazer para elaboração da referida cartografia [Reis, 2005].

Tabela 6 - Características Técnicas

Sistemas de Referência:	Datum 73 / Datum Altimétrico de Cascais
Elipsóide de Referência:	Elipsóide de Hayford
Sistema de Coordenadas:	Rectangulares com a Projecção de Gauss*
Origem das Coordenadas:	E=180.598 m; N=-86.990 m, do Ponto Central
Equidistância:	5 metros
Seccionamento:	50 x 80 cm ²

Os dados da SCN 10k são estruturados em três modelos de dados:

- Modelo Numérico Topográfico (MNT);
- Modelo Numérico Cartográfico (MNC);
- Modelo Numérico Altimétrico (MNA).

3. O Modelo Numérico Topográfico

O Modelo Numérico Topográfico (MNT) é constituído por informação topográfica, planimétrica e altimétrica, inerente ao conteúdo da escala 1:10000. A informação encontra-se em modo numérico, multicodificada, caracterizada graficamente e estruturada de acordo com as indicações especificadas pelo respectivo catálogo de objectos do IGP para esta escala. Os entidades encontram-se representados por pontos, linhas ou áreas (Figura 11).

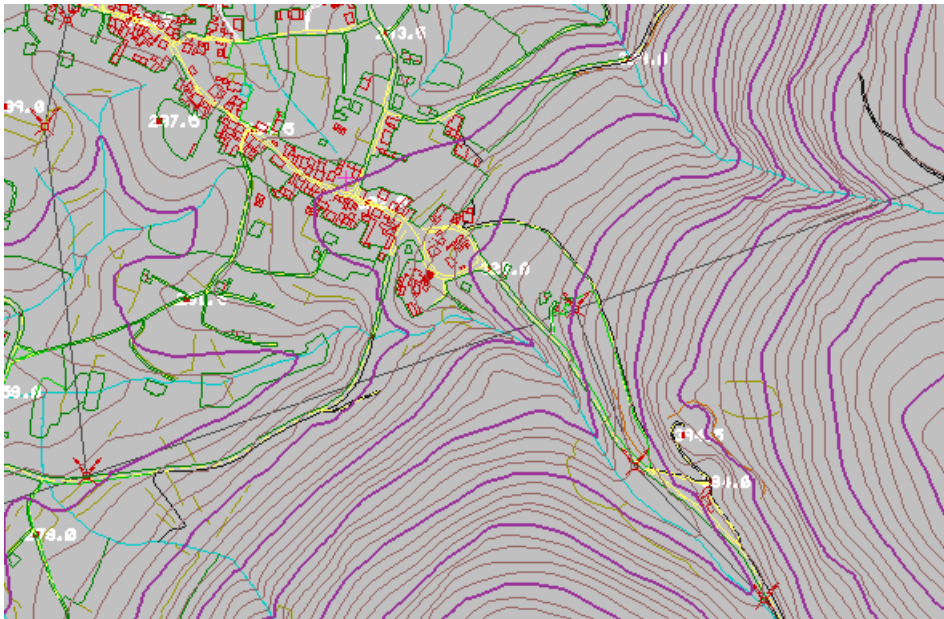


Figura 11– Modelo Numérico Topográfico

A aquisição e edição da informação planimétrica e altimétrica do MNT, em modo numérico vectorial, respeitam as seguintes fases:

- Estereorrestituição fotogramétrica da informação bidimensional;
- Completagem de campo, com aquisição de informação relativa à data da sua execução;
- Recolha de informação toponímica no local;
- Edição da informação da respectiva toponímia e dados que resultam das operações de completagem;
- Criação de um ficheiro bidimensional com toda a informação do modelo devidamente multicodificada em que a caracterização gráfica de cada elemento gráfico é a correspondente à do entidade cartograficamente mais relevante;
- Obtenção de um ficheiro único com toda a informação correspondente aos vários domínios do catálogo de objectos do MNT, e um ficheiro vectorial por cada um dos domínios do catálogo de objectos.

4. Catálogo de objectos do MNT

O catálogo de objectos do Modelo Numérico Topográfico (MNT) do IGP é constituído pelos elementos com as respectivas características gráficas e por códigos (Figura 12).

A cada folha corresponde um ficheiro único, com toda a informação bidimensional do MNT, devidamente codificada ou multicodificada de acordo com o catálogo de objectos, sem duplicação de elementos gráficos para representação das várias funções da entidade e em que a respectiva caracterização gráfica corresponde à da função cartograficamente mais importante dessa entidade. A importância da função cartográfica desempenhada pelas entidades é determinada pelo código de menor valor dessas entidades. Qualquer entidade topográfica que desempenhe funções correspondentes a domínios diferentes do catálogo de objectos é

representada graficamente no ficheiro único por um só elemento gráfico, com o número de códigos correspondentes às suas funções no terreno, caracterizado graficamente de acordo com a sua importância cartográfica.

A informação respeita a seguinte estrutura hierárquica: domínio, sub-domínio, família e objecto. Por exemplo o código 10 01 02 01 será interpretado da seguinte forma:

10 – Corresponde ao domínio das vias de comunicação;

01 – Refere-se ao sub-domínio tráfego rodoviário;

02 – Diz respeito à família da rede complementar;

01 – Corresponde ao objecto – itinerário complementar.

Instituto Geográfico Português												
NOME DO FICHEIRO XXX_XVIA				Modelo Numérico Topográfico (MNT)					DIMENSÃO 2D			
CÓDIGO				CARACTERÍSTICAS GRÁFICAS DO ELEMENTO					REPRESENTAÇÃO	Nome do Símbolo Pontual	OBSERVAÇÕES	
Dom	Sub	Fam	Obj	TIPO	NÍVEL	TIPO	ESPESSURA	COR	Gráfica			
				OBJECTO	Nível	Linha						
10				VIAS DE COMUNICAÇÃO								
	01			TRÁFEGO RODOVIÁRIO								
		01		REDE FUNDAMENTAL								
10	01	01	01	IP	LINHA	10	0	0	123	POLIGONAL		
10	01	01	02	IP / AE	"	11	0	0	123	"		
10	01	01	03	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO AO IP	"	1	0	0	0	"		
10	01	01	04	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO AO IPIAE	"	2	0	0	0	"		
10	01	01	05	EIXO DO IP	"	10	4	0	123	"		
10	01	01	06	EIXO DO IPIAE	"	11	4	0	123	"		
		02		REDE COMPLEMENTAR								
10	01	02	01	IC	LINHA	12	0	0	19	POLIGONAL		
10	01	02	02	IC / AE	"	13	0	0	3	"		
10	01	02	03	IC / VIA RÁPIDA	"	14	0	0	19	"		
10	01	02	04	IC / CIRCULAR REGIONAL INTERNA	"	15	0	0	19	"		
10	01	02	05	IC / CIRCULAR REGIONAL EXTERNA	"	16	0	0	3	"		
10	01	02	06	IC / RADIAL	"	17	0	0	3	"		
10	01	02	07	EN	"	18	0	0	3	"		
10	01	02	08	EIXO DO IC	"	12	7	0	19	"		
10	01	02	09	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO AO IC	"	3	0	0	0	"		
10	01	02	10	EIXO DO ICIAE	"	13	7	0	3	"		
10	01	02	11	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO AO ICIAE	"	4	0	0	0	"		
10	01	02	12	EIXO DO IC/VIA RÁPIDA	"	14	7	0	3	"		
10	01	02	13	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO IC/VIA RÁPIDA	"	5	0	0	0	"		
10	01	02	14	EIXO DO IC/CIRC.REGIONAL INTERNA	"	15	7	0	19	"		
10	01	02	15	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO AO IC/CIRC. REGIONAL INTER	"	6	0	0	0	"		
10	01	02	16	EIXO DO IC/CIRC.REGIONAL EXTERNA	"	16	7	0	3	"		
10	01	02	17	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO IC/CIRC. REGIONAL EXTERNA	"	7	0	0	0	"		
10	01	02	18	EIXO DO IC/RADIAL	"	17	7	0	3	"		
10	01	02	19	SEPARADOR / PROTECTOR ASSOCIADO IC/RADIAL	"	8	0	0	0	"		
10	01	02	20	EIXO DA EN	"	18	7	0	3	"		

Figura 12 - Catálogo de objectos do Modelo Numérico Topográfico

No catálogo de objectos podemos identificar ainda o tipo de entidade, o nível, o estilo, a espessura e cor segundo o que é estipulado pelas notas descritivas do Modelo Numérico Topográfico.

Seguindo o exemplo anterior, um itinerário complementar (IC) segue a seguinte norma:

Tipo de entidade – linha

Nível – 12

Estilo – 0

Espessura – 0

Cor - 19

A SCN 10k do IGP, é desenvolvida com recurso ao software de CAD - Microstation. Este software permite um bom manuseamento da informação digital, visto permitir 63 níveis de informação (level's), utiliza um sistema de "linkagem" que relaciona cada entidade desenhado com o respectivo modelo numérico.

Também possibilita uma transferência para SIG. O IGP propõe, a partir do MNT, a adopção da seguinte metodologia:

- Reestruturação do MNT reorganizando os ficheiros por folhas, em ficheiros por entidades;
- Desagregação para cada folha do MNT em múltiplos ficheiros por entidade e por geometria;
- Construção dos grupos de temas, gerar topologia e preencher atributos no SIG.

5. Modelo Numérico Cartográfico

O Modelo Numérico Cartográfico (MNC) deriva do Modelo Numérico Topográfico, sendo constituído pela sua informação submetida a operações de edição, simbolização e generalização cartográfica e introduz nomes geográficos. Tem por objectivo a produção das folhas da carta com legibilidade cartográfica convencional, quer em modo digital, quer em modo analógico (saída gráfica).

O MNC é representado por um ficheiro único bidimensional por folha, em formato vectorial, resultante da fusão de vários ficheiros que constituem o MNC dessa folha, respeitando as prioridades de sobreposição da informação cartográfica e as regras de generalização cartográfica.

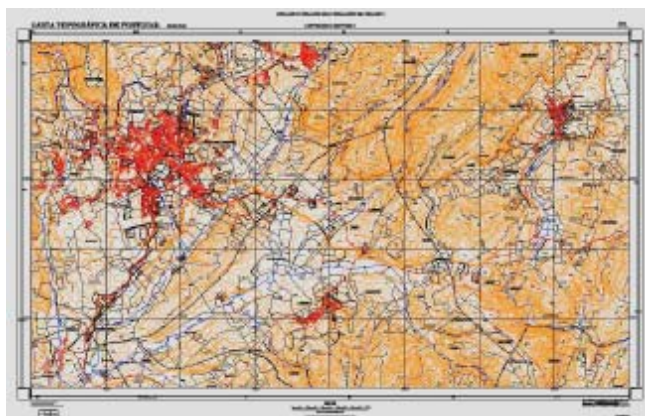


Figura 13 - Modelo Numérico Cartográfico

Este ficheiro único é gerado com a respectiva cercadura, quadrícula e informação marginal, de acordo com o modelo disponibilizado pelo IGP. O nome da folha é composto pelo nome do lugar mais importante nela representado, e pelo nome do concelho a que pertence (Figura 13).

A representação das entidades respeita as regras de representação cartográfica, o estabelecido no catálogo de objectos e na simbologia, as especificações do ficheiro legenda, modelo do IGP para a escala 1:10000, bem como o ficheiro modelo da cercadura para as folhas à escala 1:10000.

O catálogo de objectos do MNC é constituído pelos elementos com as respectivas características gráficas (Figura 14).

Instituto Geográfico Português											
Modelo Numérico Cartográfico											
NOME DO FICHEIRO XXX.XCON							DIMENSÃO 2D				
CODIGO				CARACTERÍSTICAS GRÁFICAS DO ELEMENTO				REPRESENTAÇÃO		NOME	OBSERVAÇÕES
Dom	Sub	Fam	Org	DESCRIÇÃO	NIVEL	TIPO LINHA	ESPESSURA	COR	GRÁFICA	DO SÍMBOLO	
		06		MONUMENTOS							
06	01	06	01	MOSTEIRO, CONVENTO	7	0	0	3	POLIGONAL FECHADA	-	MÁSCARA A CHEIO; COLOCA TOPÓNIMO
06	01	06	02	PADRÃO	7	0	0	3	SÍMBOLO PONTUAL	-	-
06	01	06	03	PELOURINHO	7	0	0	3	SÍMBOLO PONTUAL	PELOUR	
06	01	06	05	ESTÁTUA	7	0	0	240	POLIGONAL FECHADA	ESTATU	COLOCA CÉLULA ESTATU; ver nota descritiva 6.3 do modelo cartográfico
				ESTÁTUA	7	0	0	240	SÍMBOLO PONTUAL	ESTATU	
06	01	06	06	FORTE	7	0	0	19	POLIGONAL FECHADA	-	COLOCA TOPÓNIMO
06	01	06	07	CASTELO	7	0	0	3	-	-	-
06	01	06	08	PALÁCIO	7	0	0	3	-	-	MÁSCARA A CHEIO; COLOCA TOPÓNIMO
06	01	06	09	RUÍNAS C/INTER. HISTÓRICO	7	0	0	3	-	RUIN	COLOCA PADRÃO RUIN; COLOCA TOPÓNIMO; ver nota descritiva 6.19 do modelo cartográfico
				RUÍNAS C/INTER. HISTÓRICO	7	0	0	3	SÍMBOLO PONTUAL	RUINHIS	COLOCA CÉLULA RUINHIS; COLOCA TOPÓNIMO
06	01	06	10	CRUZEIRO	7	0	0	3	-	CRUZ	
06	01	06	11	CASTRO	7	0	0	19	POLIGONAL FECHADA	-	COLOCA TOPÓNIMO
06	01	06	12	MENIR	7	0	0	31	SÍMBOLO PONTUAL	MENIR	
06	01	06	13	ANTA	7	0	0	31	-	ANTA	
				LOCAIS DE CULTO							
06	01	07	01	IGREJA	8	0	2	3	POLIGONAL FECHADA	CIGRE	COLOCA CÉLULA CIGRE; ver nota descritiva 6.4.1 do modelo cartográfico
06	01	07	02	CAPELA	8	0	2	3	-	CCAPE	COLOCA CÉLULA CCAPE; COLOCA TOPÓNIMO; ver nota descritiva 6.4.1 do modelo cartográfico
				CAPELA	8	0	0	3	SÍMBOLO PONTUAL	CAPELA	COLOCA TOPÓNIMO
06	01	07	03	SANTUÁRIO	8	0	2	3	POLIGONAL FECHADA	CIGRE	COLOCA CÉLULA CIGRE; COLOCA TOPÓNIMO; ver nota descritiva 6.4.1 do modelo cartográfico
06	01	07	05	BASILICA, CATEDRAL	8	0	2	3	-	CIGRE	COLOCA CÉLULA CIGRE; COLOCA TOPÓNIMO; ver nota descritiva 6.4.1 do modelo cartográfico
06	01	07	06	SINAGOGA	8	0	2	3	-	LC	COLOCA CÉLULA LC; ver nota descritiva 6.4.2 do modelo cartográfico
06	01	07	07	MESQUITA	8	0	2	3	-	LC	COLOCA CÉLULA LC; ver nota descritiva 6.4.2 do modelo cartográfico
				FORÇAS MILITARES OU MILITARIZADAS							
06	01	09	01	QUARTEL	38	0	0	3	POLIGONAL FECHADA	-	MÁSCARA A CHEIO
06	01	09	03	FORTE	38	0	0	19	-	-	COLOCA TOPÓNIMO
				BOMBEIROS							
06	01	10	01	QUARTEL DE BOMBEIROS	53	0	0	19	POLIGONAL FECHADA	-	COLOCA TOPÓNIMO - ver nota descritiva 6.6

Figura 14 – Extracto do Catálogo de Objectos do MNC

Além dos vários ficheiros vectoriais por domínio do catálogo de objectos do MNC, há um ficheiro único do MNC, resultante da fusão de todos estes ficheiros por domínio que tem de respeitar as regras da edição, da generalização e da sobreposição a informação cartográfica, para fins de saída gráfica.





TABELA II - SIMBOLOGIA E TIPOS DE LINHA		
SINAIS GEODÉSICOS		
Designação	Representação	Unidades em milímetros
Marcos de 1ª ordem	⊕	
Marcos de outras ordens	△	
Em moinhos	⊕	
Em igrejas	⊕	

Figura 15 - Exemplo de alguns elementos da Tabela de Simbologia

A representação gráfica é feita respeitando:

- As especificações técnicas fixadas pelo IGP
- O estabelecido no catálogo de objectos do IGP e na simbologia (Figura 15);
- O ficheiro legenda, modelo do IGP;
- O ficheiro cercadura para as folhas à escala 1:10000, modelo do IGP.

CAPÍTULO IV

Proposta de um catálogo normalizado

1. Introdução

Neste trabalho pretende-se apresentar uma proposta de catálogo de entidades geográficas que substitua o anterior catálogo da Série Cartográfica Nacional 1:10000 (SCN 10k) do IGP, assim como efectuar um conjunto de testes à portabilidade entre o catálogo de entidades proposto e o catálogo de objectos da SCN 10k do IGP.

2. Infra-estruturas normalizadas existentes

Dos vários catálogos de entidades existentes, normalizados segundo a ISO 19110 e basilares de infra-estruturas de informação geográfica, destacam-se dois pela sua abrangência e perseverança, resultando em projectos de sucesso os projectos SCAR e DIGEST.

2.1. O projecto SCAR

O SCAR (“Scientific Committee on Antarctic Research”) desenvolveu um catálogo de entidades geográficas sob os desígnios da FGDC (“Federal Geographic Data Committee”) e associado ao ASDI (“Australian Spatial Data Infrastructure”).

Durante o seu desenvolvimento, e perante a necessidade de integrar e partilhar informação geográfica de áreas onde outros países que ocupam estações na Antárctica em relativa proximidade, decidiu-se desenvolver um novo catálogo de entidades geográficas (Figura 17) [AADC, 2008].

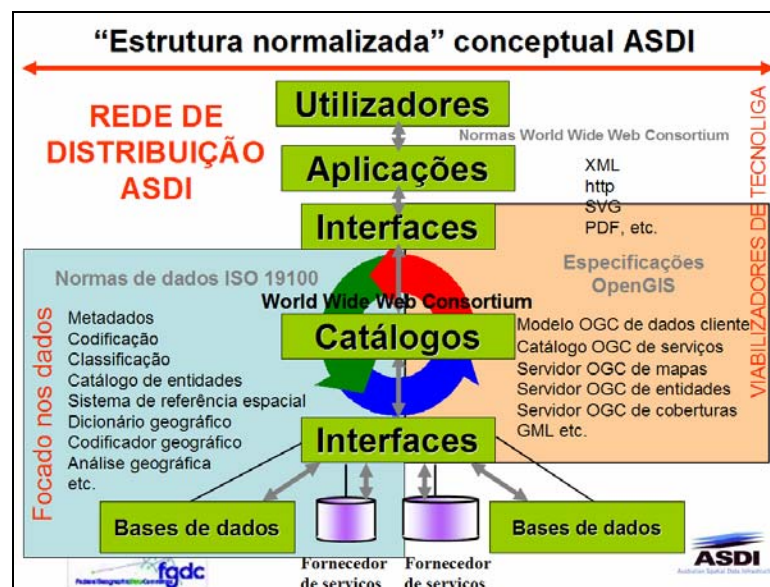


Figura 16– Relação entre o Catálogo de Entidades e os restantes modelos (Adaptado de AADC (2008))

Para que se desse início, os coordenadores decidiram apostar no modelo ISO e de acordo com as indicações da OGC para os dados (Tabela 7) [AADC,2004].

Tabela 7– Extracto do catálogo de entidades geográficas do SCAR.

(Adaptado de AADC (2004))

Entidade geográfica	Definição	Tema	Atributo	Fonte	Nome da classes SCAR
...
Coast (details)	Fronteira entre terra e mar, aplicado em topónimos de segmentos de costa determinado parcialmente pela história da descoberta e parcialmente pela demarcação de pontos conveniente.		Dataset_Id	Dicionário geográfico da Antártica do SCAR, Grupo de trabalho de Geodesia e Informação Geográfica, Volume 1, Março de 1998	
			Q_Info		
			SCAR_Gaz_Id		
			SCAR_Name		
...
Tunnel (details)	Passagem inferior, especialmente para comboios ou carros que passam debaixo de montanhas, rios ou área urbana congestionada.	Infrastructure Structure Transport	Classification	Rede Europeia de Observação e Informação Ambiental (EIONET), Livro Geral multilíngues do ambiente (GEMET) online. citado 30 de Julho 2002.	
			Dataset_Id		
			Q_Info		
			SCAR_Gaz_Id		
			SCAR_Name		
			Status		
			Surface		
Transport					
...
Pillar (details)	Synonymous with pinnacle for an offshore rock. Pinnacle: A rock rising sheer from the sea bottom, a slender peak or rock on land.		Dataset_Id	Dicionário geográfico da Antártica do SCAR, Grupo de trabalho de Geodesia e Informação Geográfica, Volume 1, Março de 1998	2d - Elevated features - High summits
...

Por se pretender abordar o maior número de tipo de dados, este projecto adoptou algumas orientações do IHO (“International Hydrographic Organization”), nomeadamente na definição de algumas entidades geográficas definidas no catálogo de entidades já existente (referência S-57).

2.2. O projecto DIGEST

O projecto DIGEST (“Digital Geographical Information Exchange Standard”) foi desenvolvido pelo DGIWG (“Digital Geographic Information Working Group”) da NATO (“North Atlantic Treaty Organization”). Este projecto foi desenvolvido para permitir a troca eficaz de informação geográfica entre as nações, produtores de dados e seus utilizadores.

Este projecto foi estruturado de acordo com as normas ISO 19135, ISO 19110, ISO 19126 já mencionados anteriormente. Tratando-se de atingir um objectivo normalizador, o DIGEST foi dividido em quatro partes distintas:

- uma parte para executar a descrição da normas,
- a segunda para descrever modelos,
- a terceira por forma a descrever os parâmetros e códigos,
- na última fase, para definir o Catálogo de Entidades (conhecido por “Feature Attribute Coding Catalogue” – FACC).

No que diz respeito às entidades geográficas, estas estão organizadas por dez temas diferentes. A Tabela 8 apresenta um exemplo de uma entidade geográfica do tema “transportes” [DGIWG ,2000].

Tabela 8 - Exemplo de uma entidade geográfica do FACC.

(Adaptado de DGIWG (2000))

Entidade geográfica	Definição	Atributo	Código
Estrada	Classificação de “Estrada” adoptada pela NATO (de acordo com STANAG 3675)	Desconhecido	0
		NATO Categoria X	1
		NATO Categoria Y	2
		NATO Categoria Z	3
		Sem categoria	997
		Não aplicável	998
		Outra	999

Por se tratar também de um projecto que engloba todo o tipo de entidades geográficas, o DIGEST cumpre também as normas do IHO.

3. Fases de construção do catálogo de entidades proposto

A construção do catálogo de entidades geográficas foi concebida de acordo com as normas ISO para a metodologia de catalogação de entidades para informação geográfica (ISO 19110).

A construção do catálogo de entidades seguiu as seguintes fases:

a. Análise de um catálogo existente em Portugal

De toda a informação geográfica existente em Portugal, o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k foi o escolhido para análise, da qual resultou um inventário de entidades do mundo-real segundo o qual o catálogo de entidades geográficas a desenvolver deveria incidir, ou seja, o universo em análise já mencionado anteriormente). Na prática significa que o catálogo a propor seria desenvolvido sobre uma abrangência ao mundo-real similar ao adoptado pela SCN 10k.

b. Análise de catálogos de entidades de outras instituições internacionais

Os catálogos de entidades geográficas encontram-se, em alguns países, bem documentados e discriminados, resultado de sucessivas evoluções e de experiências acumuladas. Perante a possibilidade de executar investigações sobre esta matéria, foi decidido efectuar uma análise a catálogos de entidades desenvolvidos para infra-estruturas de informação geográfica. Decidiu-se que os

catálogos a analisar deveriam cumprir a norma ISO 19110, independentemente da sua área de abrangência. Destes, destacaram-se:

- “Feature Attribute Coding Catalogue” existente no projecto DIGEST do DGIWG da NATO;
- O catálogo de entidades do projecto SCAR.

c. Definição dos tipos de entidades geográficas para o catálogo a propor

Da análise conjunta dos catálogos de entidades geográficas supra mencionados, resultaram algumas considerações a partir das quais se estabeleceram os tipos de entidades geográficas que o catálogo a propor deveria conter (Tabela 9).

Com o objectivo de maximizar o universo de entidades do mundo-real abrangidas, foi manifestado a intenção de adicionar o domínio do Cadastro Predial, em virtude de que estas não constam no catálogo de objectos do MNT da SCN 10k.

d. Descrição das entidades geográficas que compõem cada um dos tipos

A descrição das entidades geográficas que compunham cada um destes tipos foi efectuada com recurso à comparação com o catálogo de objectos da SCN 10k, assim como com os catálogos já discriminados.

e. Definição das entidades geográficas

O conceito de cada entidade geográfica foi efectuada com recurso à pesquisa, junto de cada autoridade ou instituição de referência, de conceitos referentes ao tipo de entidade geográfica em causa. Por exemplo, no domínio do Cadastro Predial, as entidades geográficas referentes a esta temática foram definidas de acordo com as indicações publicadas na internet pela autoridade em Cadastro Predial, isto é, pelo IGP.

f. Confrontação entre o catálogo de objectos do MNT da SCN10k e o catálogo de entidades geográficas proposto

De forma a avaliar e corrigir as diferenças entre os universos de entidades do mundo-real abrangidos por cada um dos catálogos, assim como o que se encontravam excedentes ou em falta, efectuou-se a confrontação entre catálogos.

Daqui se realçou que no catálogo proposto existem entidades que não se encontram no catálogo da SCN 10k.

Tabela 9 – Descrição das classes do catálogo de entidades geográficas proposto

Temas de entidades geográficas	Entidade geográfica
Hipsografia	Isolinha Elemento_pontual_altimetrico Elemento_paisagem
Hidrografia	Linha_costa Mar Estuario Superficies_aquaticas Superficies_inundaveis Nascentes Curso_de_agua Zona_maritima Furo Parede_barragem Canal Abastecimento_agua
Ocupacao_solo	Coberto_vegetal Elemento_area(uso_solo)
Limites_Marcos	Limite_pais Limite_judicial Limite_administrativo Propriedade_cadastral Marco_administrativo Marco_posicionamento Pontos_posicionamento Elemento_pontual_medicao
Infraestruturas	Canal_cilindrico Estação_elevatoria Estação_tratamento Linha_transporte_energia Estação_energia Linha_telecomunicacoes Estacao_telecomunicacoes Antena
Transportes	Estrutura_rodoviaria Estrutura_ferroviaria Nodo_transporte Sinal_trafego Sinal_navegacao Tunel Ponte
Estruturas(Edificadas)	Estrutura_habitacao Estrutura_publica Estrutura_educacao Estrutura_saude Estrutura_religiosa Estrutura_comercial Estrutura_industrial Estrutura_agricola Estrutura_cultural_historico Estrutura_lazer_desporto Muros Sinais_diversos

g. Definição de atributos das entidades geográficas

Após a definição das entidades geográficas, foram catalogadas todas as características que as compunham (Tabela 10), em conformidade com as normas ISO 19110. Na sequência desta catalogação, foi criado um documento do qual a Tabela 9 contém um extracto. A totalidade do documento encontra-se no Anexo A.

Na sequência ao que se referiu no ponto 5.2 do Capítulo III desta tese, a UML foi a linguagem formal adoptada para modelar o esquema conceptual através do OMT-G. O Anexo B apresenta as imagens referentes a essa transposição com recurso a essa técnica, e que foram utilizadas numa fase posterior desta tese.

Tabela 10 - Extracto da descrição da "feature" (entidade geográfica) de acordo com ISO 19110

FEATURE TYPE		
Name:	Nascentes	
Definition:	Lugar onde brota uma corrente de água, fonte, manancial	
Aliases:		
Feature Attribute Names:	Tipo de nascente, regime da nascente	
Feature Association Names:		
Subtype:	Hidrografia	
FEATURE ATTRIBUTE		
Name:	Tipo	
Definition:	Conjunto de caracteres essenciais que distinguem uma classe de nascente	
Value data type:	Caracter	
Value measurement unit:		
Value domain type:	1 (enumerado)	
Value domain:		
Feature attribute value:		
<u>Label</u>	<u>Code</u>	<u>Definition</u>
Genérico / Desconhecido	0	Valor indicativo de que um valor de atributo não é aplicável ou impossível de se determinar
Nascente a céu aberto	1	Fonte de água acima da superfície
Nascente mineral a céu aberto	2	Fonte de água mineral acima da superfície
Mãe de água	3	Reservatório artificial construído para transportar a nascente para outro lugar qualquer
FEATURE ATTRIBUTE		
Name:	Regime	
Definition:	Periodicidade em que a nascente está activa	
Value data type:	Caracter	
Value measurement unit:		
Value domain type:	1 (enumerado)	
Value domain:		
Feature attribute value:		
<u>Label</u>	<u>Code</u>	<u>Definition</u>
Genérico / Desconhecido	0	Valor indicativo de que um valor de atributo não é aplicável ou impossível de se determinar
Permanente	1	Contínuo, sem interrupções
Intermitente	2	Não contínuo, que tem interrupções ou intervalos

4. Resumo das fases de concepção do catálogo de entidades geográficas

A Figura 17 resume as fases que conduziram à construção do catálogo de entidades geográficas proposto. Da sua visualização pode-se depreender a influência que a análise de outros catálogos de entidades desenvolvidos de acordo com a norma ISO 19110.

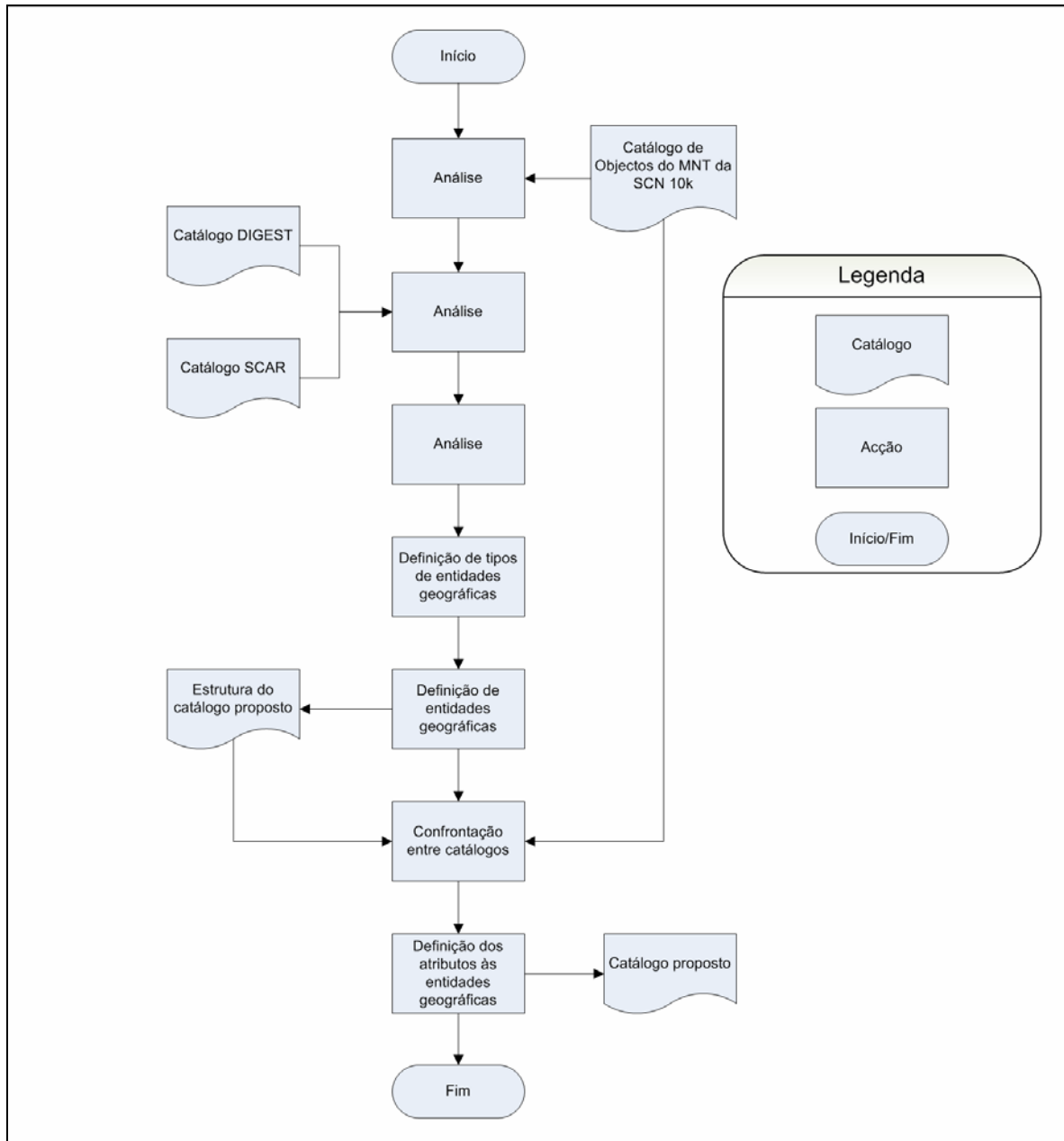


Figura 17 – Fases de concepção do catálogo proposto

O catálogo proposto tem sete temas, cinquenta e duas entidades geográficas e 159 atributos. O actual catálogo de objectos IGP da SCN 10k tem 540 elementos distintos. Este catálogo representa um avanço significativo em termos de simplificação na manipulação de entidades geográficas reduzindo o seu número em aproximadamente 10% do actual catálogo, com ganhos em termos de produtividade.

CAPÍTULO V

Testes à portabilidade

1. Introdução

A portabilidade é definida como sendo a permutabilidade de dados, que abrange a capacidade de utilizar e transferir dados, utilizar programas e aplicações configuradas para o efeito, em vários computadores de sistemas operativos distintos, sem necessitar recorrer a reformulações ou reconfigurações [Croswell, 2000].

Para determinar a possibilidade de efectuar a portabilidade de dados geográficos inventariados, segundo um catálogo de objectos do MNT da SCN 10k, para um catálogo de entidades geográficas desenvolvido sob normas e especificações diferentes, é necessário executar a sua avaliação com recurso a um conjunto de testes.

2. Identificação de heterogeneidades

2.1. A origem

O catálogo de entidades geográficas proposto de acordo com as exigências da norma ISO 19110 pelo que é considerado, deste ponto de vista, devidamente normalizado.

Por outra perspectiva, o catálogo de entidades geográficas proposto utiliza um modelo abstracto similar ao que o OGC propõe, isto é, centrado nas entidades cujas propriedades relacionam a representação do mundo com o estado descritivo (atributos) ou na sua manifestação (funções) [Maphumulo,2003]. Alguns destes atributos são geográficos, cujos valores são objectos geométricos que localizam a entidade e lhes dá forma (como por exemplo comprimento, área, entre outros). Outros atributos são não-espaciais e os seus valores podem ser limitados a um domínio numérico ou textual pré-definido. Os objectos são associados através de relações e são contextualizadas através de metadados a partir dos quais são definidos:

- Os diversos tipos de objectos válidos;
- A aparência da representação cartográfica;
- Os parâmetros de avaliação de qualidade.

No modelo OGC representa-se o mundo real como aparente e inquestionável, ou seja, há a ideia de que o mundo-real é de uma forma e não existem dúvidas ou incertezas na sua avaliação [Maphumulo,2003]. Este facto é uma desvantagem porque cria problemas semânticos - a entidade descrita nos catálogos de entidades geográficas, com o mesmo nome é definida de forma diferente e tem atributos diferentes. Isto determina a necessidade de harmonizar domínios, valores, funções e relações.

A harmonização requer a identificação das diferenças de catalogação da mesma entidade real, isto é, a heterogeneidade semântica.

2.2. A caracterização das heterogeneidades semânticas

Existem três níveis de heterogeneidades ao longo do processo de partilha de dados [Bishr, 1997]:

- Quanto ao esquema,
- Quanto à sintaxe,
- Quanto à semântica.

As heterogeneidades semânticas ocorrem durante o processo de representação dos dados no espaço. Tal como pode ser o resultado de um processo de agregação ou generalização cartográfica. No entanto estes resultados representam o mesmo mundo real.

Dentro de comunidades científicas podem existir heterogeneidades semânticas devido às duas diferentes formas de interpretar os dados geográficos: um objecto do mundo-real pode ser definido como uma entidade identificável ou uma abstracção do mundo-real [Roy and Clement,1994]. Para constituir uma entidade, tem de ser identificável, relevante e possuir características distintas. A forma como a comunidade científica representa estas três características depende do domínio aplicacional utilizado. No entanto são representadas em três componentes:

- identificação da entidade,
- estado da entidade,
- comportamento da entidade.

A identificação da entidade é usada para distinguir as diferentes entidades. O estado da entidade é o seu conjunto de atributos, enquanto que o comportamento da entidade é definida de acordo com as operações permitidas pela entidade. Estas componentes podem ser analisadas em linguagens análogas, na qual se obtém heterogeneidades semânticas, visto existirem factos no mundo-real que são descritos de forma distinta.

A caracterização das heterogeneidades semânticas será dividida em duas formas:

- Heterogeneidades cognitivas, de acordo com definições de entidades ou das descrições geométricas;
- Heterogeneidades nas designações, através da análise de homónimos e de sinónimos.

Para testar a portabilidade é necessário criar especificações para avaliar a conformidade entre entidades e as implementações das mesmas.

2.3. Testes para determinar heterogeneidades cognitivas

As heterogeneidades cognitivas relacionam-se com as definições de entidades e eventuais discrepâncias geométricas. Como resultado de uma definição de um tipo de entidade geográfica, as entidades geográficas descritas podem referenciar para as mesmas entidades do mundo real mas com significados diferentes, dependendo do domínio onde se aplica.

2.3.1. Informação contextual

Uma das heterogeneidades cognitivas que se identifica relaciona-se com a informação de contexto, através da referência que o contexto pode dar às

hipóteses subjacentes aos meios que, cada grupo de uma comunidade disciplinar, interpreta ou representa os dados. Do ponto de vista global, está definido por:

- definições de categoria,
- definição de intenções,
- descrições geométricas.

A informação contextual encontra-se anexa às entidades pelo que irá formar a semântica de contexto. Em consequência disso, todas os registos associados às entidades em questão pertencerão à mesma entidade geográfica e têm a mesma informação de contexto. Quando ocorrem diferentes formas de visualizar o contexto da realidade, a partilha de informação pode acontecer sem o mesmo conjunto de domínios nos dois contextos.

Juntamente com a informação de contexto estão as regras de abstracção que descrevem os processos de interpretação dos dados a partir dos objectos do mundo-real para registos de bases de dados. As regras de abstracção definem objectos do mundo-real e a forma como estes são representados no desígnio de entidades, extensão de entidade e representação geométrica. É possível que se considere a informação de contexto igual às regras de abstracção. De facto, quando estes conceitos estão combinados, a correspondência de entidades são fáceis de atingir. Para resolver conflitos semânticos, é importante que ao nível da entidade se apresente ontologicamente da forma da Figura 18 [Bishr,1997].

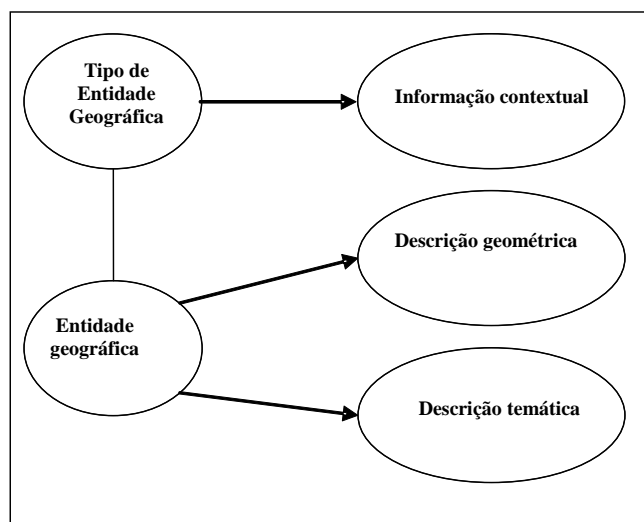


Figura 18 – Correspondências entre níveis semânticos

(Adaptado de Bishr (1997))

Um exemplo de heterogeneidades cognitivas identificadas, através da identificação de diferenças de caracterização das entidades reais, está descrito na Figura 19. No caso concreto, mostra-se que a entidade geográfica “socialco” é representado como elemento areal no catálogo proposto, e é identificada no MNT da SCN 10k como um objecto de forma “linear”.

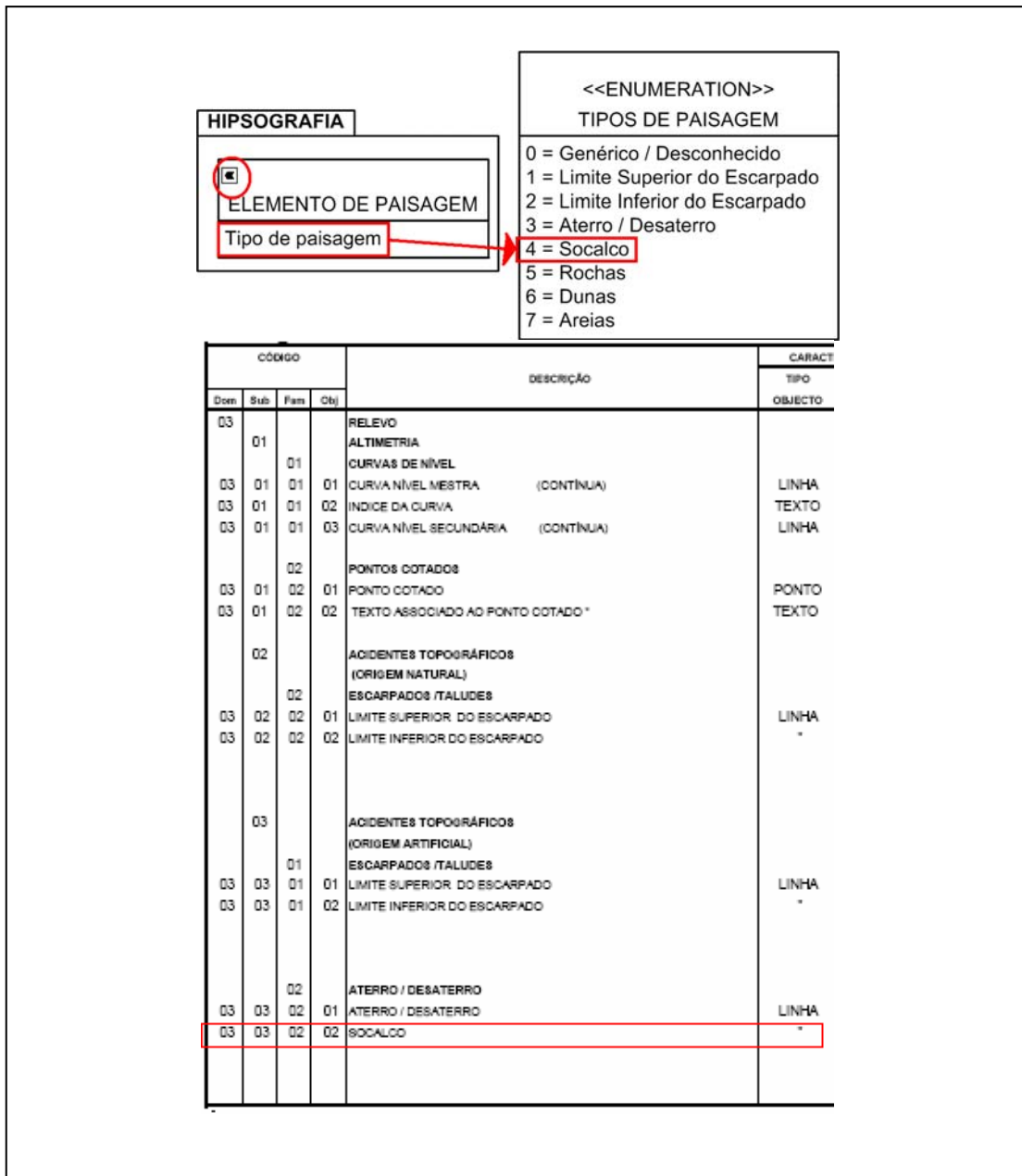


Figura 19 – Heterogeneidade contextual

2.3.2. Herança

A segunda heterogeneidade cognitiva identificada relaciona-se com a herança. Alguns termos podem existir em contextos diferenciados, fruto de uma herança única ou múltipla de entidades. Neste caso concreto, uma entidade pode ser definida como uma descrição ou especificação de um grupo de entidades com atributos semelhantes e com comportamentos similares, assim com relações com outras entidades e semânticas comuns. Atributos semanticamente similares que têm diferentes significados nos seus domínios existem como o resultado de processos de generalização e de agregação.

Uma herança pode ser simples (única) ou múltipla. Com herança simples, uma entidade pode herdar atributos e métodos a partir de uma entidade – mãe, usualmente adicionando os seus próprios atributos e métodos. Herança múltipla significa que a entidade herda a partir de múltiplas heranças.

CÓDIGO				DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Dom	Sub	Fam	Obj		TIPO OBJECTO
12	01			HIDROGRAFIA	
				NASCENTES E CURSOS DE ÁGUA	
				NASCENTES	
12	01	01	01	NASCENTE A CÉU ABERTO	PONTO
12	01	01	02	NASCENTE MINERAL A CÉU ABERTO	-
12	01	01	05	MÃE DE ÁGUA	-
				RIOS	
12	01	02	03	EIXO DO RIO NAVEGÁVEL OU FLUTUÁVEL	LINHA
12	01	02	04	EIXO DO RIO NÃO NAVEGÁVEL NEM FLUTUÁVEL	-
				CANAIS	
12	01	03	00	CANAIS EM GERAL	LINHA

Figura 20 – Objecto Canais do Catálogo de Objectos da SCN 10k

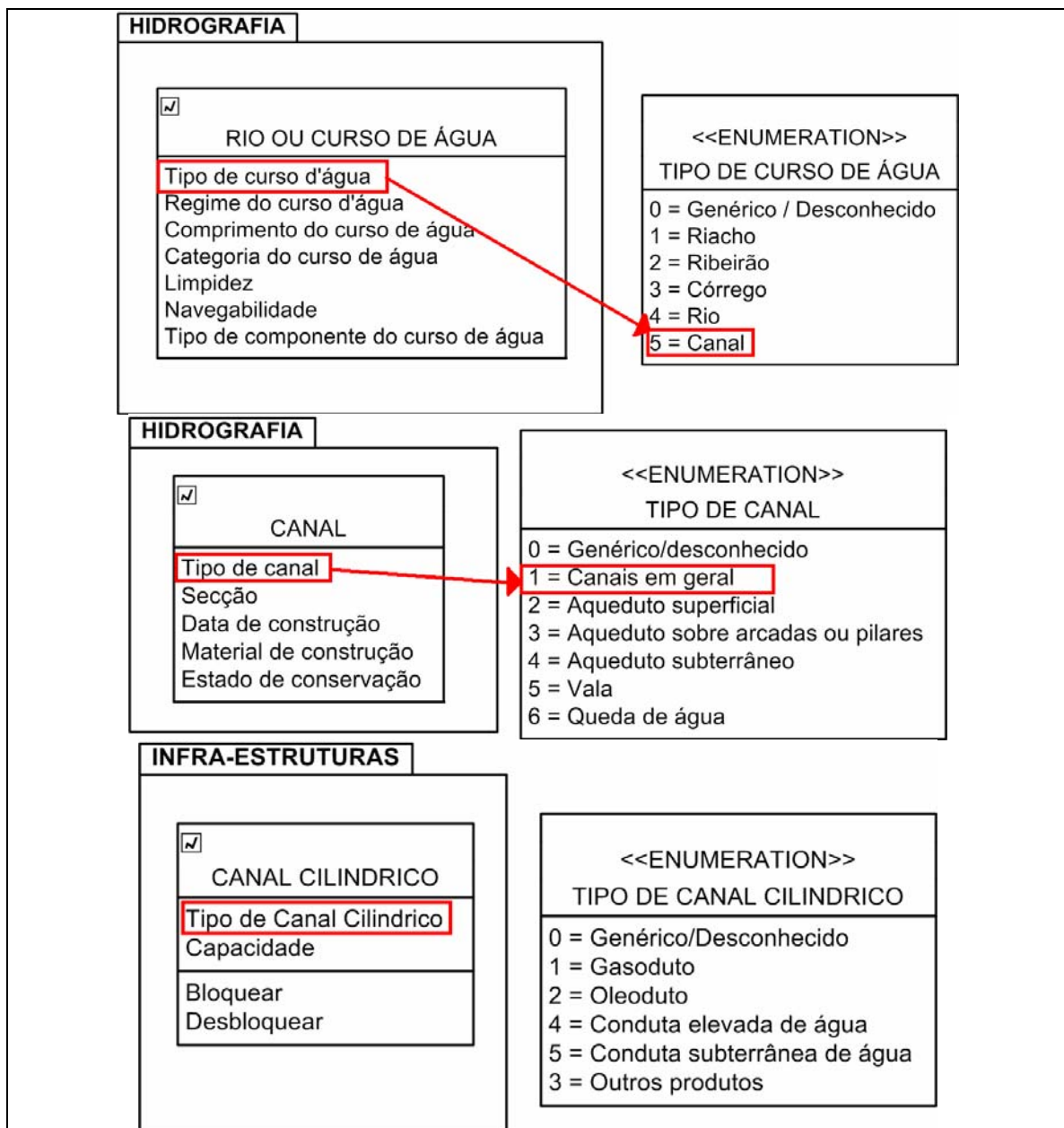


Figura 21 – Entidades Canal no catálogo de entidades proposto

As Figuras 20 e 21 ilustram um caso de heterogeneidade cognitiva relacionada com a herança. O catálogo de objectos do MNT da SNC 10k apresenta uma descrição para “Canal”, enquanto que no catálogo proposto existem três casos distintos de entidades geográficas referentes a “canal”. Saliente-se que no domínio da hidrografia se encontram dois deles.

Tabela 11 – Resumo das heterogeneidades cognitivas

Heterogeneidades cognitivas	Descrição	Catálogo de objectos do MNT da SNC 10k	Catálogo de entidades geográficas proposto
Contexto	Relaciona a definição de cada entidade e descrição geométrica	Objecto Socalco é linear	Entidade Socalco é areal
Herança	Os mesmos termos usados para diferentes contextos existem devido à herança de vários objectos	Objecto Canal é único	Três entidades distintas de canais: Tipo de curso de água (tipo de entidades geográficas: hidrografia) Entidade canal (tipo de entidades geográficas: hidrografia) Entidade Canal Cilindrico (tipo de entidades geográficas Infra-estruturas)

A Tabela 11 resume as heterogeneidades cognitivas identificadas, recorrendo simultaneamente ao exemplo descrito.

2.4. Heterogeneidades na designação

As heterogeneidades na designação encontram-se frequentemente ligadas a sinónimos e homónimos, ou seja, a identificação da mesma entidade do mundo-real encontram-se definidos nos catálogos de forma estrutural distinta, mas de significados formais iguais.

As heterogeneidades na designação são essencialmente de três origens distintas:

- Semântica;
- Cartográfica;
- Identificação.

A heterogeneidade semântica surge devido à dificuldade em se relacionar diferentes nomes para atributos semanticamente equivalentes. As formas posicionais distintas originadas pela existência de entidades quase coincidentes origina heterogeneidades que ficam associadas a estas subjectividades de natureza cartográfica. As heterogeneidades na designação que são originadas pela identificação são associadas à existência de identificadores distintos para cada conjunto de dados.

A Tabela 12 resume as heterogeneidades na designação que foram identificadas entre os dois catálogos.

Tabela 12 – Heterogeneidades na designação

Heterogeneidades na designação	Catálogo de objectos do MNT da SNC 10k	Catálogo de entidades geográficas proposto
Origem semântica	Exemplo: Domínio: construções, Sub-domínio: habitações, Família: Centrais de abastecimento / armazenamento Objecto: Depósito de combustível petróleo e derivados líquidos e liquefeitos	Exemplo: Tipo de Entidade: Infra – estruturas Entidade: Reservatório Atributo: Tipo de reservatório = Depósito de petróleo
Origem cartográfica	Formato CAD utilizando multi-codificação, com a aquisição de uma só designação.	Identificação de todas as designações de entidades geográficas
Origem na identificação	A identificação dos objectos está associada a uma identificação com recurso a campos de texto posicionados junto ao elemento.	A identificação das entidades é um atributo

A diferença da estrutura de dados é provocada principalmente por regras de abstracção diferentes. Existindo heterogeneidades identificadas entre os dois catálogos, os mecanismos de abstracção serão necessariamente diferentes.

3. Resolução das heterogeneidades semânticas

Os testes à portabilidade devem apontar, de modo a que se efectue o estudo de forma completa, as virtudes e as dificuldades, assim como a apresentação de resoluções. É com esta orientação metodológica que surge a descrição de resolução para as heterogeneidades semânticas identificadas, com recurso a processos de comparação no domínio da ontologia [Maphumulo, 2003].

A ontologia é composta por uma colecção de conceitos e termos, que são definidos de forma inequívoca e limitativa, em que a colecção é estruturada de acordo com relações entre conceitos [Uitermark,2001].

No caso concreto do catálogo de entidades geográficas proposto, não existe uma verdadeira ontologia. Existe no entanto um catálogo de entidades geográficas, implementado de acordo com as normas ISO e constituído por:

- Indicações cognitivas, em linguagem de senso comum, de cada objecto que se pretende representar,
- Identificação de entidades de acordo com critérios geográficos,
- Conceitos estruturados e associados a cada entidade, em virtude de se encontrarem estruturadas.

Ao se relacionar uma ontologia de acordo com a definição supra mencionada e a estrutura organizacional de identificar cada entidade geográfica no catálogo, pode-

se dizer que este pode ser considerado, para efeitos dos estudos efectuados, como uma ontologia. Perante este facto, conclui-se que o teste à portabilidade do catálogo proposto pode ser concluído através da resolução das heterogeneidades com o objectivo de permitir a integração de dados através da análise às ontologias [Maphumulo,2003].

3.1. Princípios de integração de dados com recurso à ontologia

As bases para a estrutura conceptual da integração de dados geográficos sobre uma ontologia são [Uitermark,2001]:

- Conteúdo da ontologia,
- Aplicação da ontologia,
- Regras de representação e de aquisição de dados,
- Modelo de referência e
- Relações semânticas.

A integração de dados através deste processo centra-se na harmonização entre tipos de entidades geográficas e as próprias entidades geográficas, através de processos de correspondência semântica. Esta correspondência é possível quando as definições das entidades são inequívocas. A certeza da correspondência através da combinação das bases mencionadas, que resultam num mecanismo que torna a semântica mais transparente. Estas bases estabelecem as seguintes regras no processo de integração dos dados [Maphumulo,2003]:

- O conteúdo da ontologia é utilizado de forma a se permitir partilhar os conceitos, que poderá ser complementada através da aplicação da ontologia.
- As regras de abstracção são utilizadas para que se definem relações entre as entidades do mundo-real e o conteúdo da ontologia.
- As regras de aquisição de dados são por sua vez definidas através das relações entre conceitos contidos na ontologia e conceitos de aplicação das ontologias.
- Os conceitos provenientes da ontologia e as regras de aquisição da informação são utilizados para definir o modelo de referência, em que este é um subconjunto do conteúdo da ontologia, adicionado dos dados geográficos combinados para serem integrados.
- A relação entre os conceitos do modelo de referência e dos conceitos de aplicação da ontologia definem a semântica dos dados.

Esta tese adoptará estes princípios de integração de dados para a ontologia, usando relações semânticas.

3.2. Tipos de relações semânticas

As relações que avaliam a equivalência semântica entre classes de objectos resultantes de grupos distintos, podem ser divididas em três grupos:

- Relações de equivalência semântica,
- Relações semânticas,

- Relações de semântica relevante.

Caso não seja possível determinar nenhuma relação entre as classes de objectos, pode significar que estes conjuntos de dados não são compatíveis [Uitermark, 2001].

Por “relação de equivalência semântica” entende-se como sendo toda a relação em que estabelece uma correspondência entre entidades do modelo de referência e o que se pretende avaliar de acordo, com o mesmo nível taxinómico.

Entidades com “relações semânticas” são todos aqueles que seja possível efectuar relações com outras entidades, mas de níveis taxinómicos distintos.

As entidades com “relações de semântica relevante” são as entidade em que é possível efectuar relações através de níveis diferentes, e utilizando apenas em parte do modelo de referência, isto é, utilizando uma relação ou classe agregada de várias classes para que seja possível efectuar a relação.

3.3. Simbologia adoptada no formalismo

Para as heterogeneidades cuja resolução necessite a adopção de formalismo, foram utilizados os mesmos símbolos adoptados por Maphumulo (2003) para situações análogas (Tabela 13).

Tabela 13 – Simbologia adoptada para formalizar resolução de heterogeneidades

Simbologia	Significado
≡	Semanticamente iguais
.	Estratificador da organização do catálogo
Tipo={x}	Identificador do valor de domínio numérico ou textual pré-definido

3.4. Procedimento para resolução de heterogeneidades cognitivas

Uma comunicação de dados de sucesso requer a utilização de uma linguagem construída sobre um conjunto de conceitos básicos comuns [Klun, 1996]. Para esta tese, estes conceitos encontram-se definidos no catálogo de entidades geográficas proposto.

A utilização de um catálogo de entidades geográficas normalizado, como uma ontologia comum, permite a redução de relações, na maioria das componentes, entre esquema da base de dados e a semântica da base de dados, quando se executa a esquematização entre esquema e ontologia. Tal significa que um elemento do esquema exportado a partir de um esquema comum é representado para a mesma ontologia que o esquema de exportação. Daqui resulta que os dois elementos tornam-se semanticamente semelhantes e com heterogeneidade resolvida.

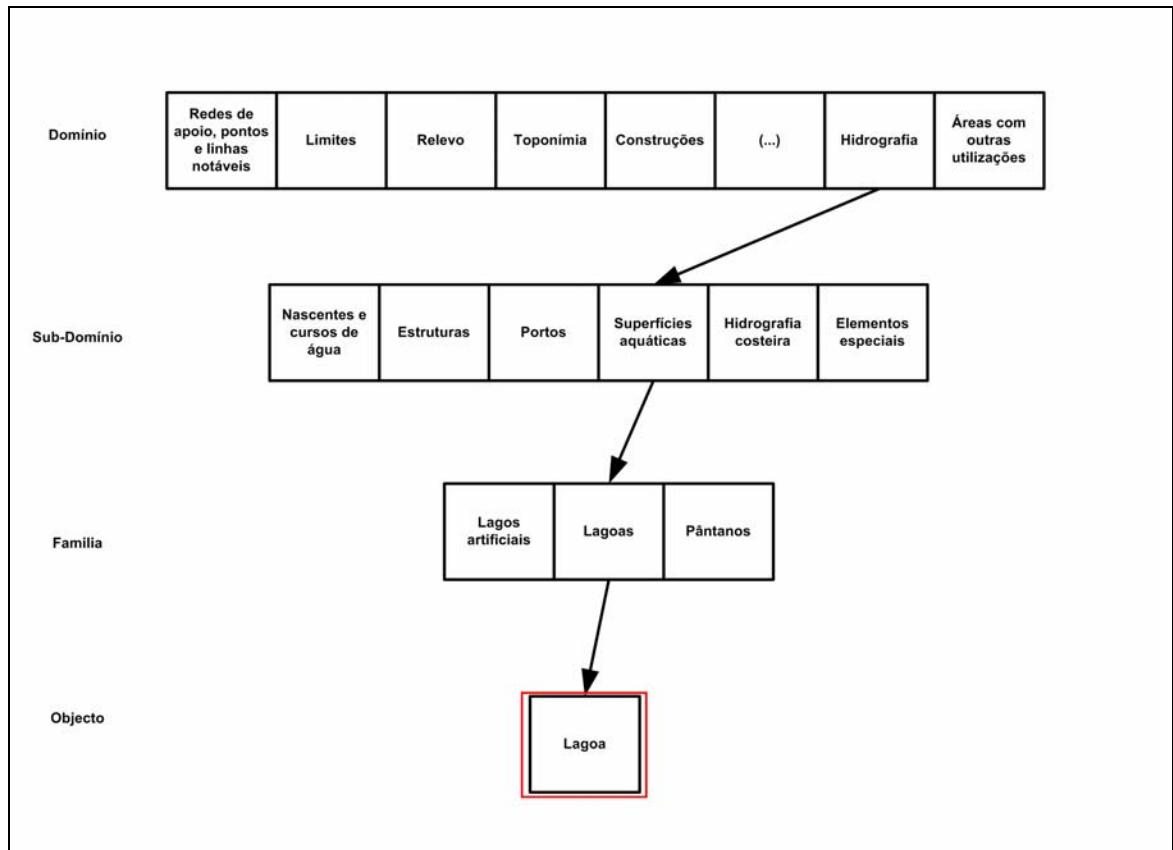


Figura 22 – Extracto da representação esquemática do catálogo do MNT da SCN 10k

As Figuras 22 e 23 ilustram exemplos de uma relação entre o catálogo de entidades geográficas proposto e o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k.

No primeiro caso permite-se efectuar a relação entre o objecto “Lagoa” da SCN 10k com a entidade geográfica do catálogo proposto “Superfícies aquáticas”, em que o atributo “Tipo de superfície aquática” assume o valor “Lagoa”.

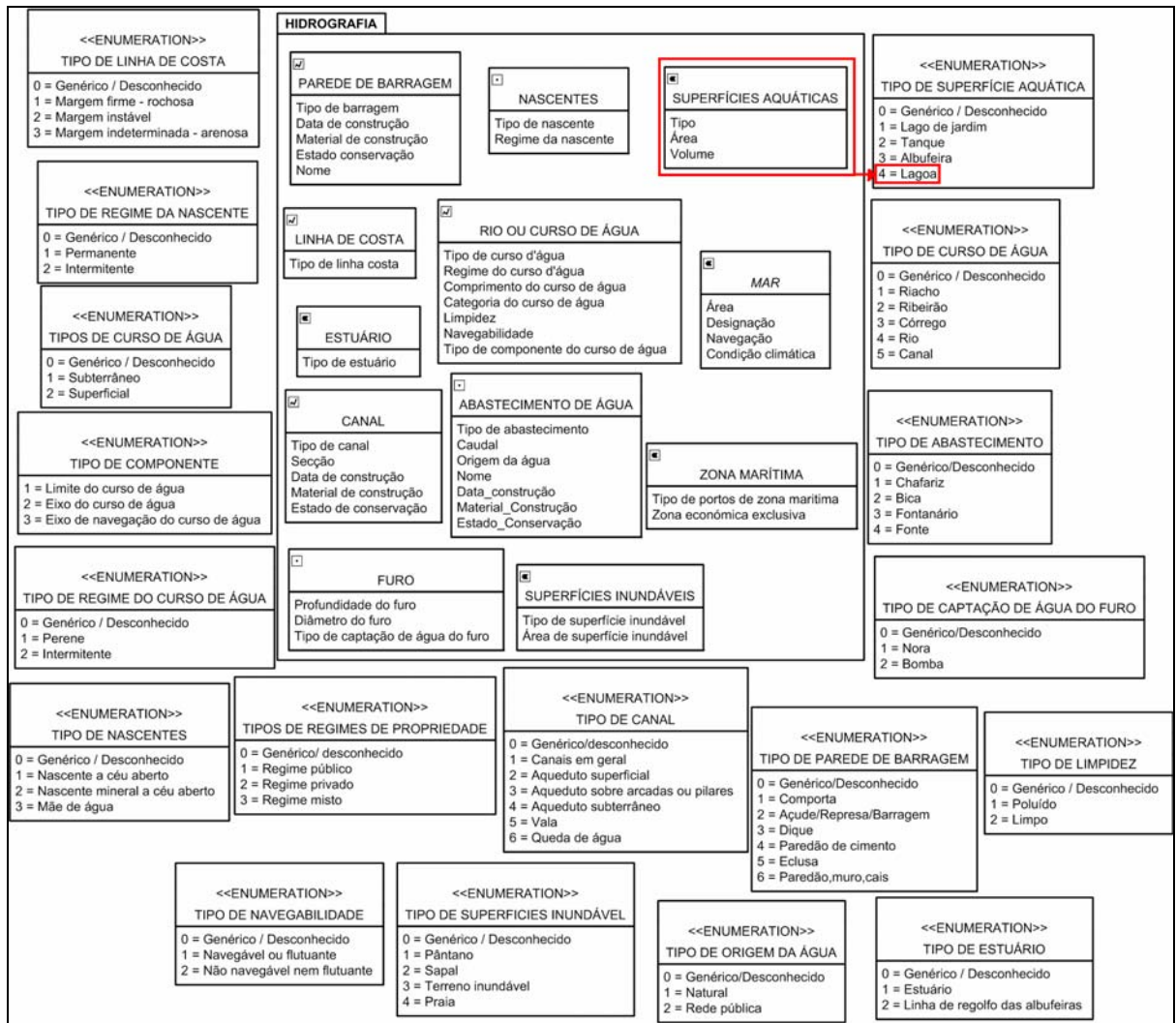


Figura 23 – Extracto do catálogo de entidades geográficas proposto (entidade “Lagoa”)

No segundo exemplo existe uma relação directa entre o objecto “Faculdade/Universidade” do catálogo do MNT da SCN 10k com a entidade geográfica “Estruturas edificadas” do catálogo proposto, em que o atributo “Tipo de estrutura edificada” assume o valor “Faculdade/universidade”.

Nos casos imediatos não existem heterogeneidades. No entanto, este procedimento pode ser utilizado para resolver as heterogeneidades identificadas

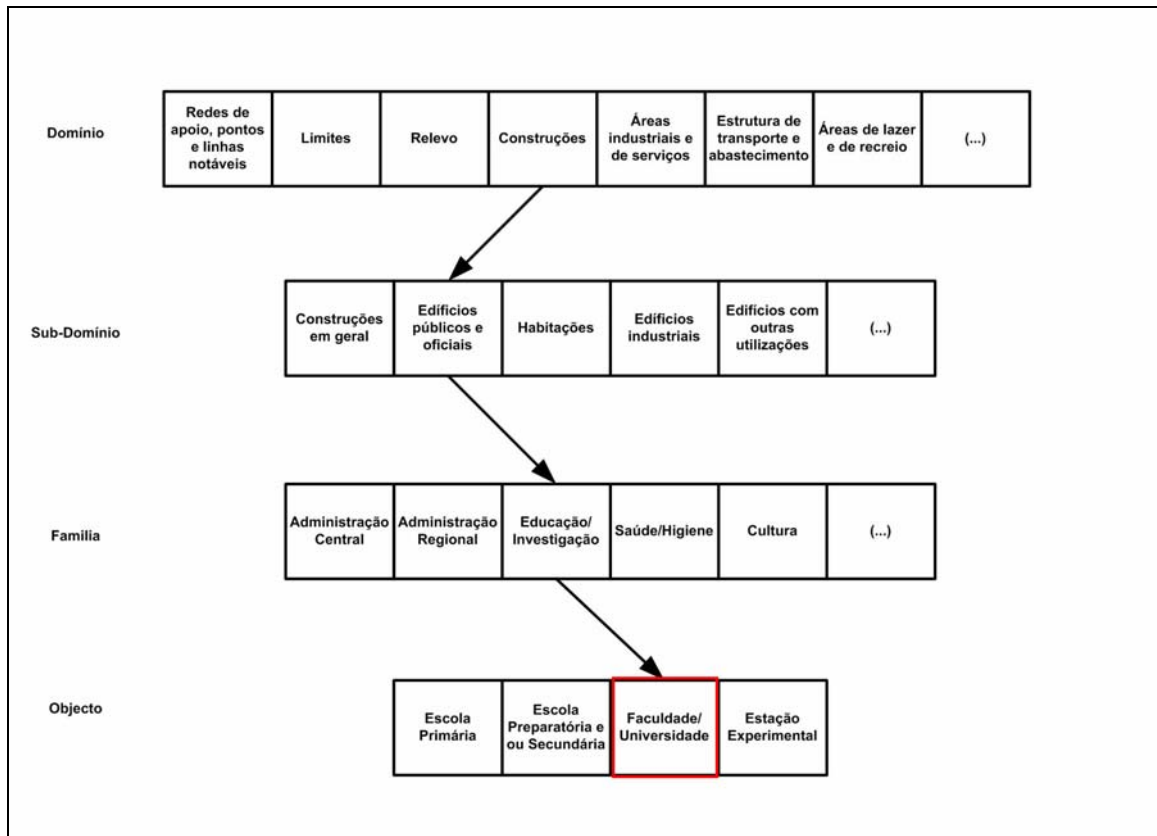


Figura 24 – Extracto da representação esquemática do catálogo do MNT da SCN 10k

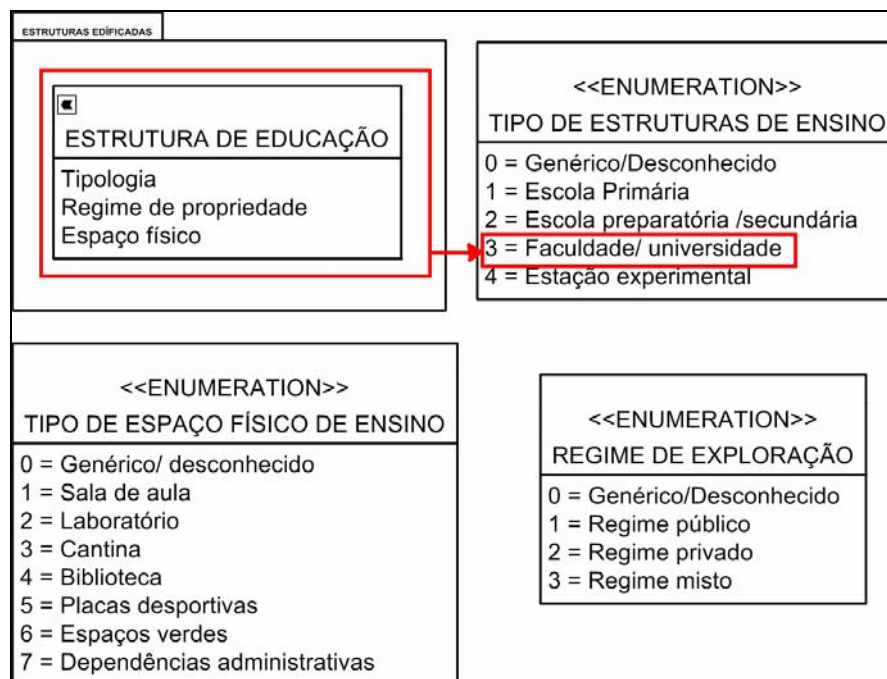


Figura 25 – Extracto do catálogo de entidades geográficas proposto (entidade "Faculdade/universidade")

3.4.1. Resolução de heterogeneidades cognitivas de origem contextual

Um dos casos de heterogeneidades cognitivas identificado está relacionado com o conteúdo de informação contextual, nomeadamente, no que diz respeito ao tipo de geometria com que se identifica. No caso concreto, o objecto "socialco", de acordo

com o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k é um elemento linear. No catálogo de entidades geográficas proposto, o “socialco” é identificado como sendo uma área. De forma formal, pode dizer-se que são idênticos:

SCN10k.MNT.relevo.altimetria.aterro/desaterro.socialco

≡

Catálogo proposto.hipsografia.elemento de paisagem (tipo = {4})

Em virtude das geometrias serem distintas, a relação entre cada objecto “socialco” de cada catálogo de objecto distinto exigirá duas soluções diferenciadas:

- utilização de processos de generalização ou agregação cartográfica (caso o catálogo de entidades geográficas seja inalterado, e num cenário de portabilidade *on-line*)
- alteração ao conteúdo do catálogo de entidades geográficas, numa fase posterior à publicação desta tese, com alteração da geometria da entidade em causa.

3.4.2. Resolução de heterogeneidades cognitivas com origem nas heranças

No que diz respeito à heterogeneidade cognitiva provocada pelas heranças, identificou-se um exemplo, no qual o objecto “canais em geral” do MNT da SCN 10k apresenta um domínio abrangente, isto é, abrange várias entidades geográficas identificados de forma distinta no catálogo proposto.

O caso identificado será resolvido através de relações identificadas através dos seguintes formalismos:

SCN10k.MDT.hidrografia.nascentes e cursos de água.canais.canais em geral

≡

Catálogo proposto.hidrografia.rio ou curso de água (tipo = {5})

Ou

SCN10k.MNT.hidrografia.nascentes e cursos de água.canais.canais em geral

≡

Catálogo proposto.hidrografia.canal (tipo = {4})

Ou

SCN10k.MNT.hidrografia.nascentes e cursos de água.canais.canais em geral

≡

Catálogo proposto.infra-estruturas.canal cilindrico (tipo = {0,1,2,3,5})

3.5. Resolução de heterogeneidades na designação

A resolução das heterogeneidades na designação tem de ser efectuada com recursos a processos distintos.

3.5.1. Resolução de heterogeneidades na designação com origem na semântica

Nesta tese já se definiram os três tipos de relações entre elementos de catálogos distintos, quanto às suas semânticas (equivalentes semânticas ou equivalentes ou semânticas relevantes).

O catálogos de objectos do MNT da SCN 10k e o catálogo de entidades geográficas apresentam taxinomias diferentes. Enquanto que o primeiro é hierarquizado, o catálogo proposto é um modelo orientado a objectos.

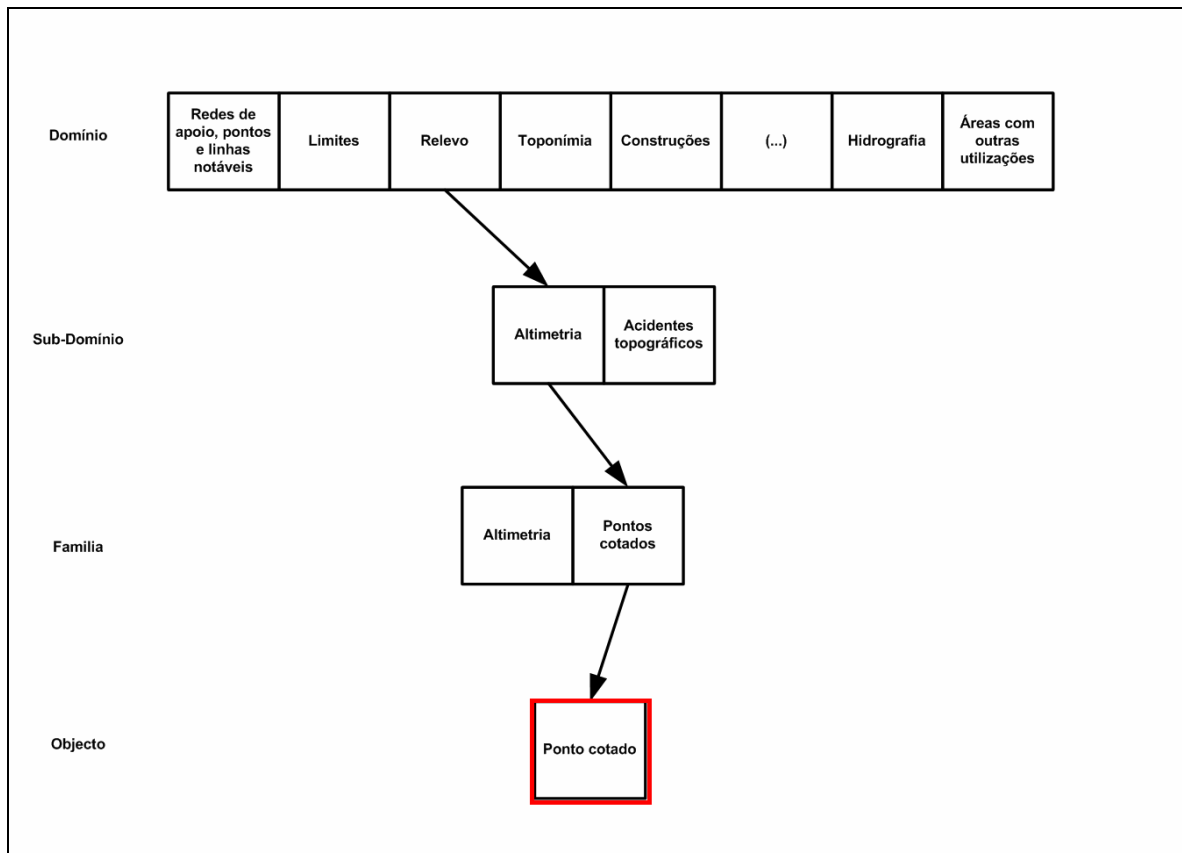


Figura 26- Objecto "ponto cotado" de acordo com o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k

Apesar dos diferentes modelos, para todas as heterogeneidades com origem na semântica é possível estabelecer resoluções. O exemplo assinalado nas Figura 26 e 27 é um exemplo de uma relação semântica, visto apresentarem níveis taxinómicos diferentes.

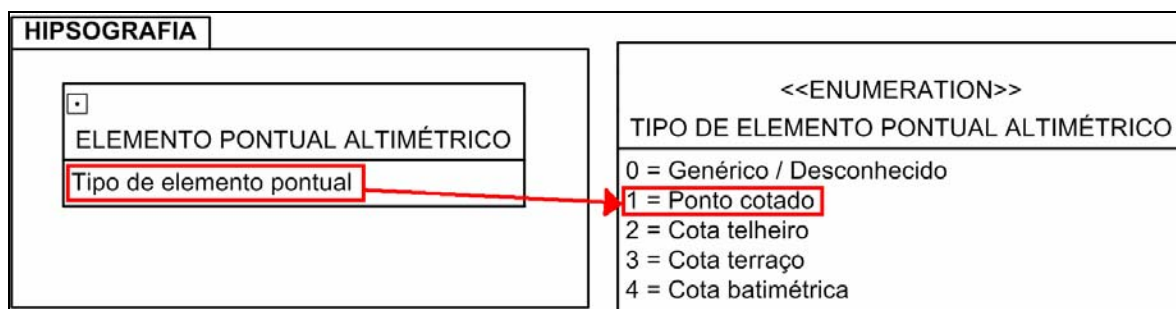


Figura 27 – Entidade geográfica “ponto cotado” segundo o catálogo de entidades geográficas proposto

3.5.2. Resolução de heterogeneidades na designação com origem cartográfica

A aquisição de dados para CAD multi-codificada de acordo com o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k pressupõe, visto estar associado directamente a uma escala de representação, que determinadas designações e informações associadas a objectos não sejam representadas.

Quando integrados em SIG, os objectos cuja designação seja cartograficamente omitida estão necessariamente incompletos quando comparadas com as entidades geográficas se encontram discriminadas no catálogo de entidades geográficas proposto. Por ser um caso de omissão, esta heterogeneidade apenas pode ser resolvida com recurso à edição dos registos resultantes do catálogo da SCN 10k.

3.5.3. Resolução de heterogeneidades na designação com origem na identificação

A identificação das entidades geográficas no catálogo proposto é executada de acordo com a integração da identificação num dos seus atributos. A Figura 28 apresenta, para a entidade geográfica “Marcos de posicionamento”, que pode ser identificar um “Marco de posicionamento”, a identificação da designação (atributo “Nome”).

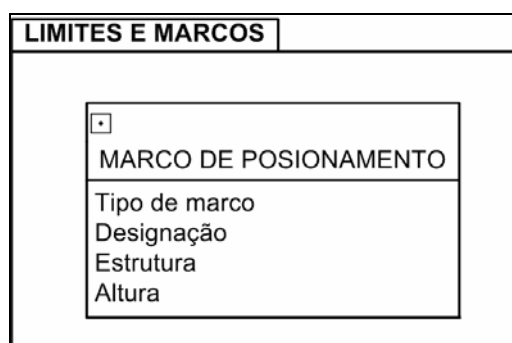


Figura 28 – Entidade geográfica “Marco de Posicionamento”

A identificação dos objectos de acordo com o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k está associada a uma identificação com recurso a campos de texto posicionados junto aos objectos. A Figura 29 ilustra um exemplo referente ao código associado ao texto, a partir do qual é possível identificar o objecto da família “Rede geodésica” respectiva.

Instituto Geográfico Português												
NOME DO FICHEIRO XXX_XGEO				Modelo Numérico Topográfico (MNT)						DIMENSÃO 3D		
CÓDIGO				DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS GRÁFICAS DO ELEMENTO					REPRESENTAÇÃO	Nome do Símbolo Portual	OBSERVAÇÕES
Dom	Sub	#em	Ord		TIPO	NÍVEL	Tip	ESPESSURA	COR	Gráfica		
				OBJECTO		Linha						
01				REDES DE APOIO, PONTOS E LINHAS NOTÁVEIS								
	01			REDE GEODÉSICA								
		02		SINAIS GEODÉSICOS								
01	01	02	01	MARCO GEODÉSICO DE 1ª ORDEM	PONTO	11	0	0	3	Símbolo portual	VGEO1	
01	01	02	02	MARCO GEODÉSICO DE 2ª E 3ª ORDEM	*	12	0	0	3	*	VGEO	
01	01	02	03	GEODÉSICO EM IGREJA	*	13	0	0	3	*	VGIGRE	
01	01	02	04	GEODÉSICO EM CAPELA	*	14	0	0	3	*	VGCAPE	
01	01	02	05	GEODÉSICO EM CASA	*	15	0	0	3	*	VG CASA	
01	01	02	06	GEODÉSICO EM MOINHO	*	16	0	0	3	*	VGMOIN	
01	01	02	07	CRUZEIRO SERVINDO DE GEODÉSICO	*	17	0	0	3	*	VGCRUZ	
01	01	02	08	GEODÉSICO EM CASTELO	*	18	0	0	3	*	VGCAST	
01	01	02	09	GEODÉSICO EM PORTE	*	19	0	0	3	*	VGPORT	
01	01	02	10	GEODÉSICO EM DEPOSITO DE ÁGUA ELEVADO	*	20	0	0	3	*	VGDAEL	
01	01	02	11	GEODÉSICO EM FAROL	*	21	0	0	3	*	VG FARO	
01	01	02	12	GEODÉSICO EM POSTO DE VIGIA	*	22	0	0	3	*	VGPIVIG	
01	01	02	13	VÉRTICE DE ADENSAMENTO DA REDE GEODÉSICA	*	23	0	0	3	*	VGTCF	
01	01	02	16	TEXTO ASSOCIADO A UM VÉRTICE GEODÉSICO	TEXTO					TEXTO		Ver nota descritiva 2.1 do MNT

Figura 29 – Identificação do texto associado a cada um dos objectos da família “rede geodésica”

Esta heterogeneidade não pode ser resolvido através da identificação de relações semânticas. O procedimento proposto utiliza processos de integração dos dados catalogados de acordo com o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k, com posterior união espacial entre o objecto e o texto que lhe está associado. Após a união, o objecto gerado permite resolver a heterogeneidade.

Há a salientar que, para os casos em que os objectos de geometria linear e areal no MNT da SCN 10k se encontram representados em mais do que uma folha exigirá a aplicação de procedimentos mais complexos, que consistirão em agregar o objecto partilhado pelas folhas e assumir uma única designação para um só objecto.

4. Conclusão sobre os testes à portabilidade

Dos testes à portabilidade efectuados, podem retirar algumas conclusões:

- Os dados geográficos descritos sob o catálogo de objectos da SCN 10k são, na generalidade, transferíveis para o catálogo de entidades geográficas proposto;
- As heterogeneidades identificáveis são resolúveis, com recurso a formalismos ou através de procedimentos.
- As heterogeneidades têm como causa mais frequente o facto de se efectuar testes entre catálogos concebidos para servirem plataformas tecnológicas e metodologias de conceptualização distintas.
- Pode-se concluir que, e que a portabilidade do catálogo de entidades geográficas proposto é possível para a generalidade das entidades

Apesar de verificar que a portabilidade não é possível em todas as entidades, considera-se no entanto que o catálogo de objectos do MNT da SCN 10k podem ser transferíveis para o catálogo de entidades geográficas proposto, após a execução de um conjunto de processos, pelo que passou à definição de um modelo de transferência do catálogo de objectos do MNT da SCN 10k para o catálogo de entidades geográficas proposto.

5. Modelo de transferência

5.1. Introdução

Para proceder ao desenvolvimento do modelo de transferência do catálogo de objectos do MNT da SCN 10k para o catálogo de entidades geográficas foi solicitado ao IGP uma folha da SCN 10k. Em resposta à solicitação foi entregue o MNT da Folha 482-3 da SCN 10k, em formato vectorial DGN, de acordo com as especificações técnicas associadas à SCN 10k e já descritas nesta tese.

O catálogo de entidades geográficas proposto terá de ser criado em base de dados, com recurso a um software de gestão de SIG. Pelo facto de se encontrar instalado e disponível no parque informático da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, e existir “know-how” sobre este software, escolheu-se testar com recurso ao ArcGIS da ESRI, através de duas das suas componentes: ArcMAP e ArcCatalog.

5.2. Desenvolvimento do modelo de transferência

O modelo de transferência foi constituído por várias fases, que serão descritas de seguida.

5.2.1. Identificação das entidades geográficas envolvidas

A identificação das entidades dos objectos existentes no exemplar cedido tornou-se decisiva para decidir qual a abordagem a tomar: construir o modelo de transferência para todos os objectos presentes ou apenas aqueles que se consideravam mais interessantes. Perante a análise à listagem cedida pelo IGP (Anexo C), foi decidida construir o modelo de transferência para todos os objectos.

Pelo facto de ser uma folha que compõe a SCN 10k, os objectos do mundo-real que são representados por mais do que uma folha encontrava-se incompletos. Se para os objectos lineares não é impeditivo de integração, para os objectos que são representados por polígonos é limitativo, o que impulsionou o IGP em editar e fechar, pelo limite da folha (cercadura), os respectivos objectos.

5.2.2. Reestruturação do MNT reorganizando a informação em ficheiros por entidades

De acordo com as instruções publicadas pelo IGP [Reis,2005], o ficheiro de formato Microstation que continha o MNT da folha por códigos cedida foi dividido em vários ficheiros Microstation, com base no código do objecto. Os ficheiros gerados têm o nome do código.

5.2.3. Desagregação do MNT em múltiplos ficheiros por entidade e por geometria

A desagregação em múltiplos ficheiros por entidade e por geometria foi executado de seguida. Para distinguir os ficheiros adoptou-se a nomenclatura descrita no Anexo C, através da utilização das colunas “Código” e “Tipo”.

5.2.4. Construção da base de dados a partir do catálogo proposto

Para a construção da base de dados na qual existirão as entidades geográficas descritas no catálogo proposto, utilizou o ArcCatalog. Foram definidos os tipos de

entidades geográficas (Figura 30) e posteriormente as respectivas entidades geográficas (Figura 31).

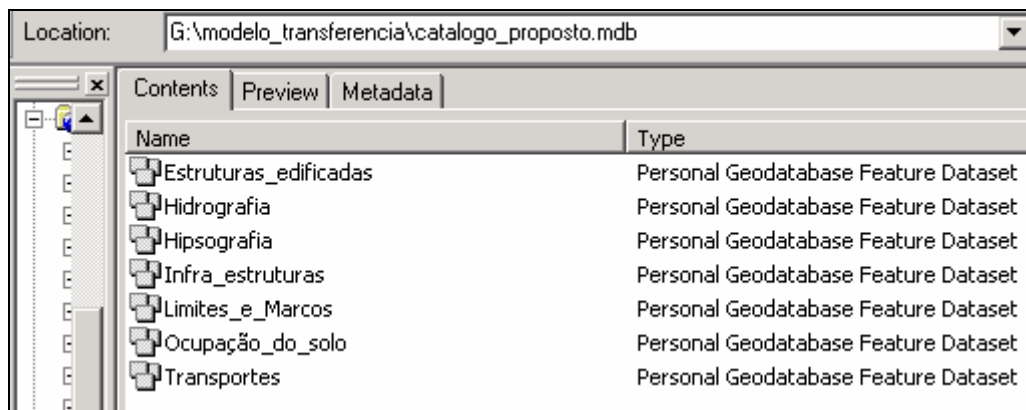


Figura 30 – Imagem dos tipos de entidades geográficas em ArcCatalog

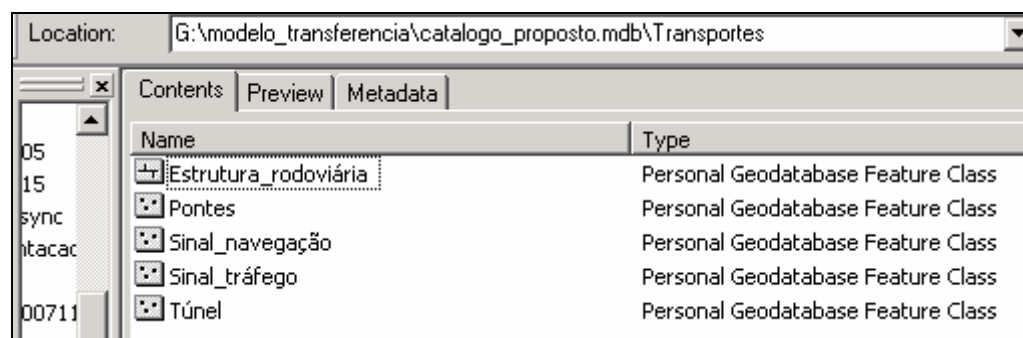


Figura 31 – Exemplo de entidades geográficas pertencentes ao tipo de entidades geográficas “Transportes”

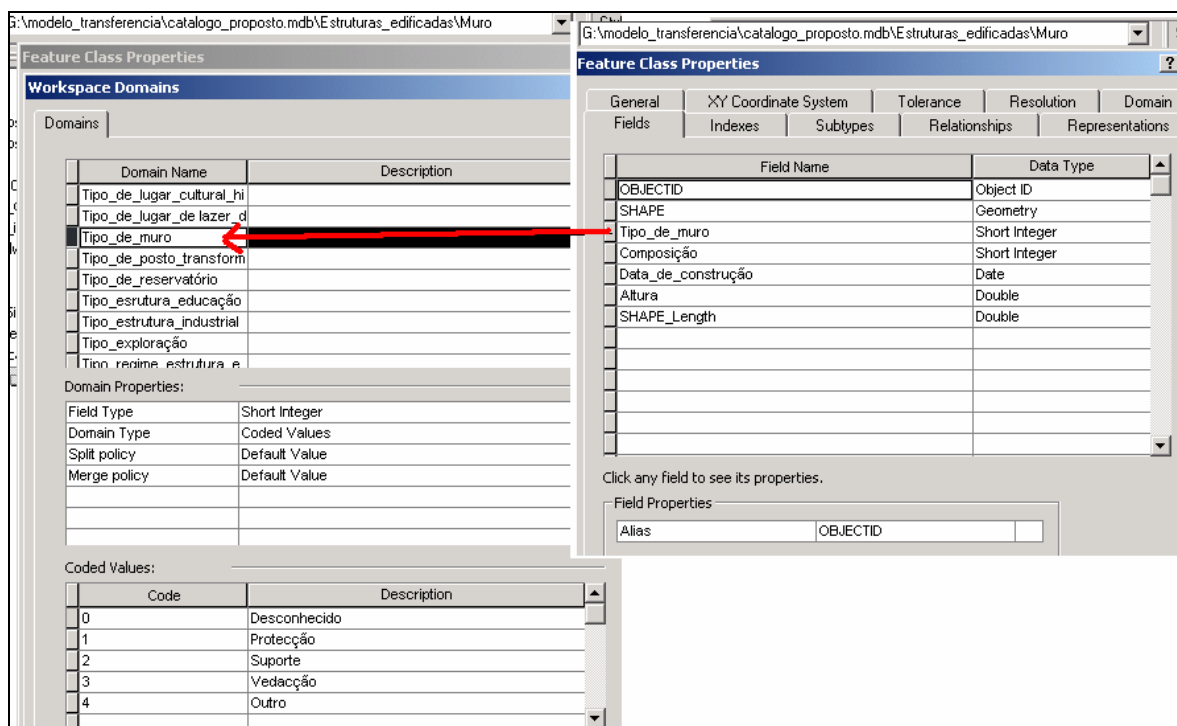


Figura 32 – Definição do domínio “tipo de muro”

Cumprindo integralmente o modelo definido pelo catálogo de entidades geográficas proposto, e que foi catalogado através da metodologia normalizada pela norma ISO 19110, foi definido o respectivo domínio composto por valores ser limitados a um domínio numérico (Figura 32).

5.2.5. Integração dos dados

Definida a base de dados de acordo com o catálogo proposto, foi executada a integração dos dados constantes em cada ficheiro identificado por “Código” e “Tipo”, com recurso à associação desse ficheiro à entidade geográfica existente (Figura 33).

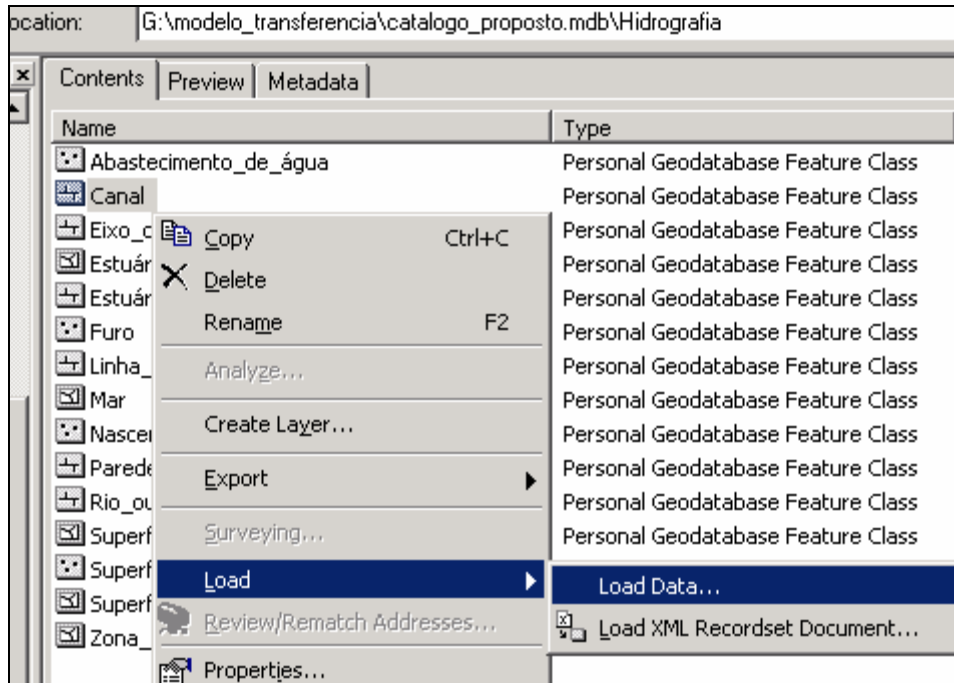


Figura 33 – Integração de dados

No caso de existir informação contextual que não está directamente associada à respectiva entidade (colocado em outro ficheiro e apenas associáveis pela proximidade quando representados cartograficamente), tem de se criar uma entidade geográfica “auxiliar”, através de um “spatial join” (junção espacial) das entidades representadas na vizinhança. Este processo foi desenvolvido com recurso à componente ArcMap.



Figura 34 – Entidade geográfica “Marcos_Posicionamento” de “tipo marco”= “Geodésico em Capela”

A Figura 34 identifica um dos casos em que a informação contextual (neste caso concreto associada a uma entidade geográfica “Marcos_Posicionamento” de atributo “tipo marco”= “Geodésico em Capela”) foi integrada desta forma.

Os resultados deste modelo podem ser visualizados através dos ficheiros registados em CD que acompanha esta tese (Anexo D).

5.2.6. Confirmações de heterogeneidades identificadas

A aplicação do modelo de transferência veio, em grande medida, confirmar as heterogeneidades identificadas anteriormente. De todas as heterogeneidades identificadas anteriormente, destaca-se pela sua frequência a heterogeneidade cognitiva relacionada com o contexto da descrição geométrica da entidade e o objecto do mundo real.

A Figura 35 ilustra uma entidade que não se conseguiu resolver a heterogeneidade quando se efectuou a transferência e respectiva portabilidade. No caso concreto trata-se de um objecto do mundo real identificado como sendo um ponto do tipo “Vivenda,Casa” pelo catálogo de objecto da SCN 10k, em que corresponde a uma entidade geográfica “Estrutura_Habitacao” pertencente ao tema de entidade geográficas “Estruturas”, cujo atributo “Classe de Habitação” assume o valor de “Vivenda, casa” e é geometricamente do tipo área.



Figura 35 – Exemplo de heterogeneidade cognitiva

Após a tentativa de integração de todos os ficheiros, podem-se retirar algumas conclusões.

5.2.7. Conclusões retiradas após a aplicação do modelo de transferência

A aplicação do modelo de transferência permite apresentar algumas conclusões:

- O modelo de transferência é pouco automatizável devido às heterogeneidades identificadas anteriormente;
- As entidades geográficas que não apresentavam heterogeneidades foram integráveis sem qualquer dificuldade.

CAPÍTULO VI

Conclusões

Sobre os objectivos aos quais a tese propôs atingir, pode-se concluir que:

1. O catálogo de entidades geográficas proposto fornece um primeiro contributo para a discussão sobre a definição de um catálogo normalizado para a informação geográfica 10k do IGP;
2. É possível efectuar, com as ferramentas disponibilizadas ao longo deste trabalho, os testes à portabilidade entre os catálogos;
3. A total portabilidade do catálogo de entidades geográficas proposto é possível, desde que se resolvam as heterogeneidades identificadas;
4. Perante as condições actuais, o modelo de transferência entre os catálogos envolvidos é possível mas encontra-se limitado ao sucesso total;
5. Do caso de estudo apresentado pode-se concluir que só após a resolução das heterogeneidades identificadas se poderá efectuar a construção de automatismos de transferência de dados, por forma a atingir a tão desejada portabilidade do catálogo de entidades proposto.

A partir das conclusões apresentadas, podem-se deixar algumas considerações para actividades de investigação futuras:

1. Resolução das heterogeneidades referentes catálogo de entidades geográficas através da definição, pela mesma metodologia normalizada, de um novo catálogo;
2. Execução de novos testes ao catálogo, sobre uma das outras componentes: a interoperabilidade;
3. Executar a definição de um novo modelo, testando-o através de uma folha da SCN 10k composta por um maior número de objectos.

Bibliografia

- AADC (2006). sítio Internet
<http://data.aad.gov.au/aadc/ftc/> (acedido a 20.06.2006).
- AADC (2008) sítio Internet,
<http://data.aad.gov.au/aadc/ftc/> (acedido a 01.07.2008).
- Abogye-Kyei, P., (1999) "Cadastral data sharing: A choice between standards and translators", Master's thesis, International institute for aerospace survey and earth sciences.
- Bédard, Y., (1999) "Visual Modelling Of Spatial Databases: Towards Spatial PVL and UML", *Geomatica* Vol. 53 N.º 2, pág. 169 a 186,
http://sirs.scg.ulaval.ca/Yvanbedard/article_nonprotege/249.pdf (acedido a 07.04.2008).
- [Bishr, Y. (1997) "Semantic aspects of GIS interoperability", PhD thesis, Wageningen Agriculture University.
- Croswell, P. (2000) "The role of Standards in support of GDI", Oxford University Press.
- Comissão das Comunidades Europeias (2007) "Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)", *Jornal Oficial da União Europeia*, Bruxelas,
<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:EN:HTML> (acedido a 06.08.2007).
- Davis, C., Laender, A. (2000) "Extensões ao Modelo OMT-G para Produção de Esquemas Dinâmicos e de Apresentação", sítio internet,
http://www.dpi.inpe.br/geopro/referencias/davis_geoinfo.pdf (acedido a 30.03.2008).
- DIGEST (2000), sítio Internet,
<http://www.dgiwg.org> (acedido a 20.02.2006).
- FGDC (2007), sítio internet,
<http://www.fgdc.gov/nsdi/nsdi.html> (acedido a 07.06.2007).
- Fernandes, J. (1996) "A nova carta topográfica 1:10000 do IPCC", *Revista Cartografia e Cadastro* N.º 5, pág.3 a 9, Lisboa.
- Fonseca, A. (2006) "INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe, Situação actual e implicações", ESIG 2006, Oeiras, 2006,
http://www.igeo.pt/eventos/comunicacoes/Oeiras/INSPIRE_ESIG1.ppt (acedido a 05.03.2007).
- Groot, R., McLaughlin, J. (2000) "Geospatial data infrastructure: Concepts, cases, and good practice", Oxford University Press.
- Kuhn, W. (1996) "Semantics of geographic information", In *Geo-info series*, volume Vol. 7. Vienna: Department of Geoinformation, Technical University, 1996.

- Kresse, K., Fadaie, K. (2004) "ISO Standards for Geographic Information", Springer.
- Ivánová, I. (2006) "Standardization and interoperability of spatial datasets y spatial data quality", Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, Vitoria (España), 2006,
<http://www.ehu.es/eui/castellano/imagenes/documentos/DEPARTAMENTOS/TOPOGRAFIA/standardization.pdf> (accedido a 29.05.2007).
- INSPIRE DTDS (2007) "Data Specifications", "Methodology for the development of data specifications",
http://www.ec-gis.org/inspire/reports/ImplementingRules/inspireDataspecD2_6v2.0.pdf (accedido a 16.03.2008).
- INSPIRE DSR (2008) "Generic Conceptual Model",
http://www.ec-gis.org/inspire/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.5_v3.0.pdf (accedido a 01.08.2008)
- Maphumolo, A. (2003) "Testing portability of a proposed South African spatial feature catalog standard", PhD thesis, Enschede,
http://www.itc.nl/library/Papers_2003/msc/gim/maphumolo.pdf (accedido a 02.08.2006).
- Messer, I. (2007) "Building European – Spatial Data Infrastructures", ESRI Press, Redlands.
- Molenaar M. (1998) "An Introduction to the Theory of Spatial Objects Modelling", Taylor & Francis Ltd.
- Ramos, P.N. (2006) "Desenhar bases de dados com UML", Edições Sílabo.
- Rawat, S. (2003) "Interoperable Geo-Spatial Data Model in the context of the Indian NSDI" PhD thesis, Enschede,
http://www.itc.nl/library/papers_2003/msc/gfm/sujata.pdf (accedido a 01.07.2008).
- RDM WG (2002) "Reference Data and Metadata Position Paper",
http://www.ec-gis.org/inspire/reports/position_papers/inspire_rdm_pp_v4_3_en.pdf (accedido a 29.03.2008).
- Reis, S. (2005) "Caracterização técnica da cartografia - Série 1: 1000", GIS PLANET 2005 - II International Conference and Exhibition on Geographic Information, Estoril,
http://www.igeo.pt/eventos/comunicacoes/Estoril/Vis_man_impresao_10k_GisPlanet05.pdf (accedido a 20.01.2007).
- Roy, D., Clement G., (1994) "Object-oriented database technology for geographic applications: A case study", volume 1, Ottawa.
- Smits, P. (2006) "Infrastructure for Spatial Information in Europe – INSPIRE, State of play", INSPIRE Multiple-Representation and Data Consistency Workshop, 7-8 de Novembro de 2006, Ispra,
http://sdi.jrc.it/ws/multiple_rep/presentations/smits-inspire-2006-11-07-v1.pdf (accedido a 01.07.2008).
- Uitermark, H. T. (2001) "Ontology-Based geographic data set integration", PhD thesis, University of Twente,
<http://doc.utwente.nl/36476/1/t000001e.pdf> (accedido a 19.05.2008).

Tiainen, E. (2004) "Directions in modeling Land Registration and Cadastre Domain – Aspects of EULIS glossary approach, semantics and information services", Proceedings "Standardization in cadastral domain" 9-10 Dezembro 2004, Bamberg,

http://www.fig.net/commission7/bamberg_2004/papers/ts_03_01_tiainen.pdf
(acedido a 07.06.2008).

Anexo A

Catálogo de entidades geográficas proposto

Pelo facto de ser demasiado extenso, a totalidade da listagem do catálogo de entidades geográficas proposto será incluído no CD que acompanha o documento desta tese.

Anexo B

Catálogo de entidades proposto em UML por OMT-G

Pelo facto de a sua representação ser de grande formato, a representação do catálogo de entidades geográficas proposto em UML pela técnica OMT-G será incluído no CD que anexa esta tese.

Anexo C

Identificação das entidades geográficas da Folha 482-3 da SCN 10k

Código	Tipo	LV	LC	WT	CO	Nome
1010202	Símbolo	12	0	0	3	MarcoGeodésico_2ª_3ª_ordem
1010203	Símbolo	13	0	0	3	GeodésicoEmIgreja
1010216	Texto	13	0	0	0	TextoAssociadoAosSinaisGeodésicos-Cota
2030101	Linha	20	0	0	116	MuroDeAlvernaria
2030104	Linha	23	0	0	116	MuroDeSuporteDeAlvernaria
2030201	Linha	26	0	0	2	SebeOuValado
2030301	Linha	28	0	0	116	VedaçãoDeArameOuRede
3010101	Linha	20	0	1	5	CurvaDeNívelMestra_3D
3010103	Linha	1	0	0	8	CurvaDeNívelSecundária_3D
3010201	Símbolo	2	0	3	3	PontoCotado
3010202	Texto	25	0	1	0	TextoAssociadoAoPontoCotado_3D
3020101	Área	14	0	0	240	Rochas
3020201	Linha	18	0	0	38	LimiteSuperiorDeEscarpado(Natural)
3020202	Linha	19	0	0	38	LimiteInferiorDeEscarpado(Natural)
3030202	Linha	12	0	0	38	Socalco
6000000	Área	1	0	0	3	ConstruçõesEmGeral
6000000	Símbolo	1	0	0	3	ConstruçõesEmGeral
6010305	Área	4	0	0	10	EscolaPrimária
6010603	Símbolo	7	0	0	61	Pelourinho
6010701	Área	8	0	0	6	Igreja
6020102	Área	9	0	0	3	Vivenda,Casa
6020102	Símbolo	9	0	0	3	Vivenda,Casa
6020105	Área	9	0	0	19	BarracaComRepresEscala
6020105	Símbolo	9	0	0	19	BarracaComRepresEscala
6020202	Área	44	0	0	19	Telheiro
6050502	Símbolo	13	0	0	32	SiloComRepresEscala
6070102	Área	18	0	0	39	Azenha
6070102	Símbolo	18	0	0	39	Azenha
6070201	Área	19	1	0	3	EdifícioEmRuínas
6090103	Símbolo	26	0	0	119	DepósitoDeÁguaElevado
6090106	Símbolo	26	0	0	1	Chafariz,Bica,Fontanário,Fonte
6090202	Símbolo	27	0	0	83	PostoDeTransformaçãoComRepresEscala
6120601	Linha	52	0	0	19	Miradouro
7050100	Área	4	0	0	62	ResíduosSólidos
7050200	Área	4	0	0	111	ResíduosLíquidos
8010101	Símbolo	20	0	0	47	Poço
8010401	Linha	23	0	0	192	CaboDeAltaTensão
8010501	Símbolo	24	0	0	3	PostesDeAltaTensão
8010706	Símbolo	30	0	0	4	EstaçãoDeTelecomunicações
9010102	Área	17	0	0	59	CampoJogosSemBancadas
9010103	Área	32	0	0	59	LimiteDoCampoDaPráticaDesportivaJogos
9010401	Área	21	0	0	3	PraçaDeTouros
9010402	Área	21	0	0	19	LimiteDaArena
9010600	Área	23	0	0	47	Piscina
9020100	Área	28	0	0	2	ParquesEJardinsEmGeral

Código	Tipo	LV	LC	WT	CO	Nome
10010207	Linha	18	0	0	3	EstradaNacional-RedeComplementar
10010220	Linha	18	7	0	3	EixoEstradaNacional-RedeComplementar
10010302	Linha	20	0	0	0	EstradaMunicipal
10010303	Linha	21	0	0	0	CaminhoMunicipal
10010305	Linha	23	2	0	0	Vereda
10010306	Linha	24	0	0	0	Rua,Avenida,Rotunda,Praça,Largo,Passaio
10010308	Linha	24	0	0	19	Escadarias
10010310	Linha	20	6	0	0	EixoEstradaMunicipal
10010311	Linha	21	6	0	0	EixoCaminhoMunicipal
10010312	Linha	24	6	0	0	EixoRua,Avenida,Rotunda,Praça,Largo,Passaio
10010503	Linha	9	0	0	2	Aceiro
10010506	Linha	9	1	0	2	EixoAceiro
10010602	Linha	59	0	0	17	Caminho
10010604	Linha	59	2	0	17	EixoCaminho
10100104	Área	53	0	0	35	ParqueEstacionamento
10110204	Linha	57	0	0	115	Aqueduto
11010101	Área	10	0	0	2	Regadio/Horta
11010102	Área	11	0	0	84	Sequeiro
11020101	Área	12	0	0	244	Mato
11030100	Área	13	0	0	146	Pomar
11030200	Área	14	0	0	146	Olival
11040100	Área	15	0	0	146	Vinha
11090201	Área	17	0	0	66	Eucaliptos
11090202	Área	18	0	0	66	Pinheiros
11090205	Área	20	0	0	148	Montado(Sobro+Azinho)
11090207	Área	22	0	0	250	Azinheiras
11100102	Área	24	0	0	246	AreaAgricFlorestGeral
12010101	Símbolo	1	0	0	39	NascenteACéuAberto
12010202	Linha	41	0	0	1	RioNãoNavegavelNemFlutuavel_3D
12010204	Linha	41	4	0	1	EixoRioNãoNavegavelNemFlutuavel_3D
12010601	Linha	43	0	0	47	LinhaDeAgua_3D
12010602	Linha	42	0	0	247	Ribeira_3D
12010603	Linha	43	4	0	47	EixoLinhaDeAgua_3D
12010604	Linha	42	4	0	247	EixoRibeira_3D
12010701	Linha	13	0	0	39	Vala_2D
12020202	Linha	6	0	0	71	Açude_2D
12020205	Linha	7	0	0	71	Represa_2D
12020602	Área	18	0	0	55	TanqueComRepresEscala_2D
12020602	Símbolo	18	0	0	55	TanqueComRepresEscala_2D
12040201	Área	14	0	0	39	Albufeira_2D
12040301	Área	16	0	0	55	Lagoa_2D
12050101	Linha	3	0	0	3	Paredão,Muro,Cais_2D
12050106	Linha	3	0	0	32	MargemIndeterminavel(Arenosa)_2D
12060000	Área	59	0	0	39	LinhaDeRegolfoDasAlbufeiras_3D
13040000	Área	52	0	0	240	Cemitério
13060000	Área	53	0	0	3	Areas_De_Utilização_Publica_E_Oficial

Anexo D

Aplicação do modelo de transferência

O conteúdo do Anexo D encontra-se no CD que acompanha esta tese.