



Luís Miguel Marques de Sousa

Desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica para a gestão de dados relativos a expropriações.

O caso do Metro do Porto

Relatório de Estágio do Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica -
Ambiente e Ordenamento do Território, orientado pelo Professor Doutor Rui
Ferreira Figueiredo e apresentada ao Departamento de Geografia e Turismo da
Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra e à Faculdade de Ciências e
Tecnologias da Universidade de Coimbra

2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Letras

Desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica para a gestão de dados relativos a expropriações.

O caso do Metro do Porto

Ficha Técnica:

Tipo de trabalho	Relatório de estágio
Título	Desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica para a gestão de dados relativos a expropriações – O caso do Metro do Porto
Autor/a	Luís Miguel Marques de Sousa
Orientador/a	Doutor Rui Ferreira Figueiredo
Júri	Presidente: Doutor José Paulo Elvas Duarte de Almeida
	Vogais:
	1. Doutor José Gomes dos Santos (arguente)
	2. Doutor Rui Ferreira Figueiredo
Identificação do Curso	2º Ciclo em Tecnologias de Informação Geográfica
Área científica	Tecnologias de Informação Geográfica
Especialidade/Ramo	Ambiente e Ordenamento do Território
Data da defesa	27-10-2017
Classificação	17 valores



Resumo

Nas últimas décadas tem-se assistido a uma crescente evolução tecnológica e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são um exemplo desse avanço. O desenvolvimento de bases de dados capazes de integrar informação geográfica, de armazenar grandes volumes de dados e de os interligar, tem sido muito útil para diversas empresas, dado que permite informatizar e facilitar o acesso e o manuseamento de informação que anteriormente se encontrava em grandes volumes de papel muitas vezes desorganizados.

O presente documento trata-se do relatório de estágio curricular realizado no âmbito do Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica, na empresa Municípiã – Empresa de Cartografia e Sistemas de Informação, E.M, S.A., no departamento de Engenharia e Infraestruturas.

O projecto aqui apresentado consiste no desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica capaz de permitir a gestão de dados relativos às expropriações que levaram a cabo a obra do metro do Porto, uma obra de interesse público.

Para concretizar a obra referida, a Metro do Porto S.A., empresa responsável pela construção do metro do Porto, recorreu ao código das Expropriações de forma a poder expropriar inúmeras parcelas de terreno. Deste procedimento expropriativo, resultou uma quantidade volumosa de documentos com informação detalhada relativa a cada parcela de terreno. Para a organização de toda esta informação, resultante do procedimento expropriativo, a Municípiã desenvolveu uma Base de Dados Geográfica e uma solução SIG, baseada em *software* de código aberto. Este tipo de *software* apresenta grande vantagem neste contexto, visto que para além da sua grande potencialidade, apresenta baixo custo para a empresa e capacidade de se adaptar às suas necessidades.

A metodologia adoptada englobou a elaboração do modelo de dados, a implementação da solução SIG e o carregamento de dados relativos às parcelas expropriadas. O suporte para armazenamento e processamento de dados espaciais aplicado foi um sistema de gestão de base de dados relacional orientado a objectos (SGBDOR), o PostgreSQL/PostGIS, capaz de inter-relacionar toda a informação pertinente.

A solução SIG seleccionada foi o Quantum GIS (QGIS), um *software* livre de código aberto que permite aos utilizadores a consulta e a exploração da informação geográfica e garante o acesso e edição de dados em PostgreSQL/PostGIS. Uma das características do QGIS relevante para este caso é a capacidade de suportar bases de dados geográficas PostgreSQL/PostGIS.

Com este projecto obteve-se uma base de dados relacional robusta capaz de armazenar toda a informação existente, na qual se pode facilmente aceder à localização geográfica de uma determinada parcela e obter toda a informação correspondente ao respectivo procedimento expropriativo. Esta capacidade de aceder a uma determinada entidade georreferenciada com a informação respectiva só é possível graças à conjugação dos SIG com bases de dados relacionais e exemplifica a importância e utilidade que estes apresentam na actualidade.

Os *softwares* livres de código aberto e os de código aberto surgem assim como soluções alternativas aos *softwares* proprietários, igualmente capazes, para fazer face aos vários desafios que se colocam no quotidiano de empresas de variadas áreas assim como aos utilizadores privados.

Palavras chave - Sistema de Informação Geográfica, *Software* livre e de código aberto, *Software* de código aberto, Base de dados relacional, PostgreSQL/PostGIS, Expropriações.

Abstract

In the last decades there has been a growing technological evolution and the Geographic Information Systems (GIS) are an example of this advance. The development of databases capable of integrating geographic information, of storing large volumes of data and of interconnecting them, has been very useful for several companies, since it enables computerisation, easing the data access and handling that previously was distributed over large volumes of paper, often disorganised.

The present document concerns the report of an curricular internship carried out in the company Municípia - Cartography and Information Systems Company, E.M, S.A, particularly in the Engineering and Infrastructures department. This internship was done as part of the Master in Geographic Information Technologies.

During this internship, a Geographical Information System was under development - a system capable of managing the data pertaining to the dispossessions that resulted as a part of Porto Metro system construction works.

In order to carry out this work, Metro do Porto S.A., the company responsible for the construction of the Porto Metro system, used the Expropriations bill in order to dispossess numerous parcels of land. This procedure resulted on a large amount of documents with detailed information regarding each parcel of land. In order to organise all the information obtained by the expropriations procedure, Municípia developed a Geographic Database and a GIS solution, based on open source software. This type of software displays great advantages in this context, in addition to its great potential, because it presents a low-cost solution for the company and shows the capacity of adpating to its needs.

The adopted methodology included the crafting of the data model, the implementation of the GIS solution and the uploading of data relating to the expropriated parcels. The support for spatial data storage and processing derived from an object-oriented relational database management system (SGBDOR), PostgreSQL/PostGIS, that was able to interrelate all relevant information.

A Quantum GIS (QGIS) was utilised as the GIS solution, a free open source software that allows users to consult and explore geographic information and grants read and edit data rights in PostgreSQL / PostGIS. One of the features of the QGIS relevant to this case is the ability to support PostgreSQL / PostGIS geographic databases.

A thorough and robust relational database was obtained, a database capable of storing all the existing information, where the geographical location of a given parcel can be easily accessible as well as its corresponding expropriation procedure.

This ability to access a given geo-referenced entity with its respective information is only possible thanks to the combination of GIS with relational databases. This exemplifies the importance and usefulness that they present nowadays. Free open source and open source software are emerging as alternative solutions to proprietary software, equally capable, facing several challenges that emerge in the daily life of companies, both from the private and public sector.

Keywords - Geographic Information System, Free Open Source Software, Open Source Software, Relational Database, PostgreSQL / PostGIS, Expropriations.

Abreviaturas, Acrónimos e Siglas

ANSI - American Standards Institute

BSD - Berkley *Software* Distribution

CGIS - Canada Geographic Information System

DCL - linguagem de control de dados

DLL - linguagem de definição de dados

DML - linguagem de manipulação de dados

DQL - linguagem de consulta de dados

DUP – Declaração de utilidade pública

ESRI- Environmental Systems Research Institute

EUA - Estados Unidos da América

GNU - GNU is not Unix

GPL -GNU General Public License

ISO - International Organization for Standardization

MITL - Massachusetts Institute of Tecnology license

OGC - Open Geospatial Consortium

OSI - Open Source Initiative

OSGeo- *Open Source Geospatial Foundation*

QGIS-Quantum GIS

SGBD - Sistemas de Gestão de Base de Dados

SGBDOR - sistema de gestão de base de dados relacional orientado a objectos

SIG- Sistemas de Informação Geográfica

SQL-Structured ou Standard Query Language

Índice Geral

Resumo.....	i
Abstract	iii
Abreviaturas, Acrónimos e Siglas	v
Índice Geral.....	vi
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas.....	vii
Introdução	1
1. Sistemas de Informação Geográfica.....	2
2. Software Livre de código aberto, Software de Código aberto e Software proprietário	5
3. Bases de dados relacionais	10
4. Expropriação por utilidade pública	12
6. Componente prática.....	22
6.1 Elaboração do modelo de dados.....	24
6.2 Implementação da solução SIG.....	37
6.3 Carregamento de dados relativos às parcelas expropriadas	39
Considerações Finais.....	44
Referências Bibliográficas	47
Anexo A	A
Anexo B	B

Índice de Figuras

Figura 1: Cinco componentes de um SIG	4
Figura 2: Mapa Rede do Metro do Porto.....	23
Figura 3: Fluxograma do procedimento expropriativo.....	26
Figura 4: Modelo Conceptual.....	28
Figura 5: Relações entre as entidades	29
Figura 6: Esquemas da base de dados: Expropriações e Domínio	30
Figura 7: Relação entre tabelas	30
Figura 8: Relação entre o atributo Distrito da tabela Parcela com a tabela de domínio Distrito. 31	
Figura 9: Modelo de dados.....	32
Figura 10: Base de dados	33
Figura 11: Trigger do atributo ID IRN.....	34
Figura 12: Entidade Parcela	36
Figura 13: Relações entre tabela no QGIS	37
Figura 14: Propriedades da entidade Parcela	38
Figura 15: Formulário do Tema “Identificação do Prédio Inicial” da entidade Parcela	39
Figura 16: Conversão de linhas para polígonos no QGIS	40
Figura 17: Erros de Geometria.....	41
Figura 18: Importação do ficheiro para a pasta público da base de dados.	41
Figura 19: Importação das parcelas correspondentes à linha da Póvoa de Varzim para a entidade Parcela.....	42
Figura 20: Parcelas expropriadas	43

Índice de Tabelas

Tabela I: Limites do PostgreSQL (adaptado de www.postgresql.org).....	9
Tabela II: Configuração de atributos no QGIS	38

Introdução

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito do estágio curricular do Mestrado de Tecnologias e Informação Geográfica realizado na empresa Municípa – Empresa de Cartografia e Sistemas de Informação, E.M, S.A, no departamento de Engenharia e Infraestruturas. Este estágio, de cinco meses de duração, teve início no dia 16 de Janeiro de 2017 e foi concluído no dia 13 de Junho de 2017 e debruçou-se sobre o desenvolvimento de um projecto relativo a expropriações para a empresa Metro do Porto, S.A..

Este projecto tem como principal objectivo o desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica para a gestão de dados relativos a Expropriações realizadas no âmbito da construção da infraestrutura do metro da área Metropolitana do Porto.

Para a realização deste relatório optou-se por, numa primeira parte, se apresentar uma contextualização teórica que sustenta a parte prática desenvolvida numa segunda parte.

Na contextualização teórica apresenta-se uma breve introdução histórica dos Sistema de Informação Geográfica (SIG), os conceitos e diferenças de *software* proprietário, livre de código aberto e de código aberto, conceitos e o modelo de bases de dados relacionais e a linguagem utilizada para a gestão de bases de dados relacionais, denominada de Structured ou Standard Query Language (SQL). A última parte aborda o tema de expropriações por utilidade pública, apresentando o procedimento expropriativo baseado na lei nº 168/99 de 18 de Setembro do código das expropriações.

Na componente prática expõem-se as várias etapas desenvolvidas ao longo do estágio, explicando cada procedimento realizado para a implementação de uma Base de Dados Geográfica e de uma solução SIG baseada em *softwares* livres de código aberto e de código aberto. Esta componente termina com o carregamento dos dados relativos às parcelas expropriadas devidamente georreferenciadas, na base de dados desenvolvida.

1. Sistemas de Informação Geográfica

A Geografia sempre foi importante para os humanos desde a sua existência. Aplicar a geografia na forma de mapas e de informação espacial tem servido de descoberta, planeamento, cooperação e conflito pelo menos nos últimos 3000 anos (Bolstad, 2016).

O conhecimento do território assume grande importância no desenvolvimento das actividades humanas e nas formas de interacção do ser humano com o espaço. Todas as nossas actividades operam-se na terra, quer à superfície terrestre quer no subsolo, daí que manter o controlo de todas essas actividades é fundamental. A localização geográfica de um fenómeno, o estabelecimento de relações com o território, a identificação de padrões espaciais ou a toma de decisões com base nas características geográficas são imprescindíveis para o desenvolvimento social, ambiental, político e económico.

Dado o desenvolvimento tecnológico a que temos assistido, nas últimas quatro décadas ocorreu uma enorme proliferação dos sistemas de informação geográfica (SIG) de modelos de dados de informação geográfica, de estruturas de dados e de representação geográfica (Goodchild, Yuan, & Cova, 2007).

O primeiro SIG surge em meados de 1960, o CGIS (Canada Geographic Information System), dirigido por Roger Tomlinson. O seu objectivo era fazer um inventário do Canadá sobre a ocupação e uso do solo, de modo a identificar os seus potenciais. O CGIS foi planeado e desenvolvido como um sistema de medição de mapas informatizado.

No final dos anos 60, surge nos Estados Unidos da América (EUA) o programa Dual Independent Map Encoding, com o objectivo de criar uma base de dados digital de todas as ruas dos EUA para a realização dos Censos da População em 1970.

A Unidade Experimental de Cartografia do Reino Unido ECU foi a pioneira no mapeamento computacional de alta qualidade, em 1968. As agências nacionais de mapeamento, como a Ordnance Survey da Grã-Bretanha, o France's Institut Geographique National, US Geological Survey e Defence Mapping Agency começaram a investigar o uso de computadores para apoiar na edição de mapas. Os primeiros desenvolvimentos de cartografia automatizada ocorrem nos anos 60 e no final da década de 70.

No início dos anos 80, o preço do hardware de computação torna-se mais acessível às empresas do sector privado e começa-se a assistir a um desenvolvimento das capacidades computacionais e a uma grande procura das mesmas. O mercado de *software* SIG começa assim a crescer e, desde então, a indústria de *software* de SIG tem vindo a aumentar a sua comercialização até aos dias de hoje (Longley, et al, 2011).

Segundo Maguire (1991), os seguintes autores definem os SIG como (D. Maguire, 1991):

DoE (1987) – Um sistema de captura, armazenamento, verificação, manipulação, análise e exibição de dados com referência espacial na terra.

Aronoff (1989) – Qualquer manual ou computador baseados nos procedimentos de uso de armazenamento e manipulação de dados geográfico georreferenciados.

Parker (1989) – Uma tecnologia de informação que armazena, analisa e exhibe ambos os dados espaciais e não espaciais.

Dueker (1979) – Um caso especial de sistemas de informação onde a base dos dados consiste na observação da distribuição espacial de actividades ou eventos, que são definidos no espaço por pontos, linhas ou polígonos. Um SIG manipula dados sobre estes pontos, linhas e polígonos.

Burrough (1986) – Um poderoso conjunto de ferramentas de reunir, armazenar, transformar e exhibir dados espaciais do mundo real.

Cowen (1988) – Um sistema de suporte de decisão que envolve a integração de dados georreferenciados num ambiente problema/resolução.

Smith et al. (1987) – Sistema de base de dados no qual a maioria dos dados são espacialmente indexados, e sobre os quais opera um conjunto de procedimentos de forma a responder a consultas sobre entidades espaciais na base de dados.

Paul Bolstad (2016) – Um sistema computacional de armazenamento, manutenção, análise, saída e distribuição de dados espaciais e informação (Bolstad, 2016).

Apesar de existirem inúmeras definições podemos assumir que todas se focam no conceito de georreferenciação – localização geográfica e atributos de determinadas entidades.

Os SIG são compostos por 5 componentes: hardware, *software*, pessoas, dados e procedimentos. Estas componentes tornam este sistema numa ferramenta capaz de criar e utilizar informação espacial (Bolstad, 2016).

Hardware – conjunto de equipamentos utilizados para processar e armazenar de forma automática a informação.

Software – conjunto de instruções e programas que fornecem as ferramentas para editar, gerir, analisar, exibir e disseminar informação espacial.

Pessoas – grupo de especialistas que recolhe e analisa toda a informação e interpreta os seus resultados de modo a dar resposta aos problemas apresentados.

Dados – representação digital de informação geográfica específica de uma determinada área, necessária para a resolução do problema apresentado.

Procedimento – definição da metodologia a implementar.



Figura 1: Cinco componentes de um SIG (adaptado Longley et al., 2011)

Para que os SIG se apresentem como ferramentas capazes de resolver problemas espaciais, estes componentes devem estar bem integrados. O seu desenvolvimento é um processo interactivo e contínuo.

As principais aplicações dos SIG são o mapeamento, medição, monitorização, modelação e gestão de informação geográfica (Longley et al., 2011).

Tradicionalmente, os SIG eram aplicados ao nível militar, governamental e educacional (Longley et al., 2011). Hoje em dia, são aplicados em diversas áreas, nomeadamente na agricultura, arqueologia, arquitectura, ciências ambientais, geografia, recursos naturais, geologia, ordenamento do território, etc.

2. *Software* Livre de código aberto, *Software* de Código aberto e *Software* proprietário

A partilha de *software* e o acesso livre ao código fonte é um fenómeno que existe desde a década de 50 (Steiniger & Hay, 2009).

O movimento *Software* livre é um projecto iniciado por Richard Stallman em 1983 denominado por GNU (GNU is not Unix). O seu objectivo principal era contribuir com um sistema operacional 100% livre. Em 1985, fundou a Free *Software* Foundation, inicialmente com a finalidade de obter fundos para desenvolver o GNU, dedicando-se hoje aos aspectos legais e estruturais da comunidade do *software* livre de forma a garantir a liberdade dos utilizadores de computadores, promovendo o desenvolvimento e uso de *softwares* e manuais livres (www.fsf.org, acedido em Abril de 2017).

Por *software* livre deve-se entender aquele *software* que respeita a liberdade dos utilizadores, possuindo estes a opção de executar, copiar, distribuir, estudar, alterar e melhorar o *software*. Neste contexto, considera-se um *software* livre quando os utilizadores possuem quatro liberdades essenciais (Stallman, 1998):

1. Executar o programa para qualquer propósito.
2. Estudar o funcionamento do programa e adaptá-lo às suas necessidades, sendo que o acesso ao código-fonte é um pré-requisito.

3. Redistribuir cópias das novas versões.
4. Distribuir cópias de versões desenvolvidas, para que se tornem públicas, de modo a que a comunidade inteira beneficie do seu progresso.

Quando se fala sobre *Software Livre*, pode-se pensar em *software* gratuito, porém Stallman define Livre como liberdade e não como gratuidade. Refere também que não há contradição entre *software* livre e a venda de cópias das versões criadas, afirmando que a venda é crucial para a angariação de fundos para o desenvolvimento do *software* livre (Stallman, 1998).

Como já foi referido, o objectivo da GNU é dar a liberdade aos utilizadores. Para garantir que tal não deixe de acontecer, ou seja, para evitar que o *software* livre se torne num *software* proprietário, adoptaram o método copyleft, denominado de GPL (GNU General Public License). *Copyleft* é uma forma de garantir os direitos de autor, mas com um propósito diferente. O seu objectivo não é privatizar o *software* mas sim garantir as liberdades cruciais do *software* livre e assegurar que todas as cópias de versões distribuídas também garantam essas liberdades (Stallman, 1998). A GPL permite assim a cópia e a distribuição do *software* licenciado sob a GPL, desde que não se impeça os outros utilizadores de fazerem o mesmo (Dibona, 2006).

O movimento Código Aberto surge após a criação da *Open Source Initiative* (OSI), em 1998, por Bruce Perens e Eric Raymond (www.opensource.org, acedido em Abril de 2017). A OSI pretende distanciar-se do movimento *software* livre, não ignorando as suas liberdades mas focando-se em desenvolver um *software* com potencial atractivo para os utilizadores e empresas com fins comerciais.

Um *software* de Código aberto deve obedecer a 10 critérios (www.opensource.org, acedido em Abril de 2017):

1. Redistribuição livre.
2. Disponibilização do código fonte.
3. Permitir a sua modificação e produção de trabalhos derivados.
4. Garantir a integridade do autor do código fonte.
5. Garantir a não discriminação contra pessoas ou grupos.

6. Garantir a não discriminação contra fins de utilização.
7. Garantir que os direitos atribuídos ao programa se aplicam a todos aqueles aos quais o programa é redistribuído.
8. A licença não deve depender da distribuição de um produto.
9. A licença não deve restringir os outros *softwares*.
10. Garantir que a licença é tecnologicamente neutra, independente da tecnologia ou interface utilizada.

As licenças que melhor representam o conceito de código aberto são a BSD (Berkley *Software* Distribution), MITL ou X (Massachusetts Institute of Technology license) e Apache license (Perens, 1999). Estas são licenças permissivas que possibilitam o acesso ao código fonte permitindo ao utilizador modificá-lo e distribuir o *software* sem partilhar o código fonte.

Em suma, o *software* de código livre e o *software* de código aberto não são opostos, mas têm filosofias distintas. Para a FSF, é uma questão social visto que garante o acesso e a partilha do conhecimento de forma permanente, não permitindo que o *software* se torne privado. Para a OSI, é uma questão prática pois garante as liberdades fundamentais do código livre mas deixa ao critério dos utilizadores que as suas versões se tornem ou não privadas. Podemos afirmar, portanto, que todo o *software* livre é de código aberto, mas nem todo o *software* aberto é livre.

Software proprietário é todo o *software* que é licenciado com direitos exclusivos ao produtor. Restringe a sua utilização, redistribuição ou modificação e o acesso ao código fonte, uma vez que necessita de uma autorização do produtor.

O que distingue o *software* proprietário dos *softwares* livres e de código aberto não é a gratuidade, nem a sua comercialização mas sim o tipo de licenciamento, nomeadamente o seu uso e a disponibilização do código fonte.

Segundo DiBona, os programadores do *software* proprietário e os de código aberto aplicam os mesmos métodos e ferramentas e desenvolvem os dois *softwares*. O que os diferencia são as licenças e as ideias que estão por detrás do código aberto e que os tornam revolucionários e diferentes. Os *softwares* de código aberto têm menor custo do que o

proprietário e as suas maiores preocupações são as licenças e a liberdade que proporcionam aos utilizadores (DiBona, 2006).

As principais vantagens dos *softwares* livres de código aberto e dos *softwares* de código aberto em relação ao *software* proprietário são o seu baixo custo, a capacidade de se poder adaptar o *software* às necessidades do utilizador através do código fonte e a existência de uma comunidade de partilha de conhecimento. As desvantagens prendem-se com a interface apresentada, pois muitas vezes os utilizadores não estão familiarizados com esta, com a falta de conhecimentos de informática e de programação por parte dos utilizadores e com a incompatibilidade dos diferentes formatos.

A crescente evolução computacional e a procura de *softwares* capazes de oferecer uma ferramenta com grandes potencialidades de apoio a resolução de problemas em múltiplas áreas, fizeram com que se desenvolvessem *softwares* SIG proprietários e livres/código aberto. No domínio proprietário destaca-se o ArcGIS desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute). ESRI tem produzido *software* de SIG desde o início dos anos 80 sendo o ArcGIS o seu pacote de SIG mais desenvolvido e o mais recente. Este foi projectado para fornecer um grande conjunto de procedimentos de geoprocessamento, suportar vários formatos de dados e oferecer múltiplas operações possíveis que podem ser aplicadas a dados espaciais (Bolstad, 2016).

No domínio do *software* livre de código aberto e do código aberto existem inúmeros *softwares* SIG dos quais se destaca o Quantum GIS (QGIS). O projecto Quantum GIS teve início em Fevereiro de 2002. O objectivo inicial era criar um visualizador gratuito para a base de dados geográfica PostGIS que funcionasse em sistemas operativos livres. Hoje em dia tornou-se numa aplicação que funciona em todas as principais versões de sistemas operativos livres e proprietários. O projecto QGIS é o resultado do trabalho de um grupo de programadores, tradutores, autores de documentação e utilizadores que ajudam no processo de lançamento de novas versões, identificando e divulgando as falhas do programa (Manghi, et al. 2011).

QGIS é um *software* SIG com uma interface gráfica escrita em C++ e Python, baseado nas bibliotecas Qt4 e livremente distribuído com a licença GPL. É um projecto oficial da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). Possui um enorme número de funções, fornecidas tanto pelo programa de base como pelas suas extensões. Foi projectado com

uma arquitectura de extensões, de forma que novas funcionalidades possam ser facilmente adicionadas ao programa (Manghi, et al. 2011). Uma das características do QGIS é suportar bases de dados geográficas PostgreSQL/PostGIS.

O PostgreSQL é um sistema de gestão de base de dados relacional orientado a objectos (SGBDOR), de código aberto, baseado no Postgres, um projecto desenvolvido em 1986 na Universidade de Berkeley na California. Em 1995 após a integração da linguagem SQL (Structured Query Language) no Postgres surge o Postgres95, que posteriormente adoptou a designação de PostgreSQL (Momjian, 2001).

Este *software* pode ser instalado na maioria dos sistemas operativos, nomeadamente no Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, macOS, Solaris, Tru64) e Windows. As suas limitações podem-se verificar na tabela 1 (www.postgresql.org, acessido em Abril de 2017).

Tabela I: Limites do PostgreSQL (adaptado de www.postgresql.org)

Limites	Valor
Tamanho máximo da base de dados	Ilimitado
Tamanho máximo de uma tabela	32 Terabytes
Comprimento máximo de uma linha	1,6 Terabytes
Tamanho máximo de uma coluna	1 Gigabyte
Número máximo de linhas numa tabela	Ilimitado
Número máximo de colunas numa tabela	250 -1600 dependendo do tipo de dados das colunas
Número máximo de índices por tabela	Ilimitado

O PostGIS é um *software* livre de código aberto desenvolvido pela Refraction Research Inc em 2001. O PostGIS é uma extensão do PostgreSQL e consiste numa base de dados geográfica que permite a introdução, manipulação e análise de informação geográfica no PostgreSQL. Adiciona ao PostgreSQL as três características chave numa base de dados geográfica: novos tipos de dados (geométricos (2D), geográficos (3D), raster e topológicos), um conjunto de funções para lidar com as geometrias dos elementos e para desenvolver tarefas de geoprocessamento e um mecanismo para indexação espacial, tornando mais eficiente a manipulação de dados geométricos (R. Obe, 2017).

3. Bases de dados relacionais

Em 1970, Edgar Codd, nos laboratórios IBM em San José, propôs uma nova estrutura de representação de dados, denominada de modelo de dados relacionais (Longley et al., 2011). Uma base de dados relacional é um conjunto estruturado de informação, uma colecção de dados inter-relacionados bem definida, informatizada, partilhável e sujeita a um controlo central. É composta por um conjunto de tabelas e associações entre elas, sendo que a associação entre os dados é o ponto forte dos sistemas relacionais (Caldeira, 2004).

O modelo de uma base de dados é uma descrição formal da estrutura da base de dados. Um modelo de dados relacional permite-nos descrever os dados da realidade em termos de objectos e as suas relações. Os processos mais importantes para o desenho de uma base de dados são (Ramakrishnan, 2000):

1. Análise de requisitos – Compreender o que os potenciais utilizadores pretendem da base de dados e documentar os seus requisitos.
2. Desenho conceptual do modelo de dados – definir as entidades, os atributos e as regras e restrições de relação entre entidades.
3. Desenho lógico do modelo de dados – aplicar o modelo conceptual e validar o modelo.

O modelo relacional baseia-se em três conceitos: entidades, atributo e relação.

Podemos entender como entidade uma representação de um conjunto de informação sobre determinado conceito do sistema, que corresponde a uma tabela. As tabelas são os elementos fundamentais do modelo relacional, podendo representar entidades ou relacionamentos entre entidades. Nas tabelas, a informação é estruturada em campos que correspondem às colunas e em registos que correspondem às linhas. Cada linha representa uma proposição sobre determinada entidade, cada coluna corresponde a um atributo. A ordem pela qual se dispõem é indiferente, uma vez que não alteram o significado da informação.

Os atributos são elementos ou propriedades que caracterizam as entidades. O domínio do atributo é o conjunto de todos os valores possíveis que o atributo pode ter. Os atributos

podem ter vários tipos de domínio: inteiro, decimal, caracter, data, hora, etc. Enquanto as linhas representam os valores actuais dos atributos e variam, os domínios simbolizam todos os valores possíveis e são constantes como os atributos. No modelo relacional, a um atributo ou conjunto de atributos que permitem identificar de forma unívoca cada elemento de uma entidade designa-se por chave. Chaves candidatas são o conjunto de todas as chaves possíveis de uma tabela e, de todas as chaves candidatas, a mais indicada para identificar de forma unívoca cada registo da entidade é designada por chave primária. A chave primária deve ser unívoca, não deve conter nenhum valor nulo e não deve ser redundante. Designa-se de chave estrangeira o atributo que corresponde à chave primária de outra tabela e que tem como finalidade estabelecer a ligação entre tabelas (Ramakrishnan, 2000).

A relação é uma associação de duas ou mais entidades. Uma relação engloba atributos provenientes de um ou mais conjuntos de dados. Os conjuntos numa relação funcionam como domínios, fornecendo o intervalo dos valores que cada um dos seus atributos pode assumir. Uma relação pode conter qualquer número de linhas e de atributos. Nas relações entre entidades, a cardinalidade é importante para definir o relacionamento, uma vez que define o número de ocorrências de uma identidade que estão associadas às ocorrências de outra identidade. Podem ser de um para um (1:1), um para muitos (1:N) e muitos para muitos (N:N).

As regras ou restrições de integridade asseguram que o modelo de dados reflecta adequadamente a realidade, sem qualquer ambiguidade ou redundância. Há três tipos de restrições de integridade que se especificam sobre os diagramas de modelos de dados relacionais: chave da relação, integridade da entidade e integridade do referencial (Caldeira, 2004).

No modelo relacional, a associação da informação faz-se através da comparação de valores contidos nos atributos da relação e a única forma de se fazer essa associação é através da chave primária, que é a chave da relação.

Para a preservação da integridade da entidade, os valores atribuídos à chave da relação de uma identidade não podem ser nulos nem iguais a outros já existentes.

A integridade do referencial é uma restrição estabelecida entre as duas relações com o objectivo de manter a consistência entre as mesmas. A associação entre duas tabelas faz-se através da chave estrangeira e o valor desta tem obrigatoriamente que existir como valor da chave primária da entidade correspondente (Caldeira, 2004).

A utilização de um SGBD (Sistemas de Gestão de Base de Dados) permite diminuir a redundância da informação inserida numa base de dados. Os SGBD apresentam como principais vantagens a independência, a integridade, a segurança e a administração dos dados, o acesso eficiente aos dados, a recuperação de falhas e o acesso simultâneo (Ramakrishnan, 2000). São aplicações informáticas complexas, essenciais nos SIG, onde grandes quantidades de informação necessitam de ser relacionadas e exploradas de diversas formas.

A linguagem padrão adoptada para a gestão da maioria das bases de dados relacionais é denominada de Structured ou Standard Query Language (SQL). Desenvolvida no início dos anos 70 nos laboratórios da IBM em San Jose, foi integrada no projecto System R no final dos anos 70. O System R foi o primeiro sistema de gestão de base de dados relacionais comercializado pela IBM em 1981, o SQL/DS. Outro sistema para a gestão de base de dados comercializado no final de 1970 foi o Oracle, utilizando o SQL como linguagem. Em 1996 a ANSI (American Standards Institute) e a ISO (International Organization for Standardization) adoptaram o SQL como linguagem padrão para a gestão de bases de dados relacionais e determinaram as suas especificações (Ramakrishnan, 2000). As quatro principais instruções SQL são: DDL (linguagem de definição de dados), DML (linguagem de manipulação de dados), DCL (linguagem de controlo de dados) e DQL (linguagem de consulta de dados) (Longley et al., 2011).

4. Expropriação por utilidade pública

A expropriação por utilidade pública apresenta várias perspectivas que têm em comum o direito de propriedade e o interesse público.

Pode ser considerada como uma privação, pela Administração, de bens que estão em regime de propriedade privada, com o fim necessário de os destinar ao bem comum (Torres, n.d.)

De acordo com Menezes Cordeiro, citado por Rocha (2008) podemos definir expropriação por utilidade pública como o evento pelo qual se extinguem direitos reais sobre imóveis, constituindo-se concomitantemente novos direitos na titularidade de pessoas que se entende prosseguirem o interesse público, mediante o pagamento de justa indemnização (Rocha, 2008).

Segundo o Código de Expropriações, este acto consiste num procedimento administrativo que se sobrepõe ao direito de propriedade privada. Os bens imóveis e os direitos a eles inerentes podem ser expropriados por causa de utilidade pública compreendida nas atribuições, fins ou objecto da entidade que expropria, mediante o pagamento contemporâneo de uma justa indemnização nos termos do Código de Expropriações (Artigo 1º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

A expropriação só pode incidir sobre bens privados, porém o Código das Expropriações admite que certos bens do domínio público, designadamente de autarquias locais, sejam afectados a outros fins de utilidade pública. Não se trata, nestes casos, de uma expropriação sobre bens privados, mas de uma mutação dominial ou transferência de domínio (Artigo 6º do Código das Expropriações), de afectação definitiva de bens de domínio público a outros fins de utilidade pública (Rocha, 2008).

A expropriação deve limitar-se ao necessário para a realização do seu fim, podendo, todavia, atender-se a exigências futuras, de acordo com um programa de execução faseada e devidamente calendarizada, o qual não pode ultrapassar o limite máximo de seis anos. Quando seja necessário expropriar apenas parte de um prédio, pode o proprietário requerer a expropriação total nos casos em que a parte restante não assegura, proporcionalmente, os mesmos cómodos que oferecia todo o prédio ou se os cómodos assegurados pela parte restante não tiverem interesse económico para o expropriado (Artigo 3º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Tratando-se de execução de plano municipal de ordenamento do território ou de projectos de equipamentos ou infraestruturas de interesse público, podem ser expropriadas de uma só vez, ou por zonas ou lanços, as áreas necessárias à respectiva execução. No caso de expropriação por zonas ou lanços, o acto de declaração de utilidade pública deve determinar, além da área total, a divisão desta e a ordem e os prazos para início da aquisição, com o limite máximo de seis anos.

Os bens abrangidos pela segunda zona ou lanço e seguintes continuam na propriedade e posse dos seus donos até serem objecto de expropriação amigável ou de adjudicação judicial. O proprietário e os demais interessados têm direito a ser indemnizados dos prejuízos directa e necessariamente resultantes de o bem ter estado sujeito a expropriação (Artigo 4º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Procedimento Expropriativo

O procedimento expropriativo pode ser compreendido como um conjunto de actos regidos pela Lei 168/99 de 18 de Setembro, promovidos pela entidade expropriante, cujo objectivo é a expropriação de bens imóveis e os direitos a eles inerentes por causa de utilidade pública.

Entidades Intervenientes

Entidade expropriante

A entidade expropriante é a entidade à qual cabe a realização dos fins da utilidade pública que justificam a expropriação. Inicia e conduz o procedimento expropriativo e é responsável pelo pagamento da indemnização ao proprietário.

Nas entidades expropriantes podemos englobar as entidades dos diversos sectores da Administração do Estado, também as empresas concessionárias de serviços públicos que com o Estado celebram um contrato de concessão de obras públicas e ainda as empresas civis, que terão de apresentar ao Governo por requerimento a sua pretensão, e a quem incumbe o pagamento de indemnização (Rocha, 2008).

Expropriado e demais interessados

Consideram-se interessados, além do expropriado, os titulares de qualquer direito real ou ónus sobre o bem a expropriar e os arrendatários de prédios rústicos ou urbanos. O arrendatário habitacional de prédio urbano só é interessado, nessa qualidade, quando prescindir de realojamento equivalente, adequado às suas necessidades e às daqueles que com ele vivam em economia comum à data da declaração de utilidade pública. São tidos por interessados os que no registo predial, na matriz ou em títulos bastantes de prova que figurem como titulares dos direitos referidos ou, sempre que se trate de prédios

omissos ou haja manifesta desactualização dos registos e das inscrições, aqueles que pública e notoriamente forem tidos como tais (Artigo 9º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Compete às entidades expropriantes e demais intervenientes no procedimento e no processo expropriativo, prosseguir o interesse público, no respeito pelos direitos e interesses legalmente protegidos dos expropriados e demais interessados, observando, nomeadamente, os princípios da legalidade, justiça, igualdade, proporcionalidade, imparcialidade e boa fé (Artigo 2º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Resolução de expropriar

A resolução de expropriar consiste na decisão da entidade interessada na expropriação de requerer a declaração de utilidade pública. Esta deve ser fundamentada, mencionando claramente a causa de utilidade pública a prosseguir e a norma habilitante, os bens a expropriar, os proprietários e demais interessados conhecidos, a previsão do montante dos encargos a suportar com a expropriação e o previsto em instrumento de gestão territorial para os imóveis a expropriar e a zona da sua localização. A previsão dos encargos com a expropriação tem por base a quantia que for determinada previamente em avaliação documentada por relatório, efectuada por um perito da lista oficial, da livre escolha da entidade interessada na expropriação. A resolução deve ser notificada ao expropriado e demais interessados, mediante carta ou ofício registado com aviso de recepção (Artigo 10º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Aquisição por via de direito privado

Após a resolução de expropriar, segue-se a tentativa de aquisição dos bens por via de direito privado, excepto nos casos em que haja atribuição de carácter de urgência (previstos no artigo 15º da lei 168/99 de 18 de Setembro) e nas situações em que, jurídica ou materialmente, não é possível a aquisição por essa via. A notificação da resolução de expropriar deve incluir a proposta de aquisição tendo como referência o valor do relatório do perito. Não sendo conhecidos os proprietários e os demais interessados ou sendo devolvidas as cartas ou ofícios a que se refere o artigo 10º da Lei 168/99 de 18 de Setembro, a existência de proposta é publicitada através de editais a afixar nos locais de estilo do município do lugar da situação do bem ou da sua maior extensão e das freguesias onde se localize e em dois números seguidos de dois dos jornais mais lidos na região,

sendo um destes de âmbito nacional. O proprietário e os demais interessados podem apresentar uma contraproposta tendo como referência o valor que for determinado em avaliação documentada por relatório elaborado por um perito da sua escolha. A recusa ou a falta de resposta ou de interesse na contraproposta confere, de imediato, à entidade interessada na expropriação a faculdade de apresentar o requerimento para a declaração de utilidade pública, notificando desse facto os proprietários e demais interessados que tiverem respondido (Artigo 11º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Remessa do requerimento

O requerimento da declaração de utilidade pública é remetido, conforme os casos, ao membro do Governo ou ao presidente da Assembleia Municipal competente para a emitir, contendo a cópia da resolução de expropriar; todos os elementos relativos à fase de tentativa de aquisição por via de direito privado quando a ela haja lugar e indicação das razões do respectivo inêxito; indicação da dotação orçamental que suportará os encargos com a expropriação e da respectiva cativação, ou caução correspondente; programação dos trabalhos elaborada pela entidade expropriante, no caso de urgência, bem como a fundamentação desta; estudo de impacte ambiental, quando legalmente exigido. Se o requerente for entidade de direito privado, deve comprovar que se encontra caucionado o fundo indispensável para o pagamento das indemnizações a que haja lugar (Artigo 12º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Declaração de utilidade pública

Podemos entender que a declaração de utilidade pública reconhece que determinado bem é necessário para o cumprimento de objectivos de interesse público.

A declaração de utilidade pública deve ser devidamente fundamentada e obedecer aos demais requisitos fixados no código de expropriações e demais legislação aplicável, independentemente da forma que revista. A declaração resultante genericamente da lei ou de regulamento deve ser concretizada em acto administrativo que individualize os bens a expropriar, valendo esse acto como declaração de utilidade pública (Artigo 13º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Competências para a declaração de utilidade pública

É da competência do ministro a cujo departamento compete a apreciação final do processo, a declaração de utilidade pública da expropriação dos bens imóveis e direitos a eles inerentes; a declaração de utilidade pública do resgate, não prevista nos respectivos contratos, das concessões ou privilégios outorgados para a exploração de obras ou serviços de utilidade pública e ainda da expropriação dos bens ou direitos a eles relativos. Nos casos em que a declaração de utilidade pública das expropriações é de iniciativa da administração local autárquica, para efeitos de concretização de plano de urbanização ou plano de pormenor eficaz, a competência é da respectiva assembleia municipal. Nos casos em que não seja possível determinar o departamento a que compete a apreciação final do processo, é competente o Primeiro-Ministro, com a faculdade de delegar no ministro responsável pelo ordenamento do território (Artigo 14º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Atribuição do carácter de urgência

O procedimento expropriativo poderá ser mais simplificado, caso seja atribuído carácter de urgência à expropriação para obras de interesse público. Nestes casos, a entidade interessada não tem o dever de tentar adquirir os bens por via do direito privado, sendo que a atribuição de carácter de urgência à expropriação confere de imediato à entidade expropriante a posse administrativa dos bens expropriados (Artigo 15º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Publicação da declaração de utilidade pública

O acto declarativo da utilidade pública e a sua renovação são sempre publicados, por extracto, na 2.ª série do Diário da República e notificados ao expropriado e aos demais interessados conhecidos, por carta ou ofício sob registo com aviso de recepção, devendo ser averbados no registo predial. A publicação da declaração de utilidade pública deve identificar sucintamente os bens sujeitos a expropriação, com referência à descrição predial e à inscrição matricial, mencionar os direitos, ónus ou encargos que sobre eles incidem e os nomes dos respectivos titulares e indicar o fim da expropriação (Artigo 17º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Autorização de posse administrativa

Se a entidade expropriante for pessoa colectiva de direito público ou empresa pública, nacionalizada ou concessionária de serviço público ou de obras públicas, pode ser autorizada pela entidade competente para declarar a utilidade pública da expropriação, a tomar posse administrativa dos bens a expropriar, desde que os trabalhos necessários à execução do projecto de obras aprovado sejam urgentes e aquela providência se torne indispensável para o seu início imediato ou para a sua prossecução ininterrupta. A autorização de posse administrativa deve mencionar expressa e claramente os motivos que a fundamentam e o prazo previsto para o início das obras na parcela expropriada, de acordo com o programa dos trabalhos elaborado pela entidade expropriante. A autorização pode ser concedida em qualquer fase da expropriação até ao momento de adjudicação judicial da propriedade (Artigo 19º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Condições de efectivação da posse administrativa

A tomada de posse administrativa dos bens não pode efectivar-se sem que tenham sido notificados os actos de declaração de utilidade pública e de autorização da posse administrativa, bem com a realização da vistoria ad perpetuum rei memoriam. No caso de atribuição de carácter de urgência ou autorizada a posse administrativa, a entidade expropriante solicita directamente ao presidente do tribunal da Relação do distrito judicial do lugar da situação do bem ou da sua maior extensão a indicação de um perito da lista oficial para a realização da vistoria ad perpetuum rei memoriam (Artigo 19º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Vistoria ad perpetuum rei memoriam

Recebida a comunicação do perito nomeado, a entidade expropriante marca a data, a hora e o local do início da vistoria ad perpetuum rei memoriam, notificando de tal facto o perito, os interessados conhecidos e o curador provisório, por carta ou ofício registado com aviso de recepção. Os interessados, o curador provisório e a entidade expropriante podem comparecer à vistoria e formular por escrito os quesitos que tiverem por pertinentes, a que o perito deve responder no seu relatório.

O auto de vistoria ad perpetuum rei memoriam deve conter a descrição pormenorizada do local, referindo, designadamente, as construções existentes, as características destas, a

época da edificação, o estado de conservação e, sempre que possível, as áreas totais construídas, plantas, fotografias ou outro suporte de captação da imagem do bem expropriado e da área envolvente. Recebido o relatório, a entidade expropriante, no prazo de cinco dias, notificará o expropriado e os demais interessados por carta registada com aviso de recepção, remetendo-lhes cópia do mesmo e dos respectivos anexos, para apresentarem reclamação contra o seu conteúdo no prazo de cinco dias. Se houver reclamação, o perito pronunciar-se-á no prazo de cinco dias, em relatório complementar da vistoria ad perpetuum rei memoriam.

Decorrido o prazo de reclamação, sem que esta seja apresentada, ou recebido o relatório complementar do perito, a entidade expropriante poderá utilizar o prédio para os fins da expropriação, lavrando o auto de posse administrativa e dando início aos trabalhos previstos, sem prejuízo do disposto na legislação aplicável sobre a desocupação de casas de habitação (Artigo 21º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Auto de posse administrativa

O auto da tomada de posse administrativa deve conter a identificação do expropriado e dos demais interessados conhecidos ou menção expressa de que são desconhecidos e a identificação do Diário da República onde tiver sido publicada a declaração de utilidade pública e de urgência da expropriação ou o despacho que autorizou a posse administrativa. A entidade expropriante tem cinco dias para remeter por carta registada com aviso de recepção a cópia do auto de posse administrativa, ao expropriado e aos demais interessados conhecidos (Artigo 22º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Expropriação Amigável

A entidade expropriante deve procurar chegar a acordo com o expropriante e os demais interessados, antes de recorrer à expropriação litigiosa. (Artigo 33º da Lei 168/99 de 18 de Setembro). A proposta deverá ser dirigida através de carta ou ofício registado com aviso de recepção, contendo o montante indemnizatório ao expropriado e aos demais interessados, podendo estes fundamentar a sua contraproposta. Na falta de resposta ou de interesse da entidade expropriante em relação à contraproposta, esta dá início à expropriação litigiosa, notificando o expropriado e os demais interessados (Artigo 35º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

A formalização do acordo entre a entidade expropriante e os demais interessados pode ser efectuada de duas formas diferentes, pela escritura de expropriação amigável ou pelo auto de expropriação amigável (Artigo 36º da Lei 168/99 de 18 de Setembro). No auto ou na escritura deve constar a indemnização acordada e a forma de pagamento, que pode ser atribuída a cada um dos interessados ou fixada globalmente; a data e o número do diário da República em que foi publicada a declaração de utilidade pública da expropriação e o extracto da planta parcelar. A entidade expropriante deve facultar ao expropriado e aos demais interessados cópia autenticada do auto ou da escritura de expropriação amigável, quando solicitada (Artigo 37º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Expropriação Litigiosa

A expropriação litigiosa verifica-se quando a entidade expropriativa não chega a acordo com os expropriados quanto ao valor da indemnização, sendo que nestes casos o valor é fixado por arbitragem, com recurso para os tribunais comuns (Artigo 38º da Lei 168/99 de 18 de Setembro). Deve ser aberto um processo de expropriação com referência a cada um dos imóveis abrangidos pela declaração de utilidade pública. Quando dois ou mais imóveis tenham pertencido ao mesmo proprietário ou conjunto de proprietários é obrigatória a apensação dos processos em que não se verifique acordo sobre os montantes das indemnizações (Artigo 39º da Lei 168/99 de 18 de Setembro). Têm legitimidade para intervir no processo a entidade expropriante, o expropriado e os demais interessados. A intervenção de qualquer interessado na pendência do processo não implica a repetição de quaisquer termos ou diligências (Artigo 40º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Arbitragem

A arbitragem tem o propósito de tentar uma conciliação entre o expropriado e a entidade expropriante, evitando o processo judicial.

Compete à entidade expropriante, ainda que seja de direito privado, promover, perante si, a constituição e o funcionamento da arbitragem. As funções da entidade expropriante referidas passam a caber ao juiz de direito privado da comarca local da situação do bem ou da sua maior extensão nos seguintes casos: se o expropriado, a entidade expropriante ou os demais interessados apresentarem uma reclamação, contra qualquer irregularidade cometida, nomeadamente na convocação ou na realização da vistoria as perpetuum rei

memoriam, bem como na constituição ou funcionamento da arbitragem ou nos laudos do acórdão dos árbitros (Artigo 54º nº1 da Lei 168/99 de 18 de Setembro) e se a declaração da utilidade pública for renovada (Artigo 42º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

Na arbitragem são designados três árbitros pelo presidente da Relação que são escolhidos de entre os peritos da lista oficial. A entidade expropriante solicita a designação dos árbitros directamente ao presidente do tribunal da Relação (Artigo 46º da Lei 168/99 de 18 de Setembro). Após a designação dos árbitros estes devem ser notificados, bem como o expropriado e os demais interessados, podendo estes apresentar ao árbitro presidente os quesitos que entendam pertinentes para a fixação do valor dos bens objecto de expropriação (Artigo 47 e 48º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

A arbitragem funciona como um tribunal arbitral, sendo que a decisão arbitral no processo de expropriação é considerada uma decisão judicial. O acórdão arbitral é tomado por maioria. Não se obtendo uma decisão arbitral por unanimidade ou maioria, vale como tal a média aritmética dos laudos que mais se aproximarem ou o laudo intermédio, se as diferenças entre ele e cada um dos restantes forem iguais (Artigo 49º da Lei 168/99 de 18 de Setembro). A decisão dos árbitros é entregue à entidade expropriante que, por sua vez, remete o processo de expropriação ao tribunal da comarca da situação do bem expropriado, juntamente com a guia de depósito à ordem do tribunal do montante arbitrado. Depois de devidamente instruído o processo e de efectuado o depósito, o juiz adjudica à entidade expropriante a propriedade e posse, excepto se já houver posse administrativa. Também ordena a notificação do seu despacho, da decisão arbitral e todos os elementos apresentados pelos árbitros, à entidade expropriante e aos expropriados e demais interessados, indicando o montante depositado e a faculdade de interposição de recurso (Artigo 51º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

No requerimento da interposição do recurso da decisão arbitral, o recorrente deve expor logo as razões da discordância, requerer as demais provas e a intervenção do tribunal colectivo. Interposto o recurso, o processo é concluso ao juiz para se pronunciar sobre a sua admissibilidade, fixar o respectivo efeito e ordenar a notificação da parte contrária para responder, no caso de prosseguimento (Artigo 58º e 59º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

A avaliação é efectuada por cinco peritos, cada parte designa um e os três restantes são nomeados pelo tribunal. A entidade expropriada, o expropriado e os demais interessados são notificados para, querendo, comparecerem no acto da avaliação (Artigo 62º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

A decisão do recurso de arbitragem é proferida pelo juiz, que fixa o montante das indemnizações a pagar pela entidade expropriante. Sem prejuízo dos casos em que é sempre admissível recurso, não cabe recurso para o Supremo Tribunal de Justiça do acórdão do tribunal da Relação que fixa o valor da indemnização (Artigo 66º da Lei 168/99 de 18 de Setembro).

6. Componente prática

O Metro do Porto é um sistema de transporte público do Grande Porto, que consiste numa rede ferroviária electrificada, subterrânea no centro do Porto e à superfície na periferia, composta por seis linhas, tal como se pode ver na figura 2. A sua construção levou a cabo inúmeras expropriações de terrenos nos concelhos da Póvoa de Varzim, Vila do Conde, Porto, Maia, Matosinhos, Valongo, Gondomar e Vila Nova de Gaia.

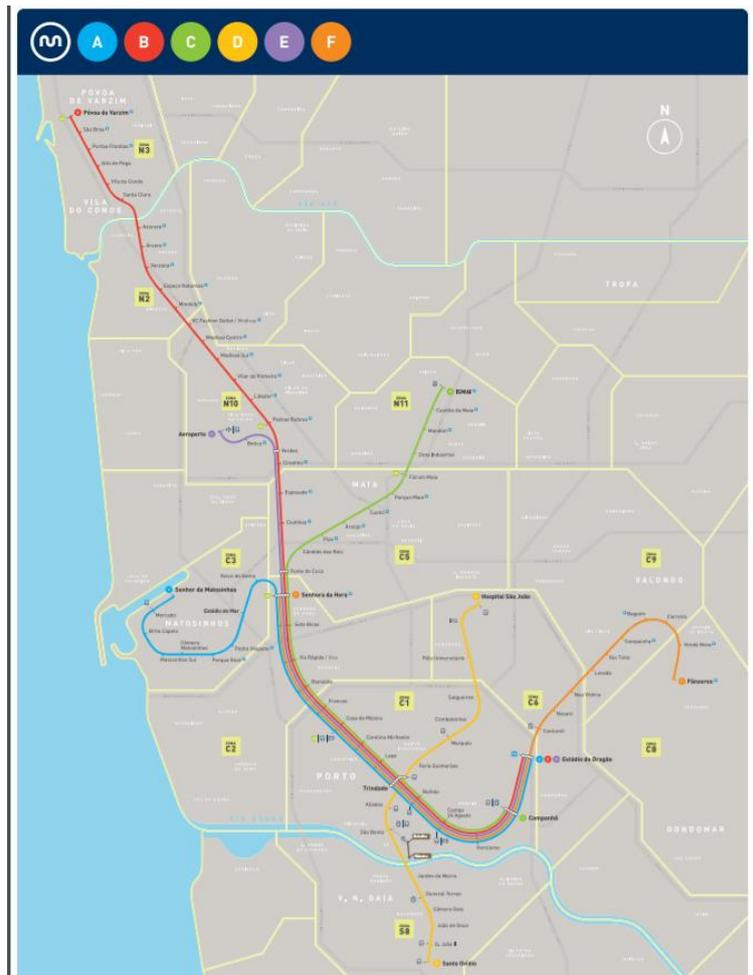


Figura 2: Mapa Rede do Metro do Porto (fonte: www.metroporto.pt, Acedido em 4 Setembro 2017)

Para a realização destas expropriações, a Metro do Porto S.A., entidade expropriante neste caso, recorreu ao código das Expropriações resumido no capítulo 5, de forma a poder expropriar os terrenos necessários à construção do metro, obra considerada de interesse público. Deste procedimento expropriativo resultou uma quantidade volumosa de documentos com informação detalhada relativa a cada parcela de terreno.

É neste contexto que surge na Metro do Porto, S.A. a necessidade de encontrar uma solução de organização destes processos em formato digital para que fosse possível localizar geograficamente as parcelas, com toda a respectiva informação. Assim, após o respectivo concurso lançado por esta empresa, a Município é nomeada para o desenvolvimento deste projecto.

A solução proposta pela Município à Metro do Porto, S.A., foi a implementação de uma Base de Dados Geográfica e de uma solução SIG, baseada em *software* de código aberto.

Esta solução tem a vantagem de permitir a interoperabilidade de dados e serviços, sendo possível a utilização da informação em diferentes contextos (intranet, extranet e internet), através da utilização estandardizada dos recursos oferecidos pelo Open Geospatial Consortium (OGC).

O suporte para armazenamento e processamento de dados espaciais sugerido foi um SGBD, que permite uma gestão e acesso centralizado da informação. A aplicação definida para armazenamento e geoprocessamento foi o PostgreSQL/PostGIS. Os serviços de geoprocessamento garantem o acesso e edição de dados em PostgreSQL/PostGIS e o suporte de serviços de acordo com as orientações OGC.

A escolha do PostgreSQL/PostGIS, caracterizados no capítulo 2, apresenta neste contexto uma mais valia para o armazenamento e processamento de dados espaciais, no que se refere a *softwares* de código aberto. Isto porque, a junção destes dois *softwares* garante a fiabilidade e robustez da base de dados.

Tendo em conta que as necessidades da Metro do Porto S.A. são a consulta e a exploração da informação geográfica, era fundamental que a solução garantisse o acesso e edição de dados em PostgreSQL/PostGIS e aos serviços. Para tal, a solução proposta foi a utilização do QGIS, pois, tal como referido no capítulo 2, este é um *software* livre de código aberto que garante esses requisitos e é capaz de suportar bases de dados geográficas em PostgreSQL/PostGIS.

A metodologia definida pela Município para o desenvolvimento deste projecto englobou as seguintes actividades: elaboração do modelo de dados, implementação da solução SIG e o carregamento de dados relativos às parcelas expropriadas.

6.1 Elaboração do modelo de dados

A elaboração do modelo de dados é fundamental para suporte às actividades de criação de uma base de dados, tendo em conta que permite descrever os dados da realidade em termos de objectos e as suas relações, como descrito no capítulo 3. Para a realização desta actividade é necessário definir as tarefas que concretizam o modelo de dados, assim como conceptualizá-lo.

Assim, neste ponto do trabalho são efectuados os trabalhos de definição das tabelas de entidades que devem constar na base de dados, bem como as possíveis inter-relações

expectáveis. As tarefas identificadas consistem na definição da estrutura da base de dados, dos objectos a representar quer em ambiente SIG, quer alfanumericamente, do formato da base de dados, dos atributos dos objectos e o seu modo de aquisição e das regras de relação entre objectos, bem como na estruturação das tabelas de domínio.

A concepção do modelo de dados para um projecto tem como objectivo definir o conjunto de conceitos que descrevem a estrutura da base de dados a implementar e o conjunto de restrições que a base de dados deve compreender.

Neste caso em particular, sendo o objectivo do projecto a construção de uma base de dados SIG para a gestão das parcelas relacionadas com o processo expropriativo, a solução passou pela construção de uma base de dados geográfica por forma a relacionar a componente gráfica com a componente alfanumérica. Nesse sentido, os processos utilizados para a elaboração do modelo de dados foram: levantamento de requisitos e análise, desenho conceptual e o desenho lógico, que, como referido no capítulo 3, são os processos mais importantes para o desenho de uma base de dados.

O levantamento de requisitos e análise foi realizado através de entrevistas com os potenciais utilizadores, tendo consistido mais concretamente em reuniões com todos os potenciais utilizadores do sistema de informação da Metro do Porto S.A., no sentido de avaliar as suas necessidades, a forma com que obtinham a informação e a linguagem corrente que utilizavam. Nestas reuniões foram aprofundados os temas caso a caso, mas essencialmente foram identificados os resultados e as expectativas que cada interveniente esperaria obter com a informação a produzir.

Para a concretização desta tarefa, foi necessário compreender todos os passos relativos ao procedimento expropriativo que a Metro do Porto levou a cabo, uma vez que o domínio dos mesmos foi fundamental para a correcta estruturação do modelo de dados assim como no auxílio à consulta dos processos para o devido carregamento dos dados. Assim, foi criado um fluxograma respeitante a todas as etapas envolvidas no procedimento expropriativo, sempre com base na lei das expropriações (figura 3).

Tal como foi descrito no capítulo 5 deste trabalho, o procedimento expropriativo pode ser considerado de carácter de urgência. Nestas situações, a entidade expropriante não tem o dever de adquirir os bens por via do direito privado e é-lhe conferido de imediato o direito de posse administrativa dos bens. Neste caso em concreto, uma vez que a obra adjudicada

à Metro do Porto tinha urgência e que, com esta atribuição, o procedimento se tornaria mais simplificado, esta entidade requereu sempre à atribuição de carácter de urgência.

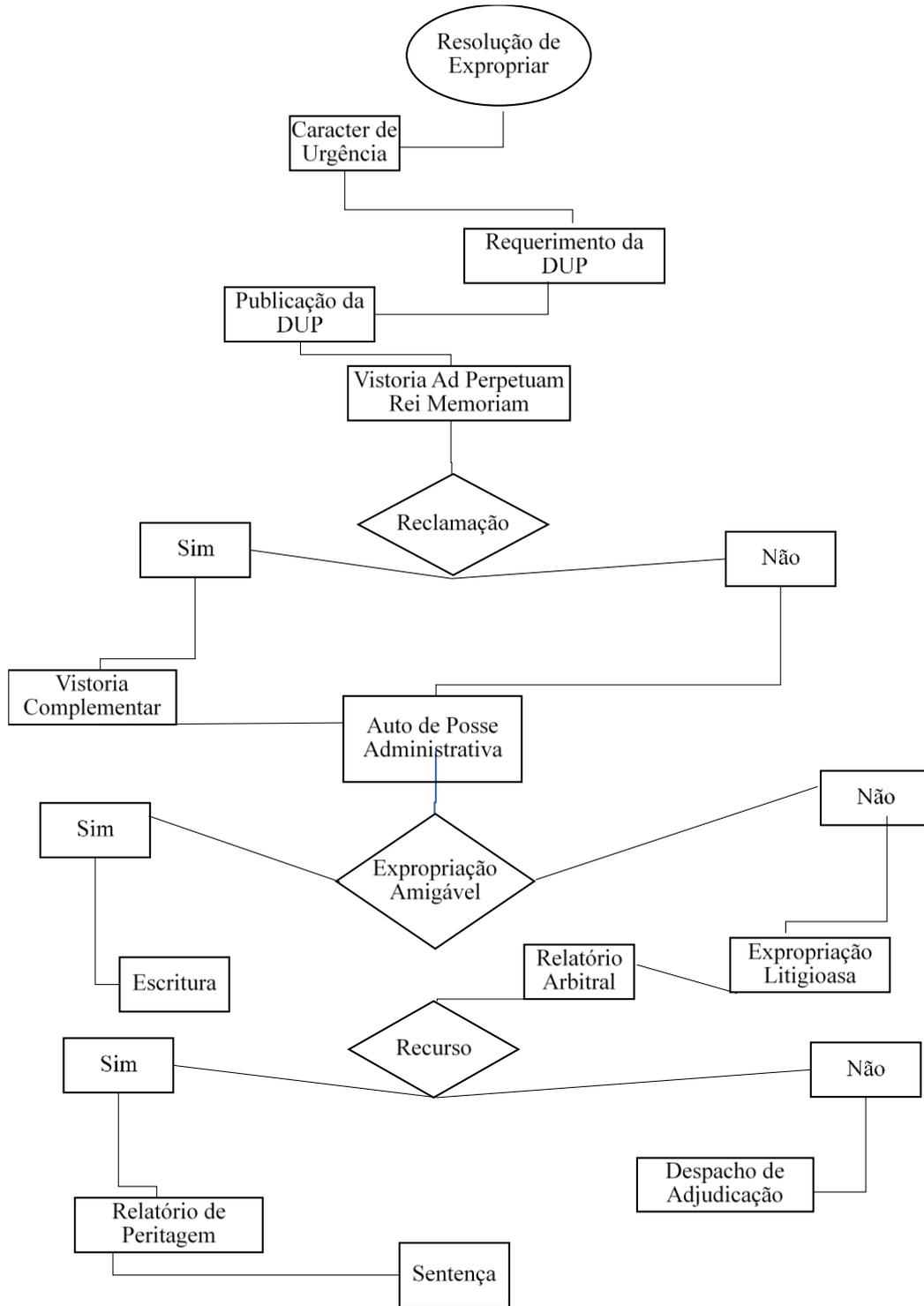


Figura 3: Fluxograma do procedimento expropriativo.

Após a conclusão das entrevistas e realizada a reflexão sobre a informação produzida, procedeu-se ao desenho conceptual do modelo de dados.

No desenho conceptual do modelo de dados foram definidas as entidades, os respectivos atributos e os seus domínios, bem como as tabelas de domínio, tal como exemplificado na figura 4. É importante salientar que a entidade Parcela é a única entidade com representação gráfica, do tipo multipolígono. As tabelas designadas de tabelas intermédias, cuja função é estabelecer relação de N:N, são três, nomeadamente Parcela DUP, Prédio Matriz e Prédio IRN.

As tabelas de domínio são compostas por apenas dois campos, a chave primária e a descrição. Contêm informação pré-estabelecida que os atributos das entidades possam vir a obter. Um exemplo é o caso dos concelhos, em que a informação é obtida pela Carta Administrativa Oficial de Portugal e introduzida na tabela de domínio e em que a chave primária é composta pelo código, neste caso de quatro dígitos (dois referentes ao distrito e os outros dois ao concelho), e a descrição pelo nome do concelho. A grande vantagem da utilização de tabelas de domínio consiste em mitigar os erros que o utilizador possa vir a ter no carregamento dos dados, uma vez que os valores já estão pré-definidos.

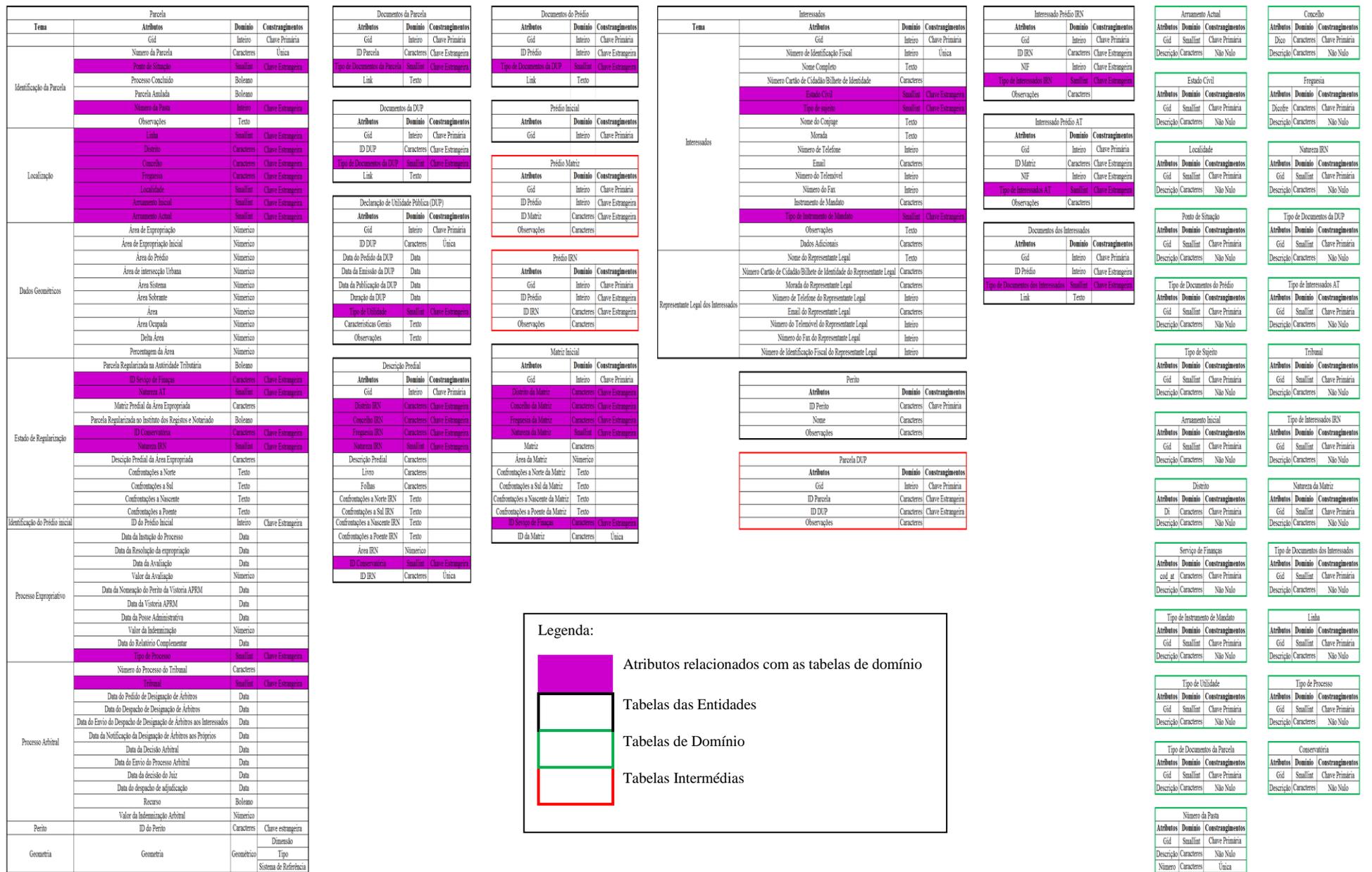


Figura 4: Modelo Conceptual

O passo seguinte e necessário à conclusão do desenho conceptual consiste na definição das relações entre as entidades, respeitando todas as regras ou restrições de integridade que asseguram que o modelo de dados reflecta adequadamente a realidade, sem qualquer ambiguidade ou redundância, como referido no capítulo 3. Este passo é considerado de maior importância uma vez que estabelece a relação entre as tabelas alfanuméricas e a relação destas com a tabela com representação gráfica (figura 5). O objectivo final é que, através da tabela gráfica (Parcela), se consiga obter a informação de todos os dados que compõem a base de dados relativos ao processo expropriativo.

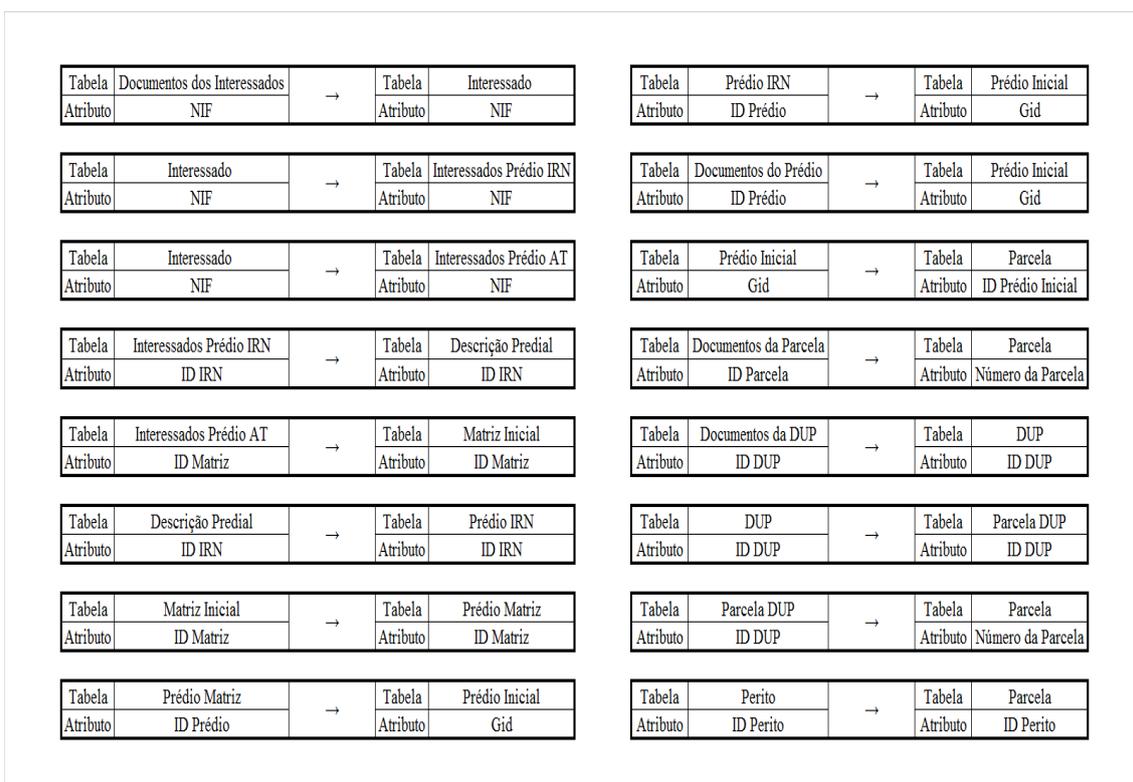


Figura 5: Relações entre as entidades

Após a conceptualização do modelo de dados até agora descrita, seguiu-se o desenho lógico, que consiste na implementação do modelo conceptual e na validação do modelo de dados no SGBD.

Para a implementação do modelo de dados recorreremos ao pgModeler. Este apresenta-se como uma ferramenta de modelação de base de dados PostgreSQL livre de código aberto, com uma interface gráfica e intuitiva.

Na modelação da base de dados foram criados dois esquemas, um denominado de expropriações e que contém todas as entidades, e outro de domínio, com todas as tabelas

de domínio. O passo seguinte consistiu na criação de todas as entidades no esquema atribuído às entidades e das tabelas de domínio no respectivo esquema (figura 6).

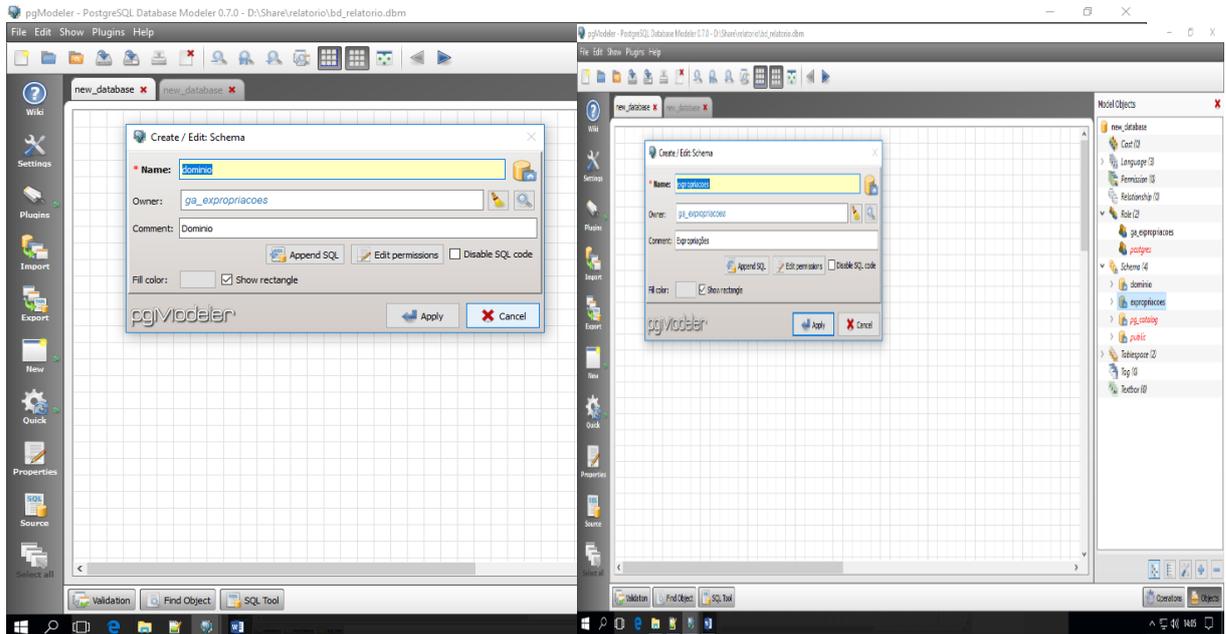


Figura 6: Esquemas da base de dados: Expropriações e Domínio

Na figura 7 pode-se verificar como se estabeleceu a relação entre a entidade Parcela com a tabela de domínio Distrito no pgModeler.

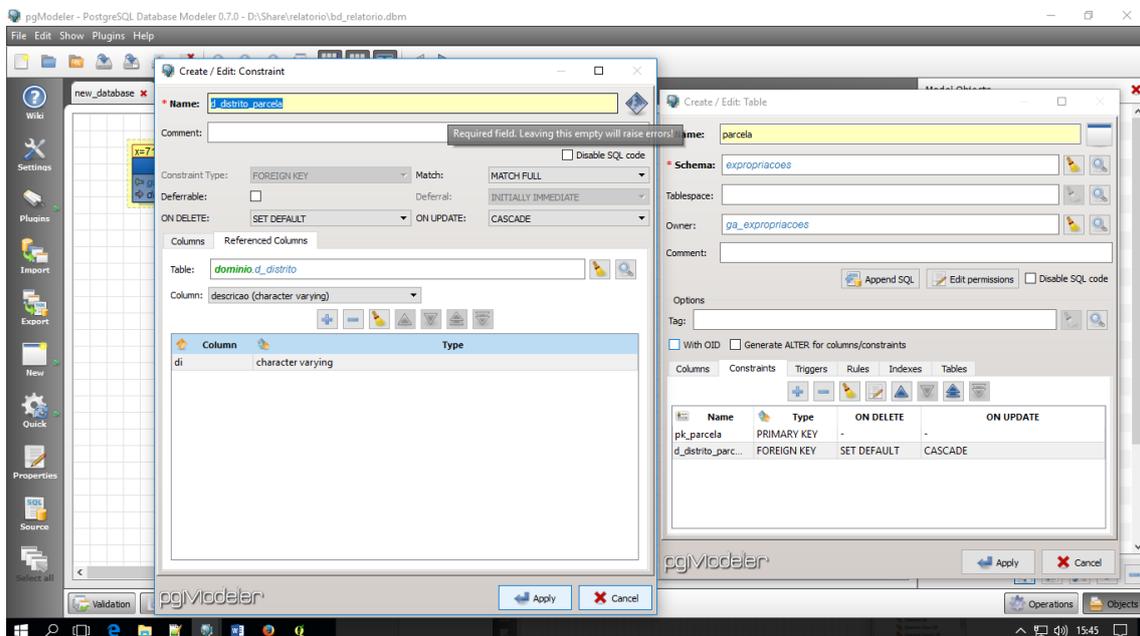


Figura 7: Relação entre tabelas

Na entidade Parcela foi criado um constrangimento: designou-se o atributo Distrito de Chave Estrangeira e estabeleceu-se a relação com a tabela de domínio Distrito através do atributo di. O resultado está ilustrado na figura 8.

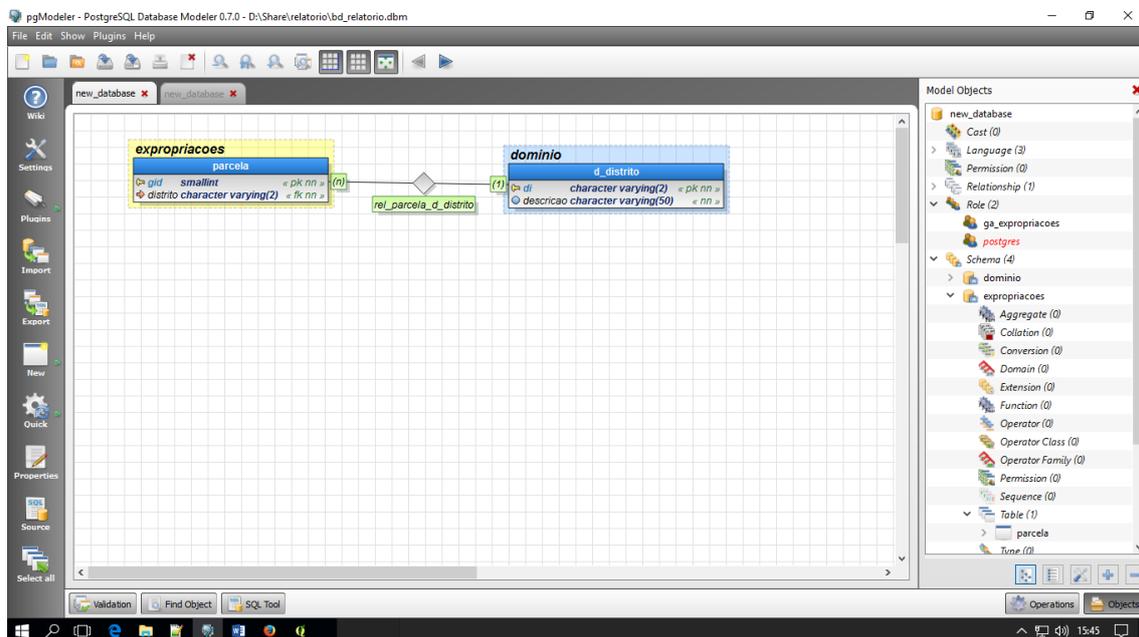


Figura 8: Relação entre o atributo Distrito da tabela Parcela com a tabela de domínio Distrito

A figura 9 apresenta o modelo de dados com todas as entidades, todas as tabelas de domínio e todas as relações.

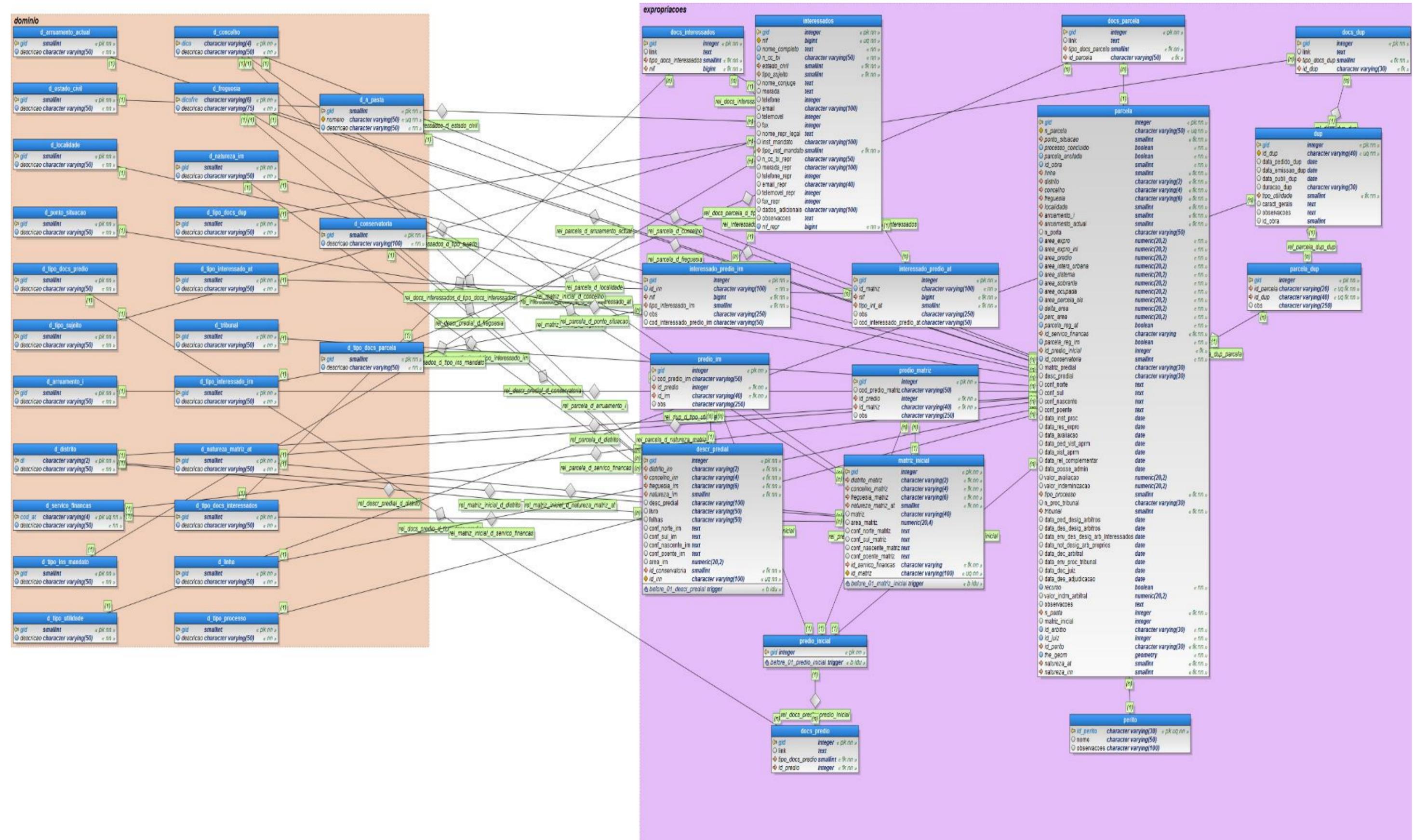


Figura 9: Modelo de dados

O interface de gestão utilizado nesta base de dados foi o pgAdmin. Este possibilita a gestão de utilizadores com a criação de permissões e restrições de acesso à informação e o carregamento de arquivos em linguagem SQL. Nesta base de dados existem três grupos de utilizadores: os administradores, que podem ter acesso a todo o tipo de operações na base de dados, os utilizadores, que podem modificar, apagar e inserir a informação na base de dados e os que apenas podem consultar. As tarefas de carregamento da base de dados, da conexão ao servidor, da importação das extensões e das restrições de acesso à base de dados são da responsabilidade do Departamento de Inteligência Espacial da Município.

No pgAdmin foi criada uma conexão ao servidor da empresa (Município) e importaram-se quatro extensões. A *hstore*, que tem como função registar o histórico de todas as alterações à base de dados, a *plsql*, que é uma linguagem do PostgreSQL que adiciona estruturas de controlo ao SQL e que pode ser usada para criar funções e *Triggers* e executar cálculos complexos, o PostGIS, que serve para carregar a informação geográfica e o PostGIS *Topology*, que define o tipo de regras topológicas da base de dados.

O passo seguinte consistiu na importação da base de dados para o servidor, através do carregamento do ficheiro SQL que resultou do pgModeler.

Na figura 10 podemos verificar a base de dados carregada no servidor.

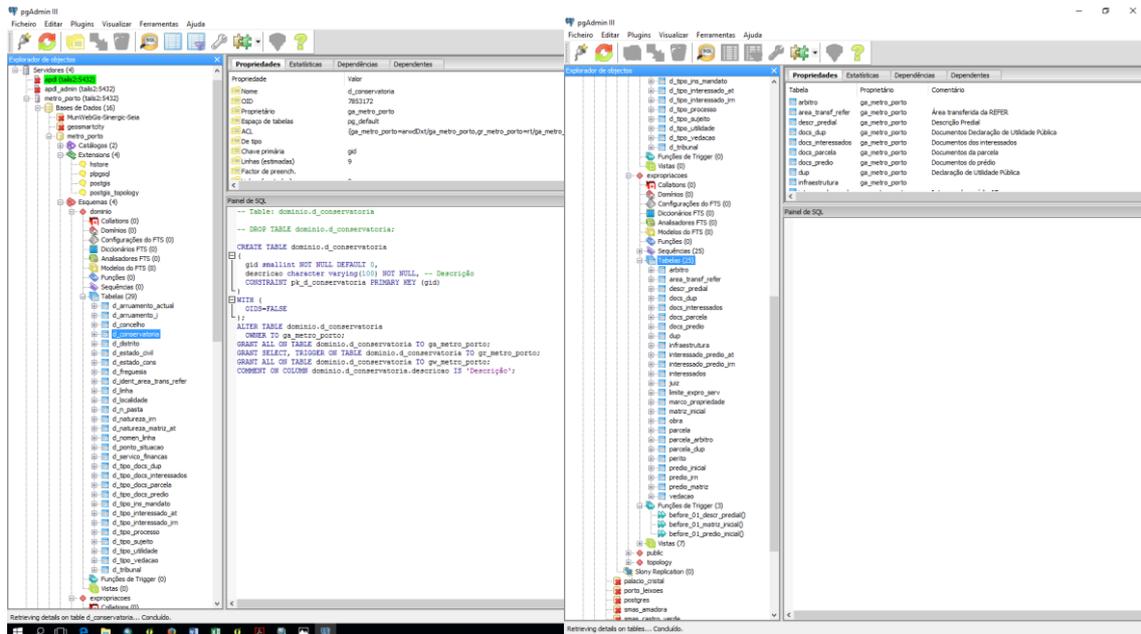


Figura 10: Base de dados

Após o seu carregamento, foram criados dois *Triggers* nas entidades Matriz Inicial e Descrição Predial, através do pgAdmin. A entidade Prédio identifica o prédio do qual a parcela foi expropriada e a sua informação é composta pela matriz predial e pela descrição predial. Tendo em conta que a matriz predial ou a descrição predial podem apresentar o mesmo registo e a mesma natureza em localidades diferentes, foi necessária a criação de um *Trigger* para cada uma das suas respectivas tabelas. O *Trigger* torna os atributos (ID IRN e ID Matriz) únicos, já que a função aplicada a estes faz com que eles sejam compostos por três atributos da sua respectiva tabela (Matriz Inicial e Descrição Predial), ou seja, pela freguesia, pela descrição ou matriz e pela sua natureza. A figura 11 demonstra a linha de comandos para a criação do *Trigger* para o atributo ID IRN da entidade Descrição Predial. O *Trigger* para o atributo ID Matriz da entidade Matriz Inicial pode ser consultado no anexo A.

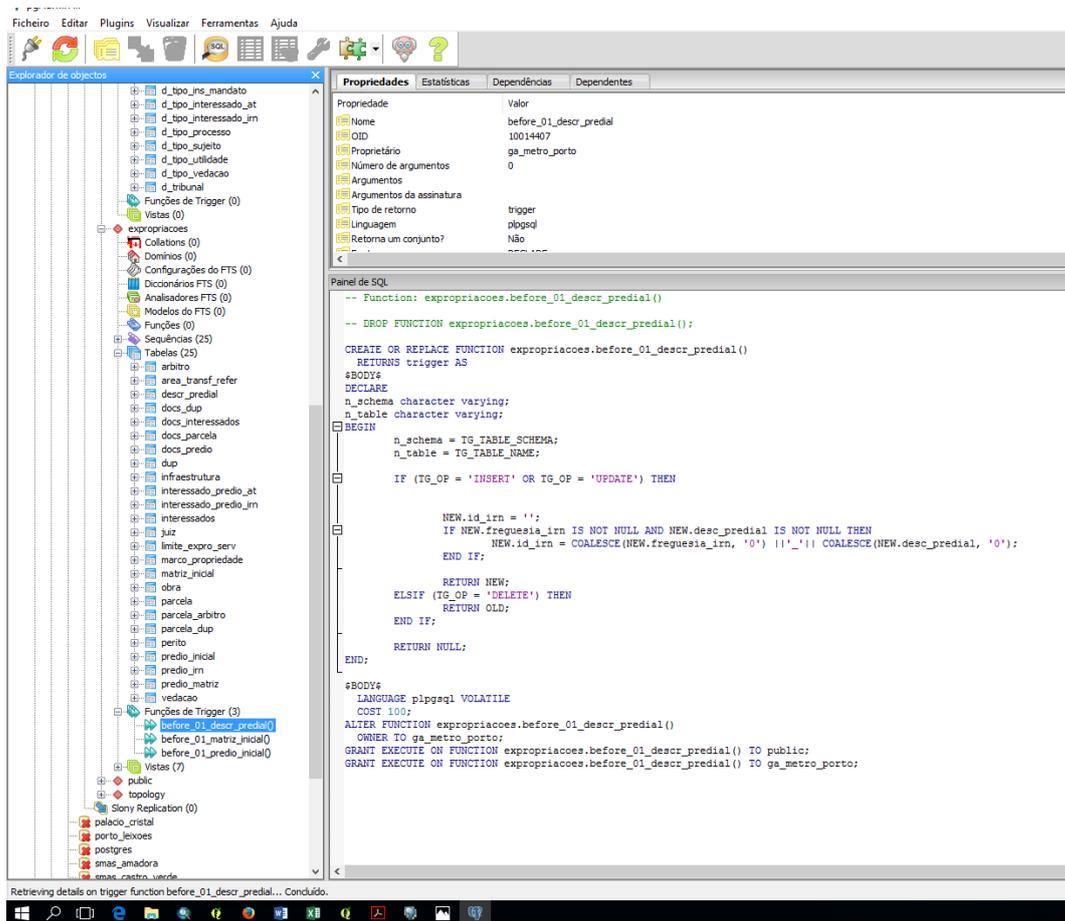


Figura 11: *Trigger* do atributo ID IRN

Terminados estes passos, a base de dados foi concluída, sendo que o próximo procedimento consistiu na implementação da solução SIG para posteriormente se proceder ao seu carregamento. A figura 12 apresenta a estrutura da entidade Parcela, a única com representação gráfica através do pgAdmin.

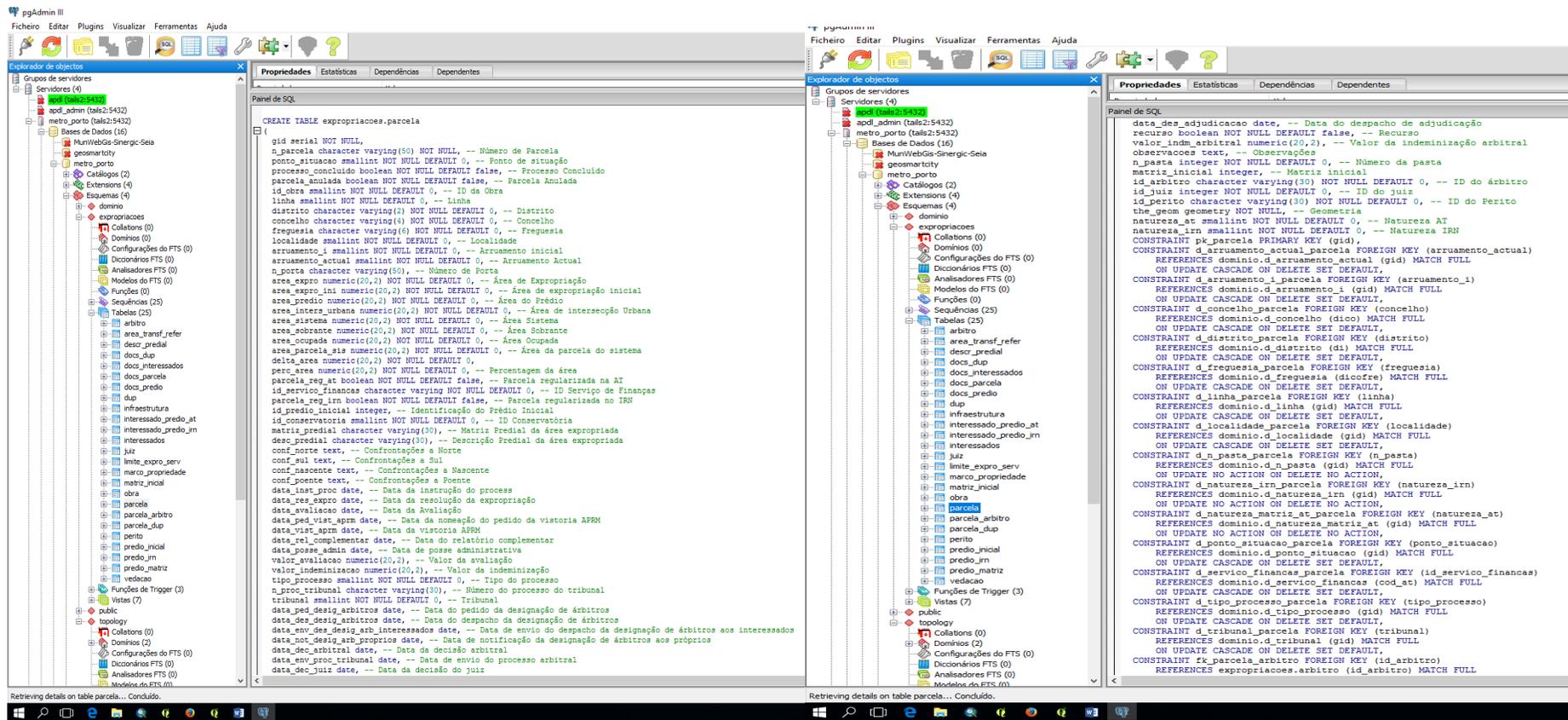


Figura 12: Entidade Parcela

6.2 Implementação da solução SIG

A implementação da solução SIG através do QGIS permitiu fazer a gestão da informação referente às expropriações. As principais tarefas que compõem esta actividade são a configuração do projecto e a construção dos formulários. Esta solução permite gerir o Cadastro das Expropriações, através de uma ferramenta SIG que por sua vez permite integrar as componentes de pesquisa e a edição gráfica e alfanumérica.

No QGIS foi criada uma ligação ao servidor da Município de modo a aceder à base de dados. Uma vez estabelecida a ligação, o projecto foi configurado, ou seja, foram criadas as relações entre todas as tabelas do esquema expropriações existentes na base de dados, como se pode verificar na figura 13.

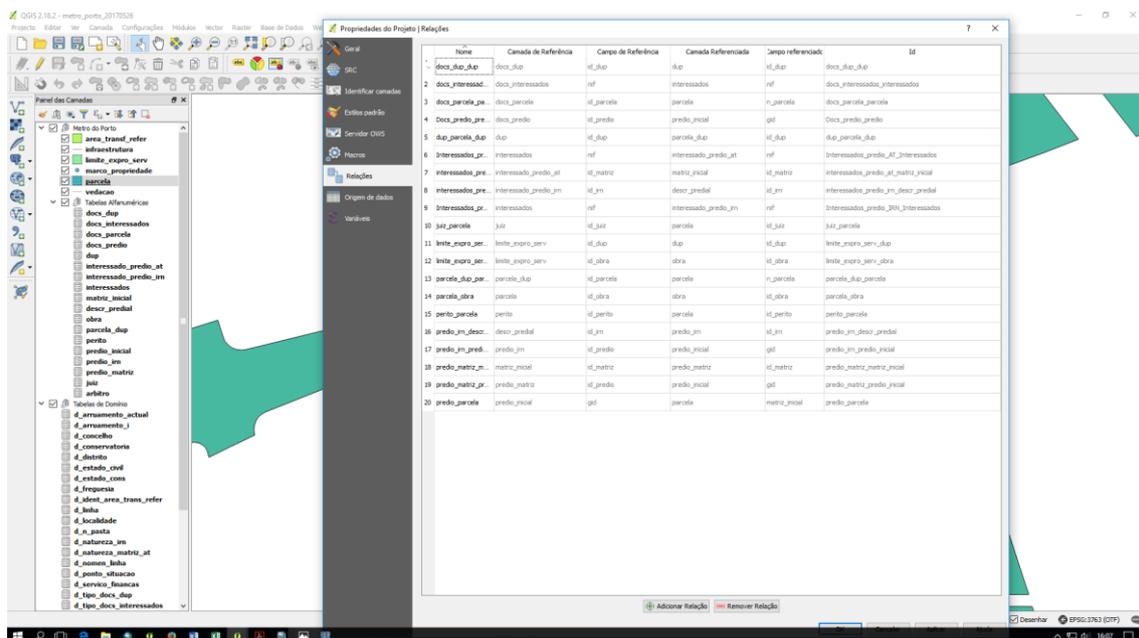


Figura 13: Relações entre tabela no QGIS

Definidas as relações no projecto, foi necessário a configuração dos atributos das entidades.

Tabela II: Configuração de atributos no QGIS

Domínio dos atributos	Descrição
Caixa de Verificação	Atributos booleanos
Nome de Ficheiro	Atributos cujo valor é o caminho onde se encontra armazenado
Data e Hora	Atributos do tipo data
Editar Texto	Atributos de texto ou números
Valor da Relação	Atributos relacionados com as tabelas de domínio

O próximo passo consistiu na construção de formulários para todas as entidades. Estes são importantes para o preenchimento de atributos das respectivas tabelas e estão divididos por temas que são compostos pelos atributos e pelas relações correspondentes. Desta forma, estabelecidas as relações e elaborados os formulários, tornou-se possível o acesso a todas as entidades através da entidade com representação gráfica, designada por Parcela.

A figura 14 ilustra as propriedades da entidade Parcela, nomeadamente os formulários, a configuração dos atributos e as suas relações.

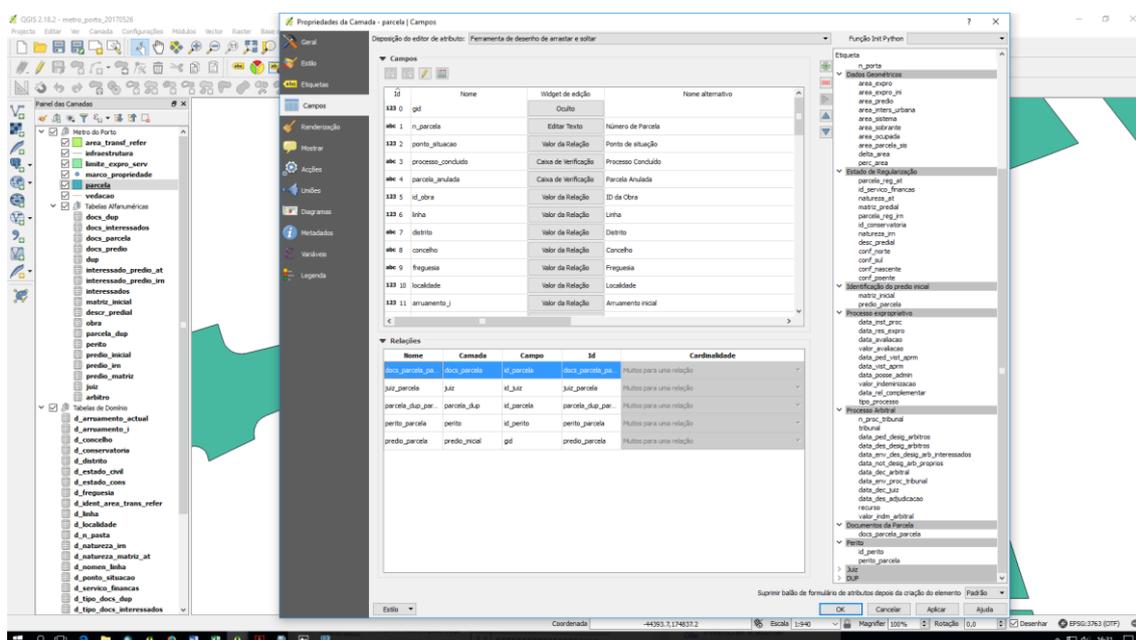


Figura 14: Propriedades da entidade Parcela

A figura 15 demonstra todos os temas da entidade Parcela. A título de exemplo, seleccionou-se o tema que corresponde à identificação do prédio inicial, que por sua vez se encontra relacionado com as seguintes entidades: Prédio Inicial, Documentos do Prédio, Prédio Matriz, Matriz Inicial, Interessados Prédio AT, Prédio IRN, Descrição Predial, Interessados Prédio IRN, Interessados e Documentos dos Interessados.

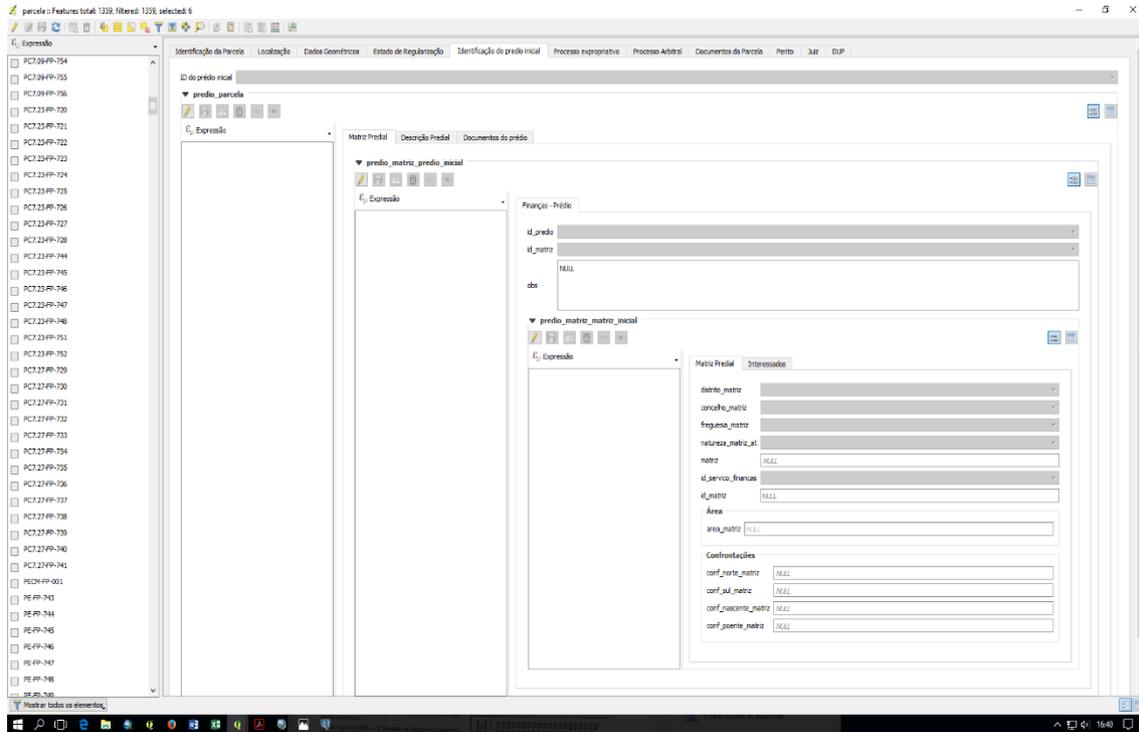


Figura 15: Formulário do Tema “Identificação do Prédio Inicial” da entidade Parcela

6.3 Carregamento de dados relativos às parcelas expropriadas

O carregamento de dados relativos às parcelas expropriadas revela-se a actividade mais morosa de todo o projecto. Assenta em três pontos muito importantes: levantamento e inventariação de informação cadastral, tratamento da informação recolhida e o carregamento de dados.

O levantamento e inventariação de informação cadastral consiste na recolha de toda a informação fundamental existente que seja passível de integrar na base de dados. O tratamento da informação recolhida tem como objectivo avaliar e preparar a informação para a integração no sistema. Consiste na conversão e integração de dados provenientes de outras fontes para formatos compatíveis com a base de dados e na digitalização dos

documentos em formato papel dos dossiers do processo expropriativo referentes a cada parcela.

Os dados gráficos de entidade parcela fornecido pela Metro do Porto, S.A. estavam em formato dwg, que é um formato de desenho CAD, e cada ficheiro corresponde às parcelas expropriadas referentes a cada uma das linhas constituintes do metro do Porto. Desta forma, procedeu-se à selecção da informação pertinente, nomeadamente a informação do tipo polilinha. Uma vez que a entidade gráfica desta base de dados é do tipo multipolígono, foi necessária a sua exportação para ficheiros no formato shapefile e a conversão do ficheiro do tipo polilinha para polígono, através da ferramenta de geometria linhas para polígonos (figura 16).

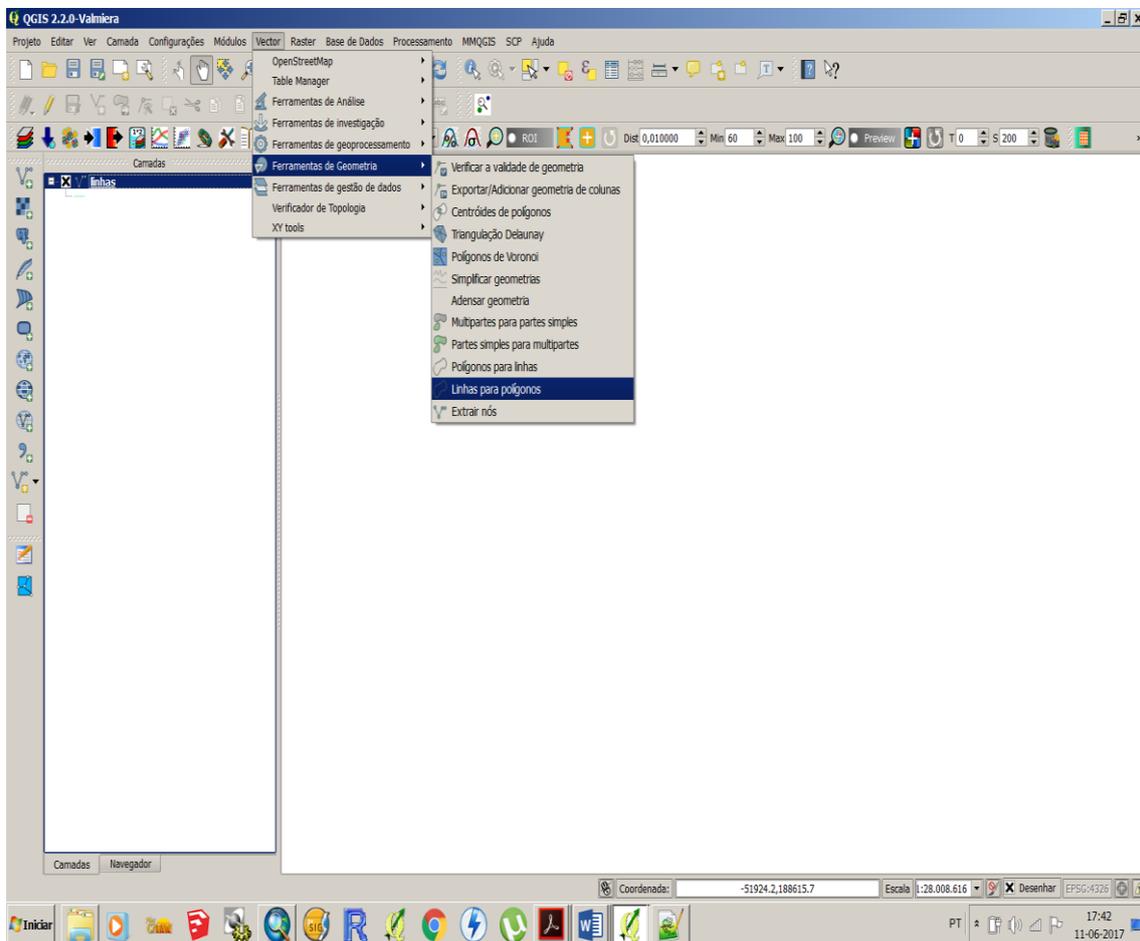


Figura 16: Conversão de linhas para polígonos no QGIS

Posteriormente procedeu-se à verificação topológica. A única correção efectuada foi nos casos em que a geometria era inválida, ou seja, em que a conversão dos dados polilinha para polígono apresentava irregularidades (os polígonos não estavam fechados). A figura 17 ilustra, como exemplo, os erros de geometria das parcelas expropriadas da linha B.

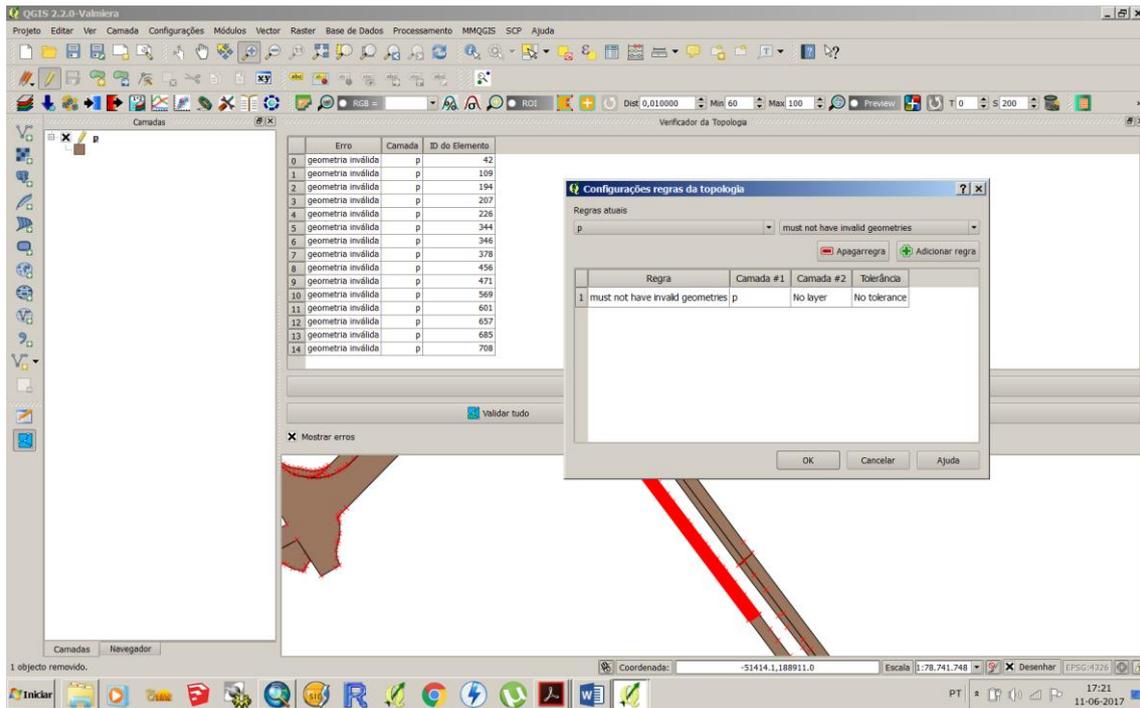


Figura 17: Erros de Geometria

O passo seguinte consistiu no carregamento dos dados gráficos para a base de dados, sendo que para tal inicialmente importou-se o ficheiro devidamente tratado para a pasta pública, como se pode verificar na figura 18. Esta pasta é uma localização provisória e serve de protecção para o caso de surgirem problemas durante a importação.

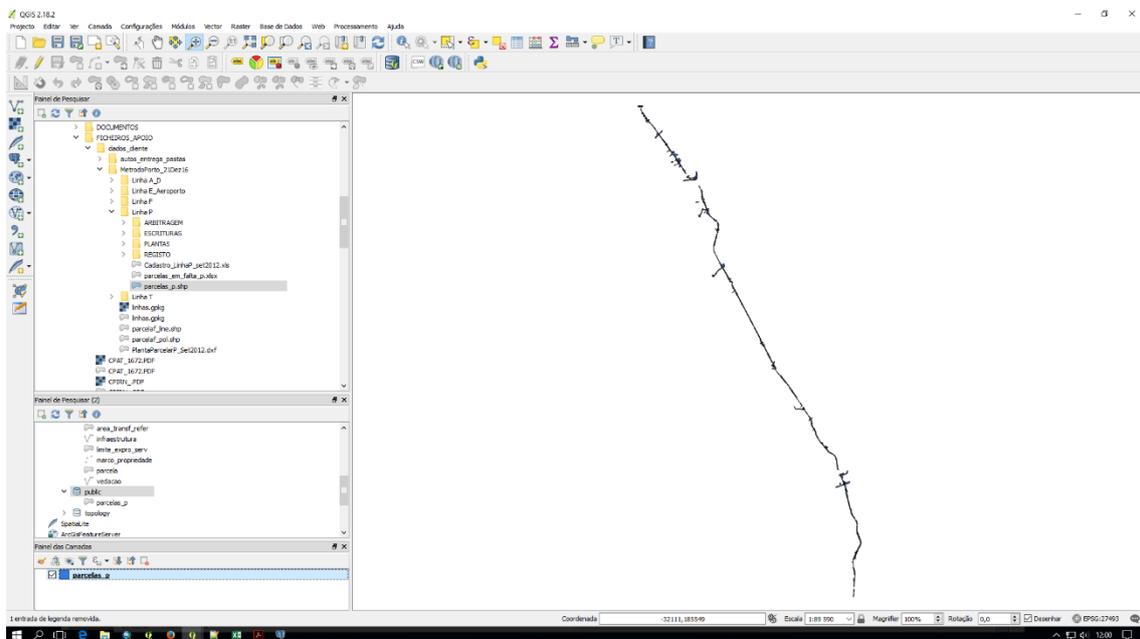


Figura 18: Importação do ficheiro para a pasta pública da base de dados.

Por fim, uma vez que o ficheiro se encontra na pasta público, executou-se a linha de comando SQL na base de dados através do pgAdmin (figura 19), de modo a que a informação gráfica fosse importada para a tabela geográfica denominada de parcela.

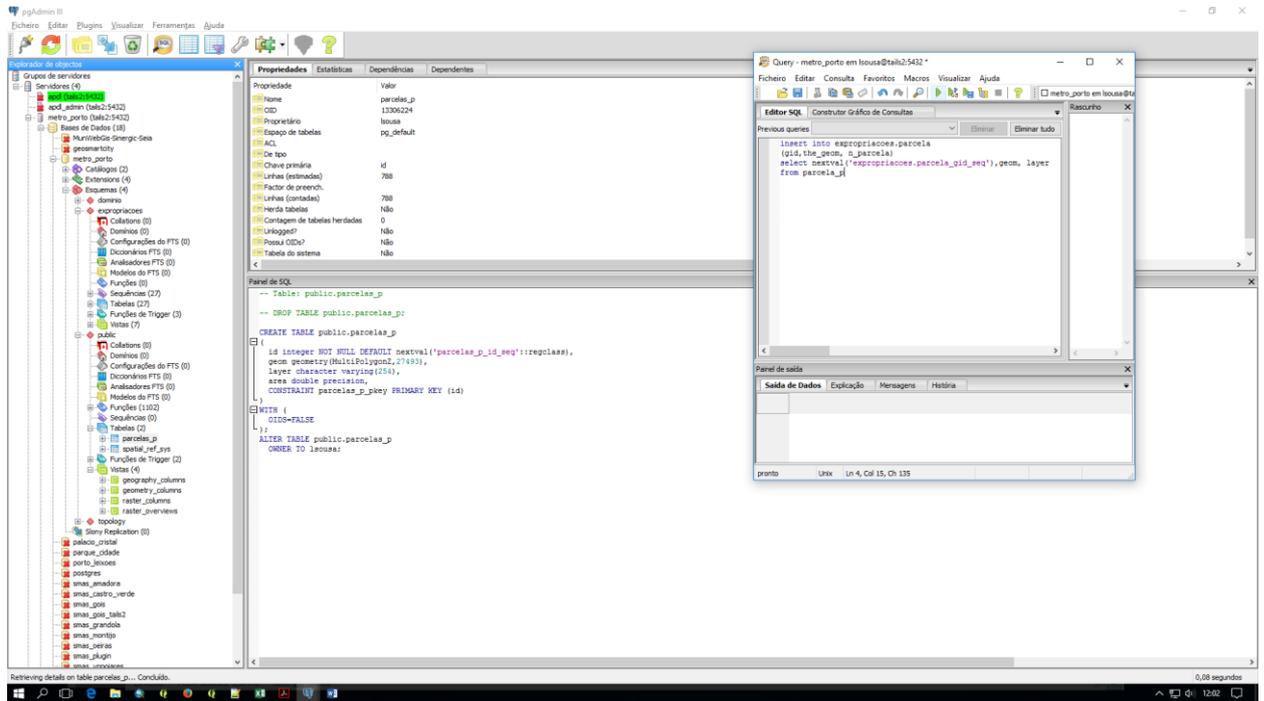


Figura 19: Importação das parcelas correspondentes à linha da Póvoa de Varzim para a entidade Parcela

Na figura 20 podemos observar toda informação gráfica disponibilizada pela Metro do Porto S.A. relativa às parcelas expropriadas que constiutem o projecto.

Parcelas expropriadas

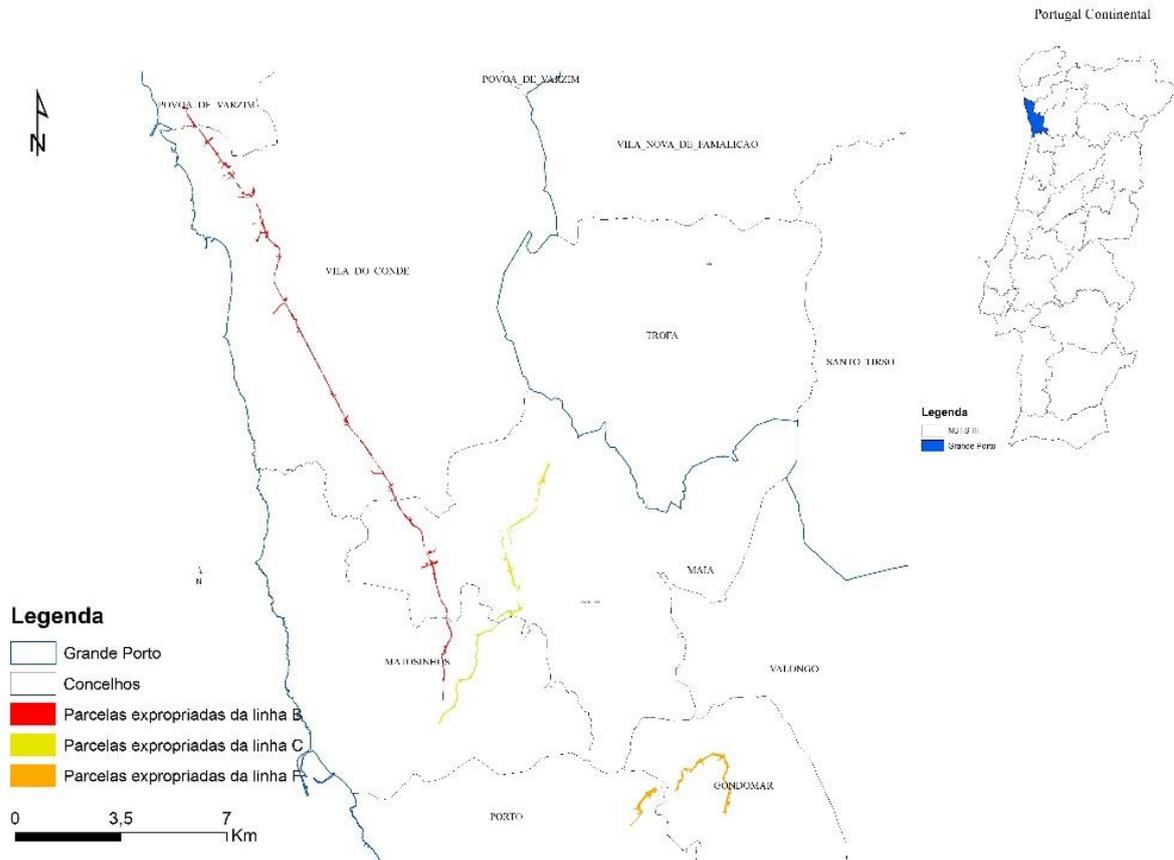


Figura 20: Parcelas expropriadas

Numa última fase, procedeu-se ao carregamento dos dados em ambiente SIG das parcelas correspondentes às diferentes linhas. A título de exemplo apresenta-se na figura 21 uma parcela concluída com toda a informação pertinente. Todos os formulários aplicados para todas as entidades podem ser consultados no anexo B.

O resultado final do estágio foi a concretização do objectivo delineado inicialmente, ou seja, a criação de uma base de dados geográfica na qual é possível aceder às entidades geográficas devidamente georreferenciadas com toda a informação pertinente resultante do processo expropriativo. É de realçar que o projecto ainda se encontra em desenvolvimento e que apenas as parcelas expropriadas referentes a três linhas se encontram inseridas na base de dados, sendo que a linha B é a única a ser carregada com os dados em ambiente SIG. O controlo de qualidade será realizado após a conclusão dos trabalhos de carregamento, a fim de garantir as conexões da entidade parcela com as

outras entidades. De salientar ainda que o modelo de dados ainda se encontra sujeito a alterações de modo a cumprir o objectivo final do projecto.

Com este projecto pretende-se também que a base de dados apresente uma solução viável para o futuro uma vez que o metro do Porto pretende expandir-se para outras áreas e irá por esse motivo necessitar da utilização desta ferramenta desenvolvida pela Municípiã. Este relatório espelha assim o contributo que os SIG podem dar nos diferentes desafios colocados em diversas áreas.

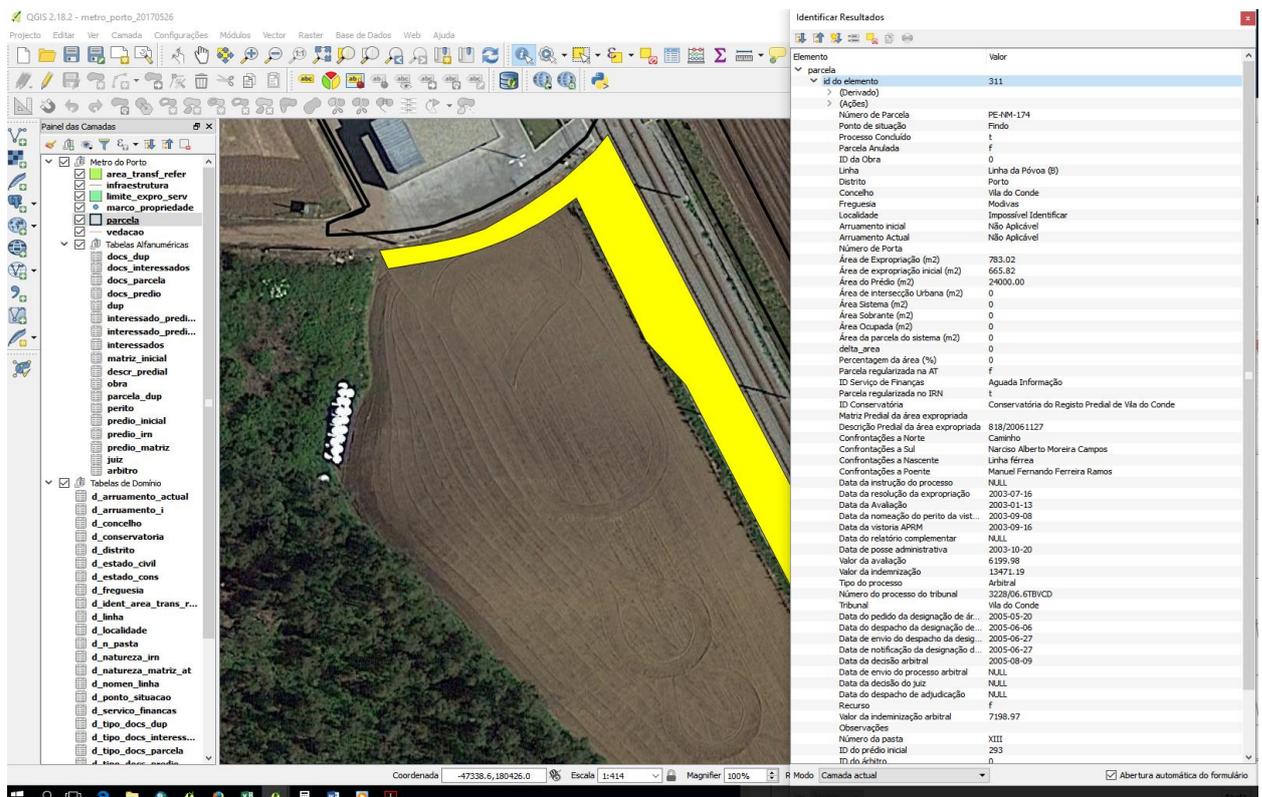


Figura 21: Parcela concluída

Considerações Finais

Nos dias que correm existem grandes quantidades de documentação acumulada relativa aos mais diversos processos nas mais diferentes áreas, com a conseqüente necessidade crescente da sua organização. Neste contexto, a informatização de dados surge como alternativa ao formato papel, pelo facto de ser mais fácil, o acesso, a partilha e o transporte dos mesmos. Actualmente existem ferramentas de baixo custo capazes de organizar a informação de acordo com os objectivos pretendidos.

A Metro do Porto S.A., para levar a cabo a construção do metro do Porto, necessitou de expropriar parcelas de terreno, regindo-se pelo código das expropriações. Deste procedimento expropriativo resultou um vasto conjunto de dossiers de papel com informação relativa a cada parcela expropriada. O projecto aqui apresentado, consiste no desenvolvimento de uma solução para a gestão dos dados relativos a estas expropriações.

Com o auxílio dos SIG foi possível encontrar uma solução para esta problemática e, não só organizar a informação, como representá-la geograficamente. A solução encontrada para realizar este projecto de modo a não apresentar elevados custos para os seus utilizadores e a cumprir o objectivo de forma fiável, foi os *softwares* de código aberto que permitiram a construção de uma base de dados e de uma solução SIG. O PostgreSQL apresenta-se como um robusto SGBDOR, que juntamente com a extensão PostGIS é capaz de suportar um grande volume de dados e gerir a informação pretendida. O QGIS foi seleccionado como uma solução SIG por suportar bases de dados PostgreSQL/PostGIS e ser um *software* livre de código aberto.

O resultado final deste projecto consistiu na criação de uma base de dados geográfica com toda a informação pertinente relativa a cada parcela expropriada. Esta base de dados possibilita a sua utilização para processos futuros uma vez que está capacitada para receber uma enorme quantidade de informação. Assim, este projecto exemplifica um caso em que as ferramentas informáticas existentes permitiram criar uma solução para extrair e organizar uma grande quantidade de informação relativa a determinado processo e deste modo tornar o seu acesso e consulta muito mais facilitado.

A realização deste projecto surge no decorrer do estágio curricular do Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica na empresa Municípa. A título pessoal, pode-se concluir que este estágio foi fundamental para complementar a formação iniciada no Mestrado, uma vez que ensinou competências práticas para resolver os diversos problemas que se iam colocando ao longo do projecto, explorou a capacidade de trabalho em equipa e em colaboração com outros departamentos, revelou os diversos desafios colocados no quotidiano de uma empresa, tal como os prazos afixados e os objectivos a cumprir e possibilitou a melhor compreensão da realidade de trabalho. De referir ainda que este estágio contribuiu para um maior e aprofundado conhecimento relativo a bases de dados e ao manuseamento de *softwares* de código aberto.

Em suma este estágio foi relevante e enriquecedor para a minha formação acadêmica e pessoal uma vez que contribui para a diversificação das competências até ao momento adquiridas.

Referências Bibliográficas

- Bauer, J. R. (2012). Assessing the Robustness of Web Feature Services Necessary to Satisfy the Requirements of Coastal Management Applications.
- Bolstad, P. (2016). GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, (5 Edição).
- Caldeira, C. (2004). Introdução ao Modelo de Dados Relacional.
- Coppock, J. T., and Rhind, D. W. (1991). The history of GIS. *Geographical Information Systems: Principles and Applications, Vol. 1*.
- Cowen, D. J. (1988). GIS versus CAD versus DBMS : What Are the Differences ? *Engineering, 54*(11), 1551–1555.
- Decreto de Lei nº168/99 de 18 de Setembro. Diário da República: I-A série, Nº 219 (1999). Disponível em www.dre.pt.
- Dibona, C. (2006). Open Sources and Proprietary Software Development. In *Open Sources 2.0: The Continuing Evolution* (pp. 21–36).
- Free Software Foundation. Disponível em www.fsf.org.
- Garcia, M. N., Santos, S. M. B. dos, Pereira, R. da S., & Rossi, G. B. (2010). Software Livre Em Relação Ao Software Proprietário: Aspectos Favoráveis E Desfavoráveis Percebidos Por Especialistas. *Gestão E Regionalidade, 26*(78), 106–120.
- Goodchild, M. F. (1991). The technological setting of GIS. *Geographic Information Systems and Science*. Retrieved from
- Goodchild, M. F. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems, 6*(1), 31–45.
- Goodchild, M. F. (2010). Twenty years of progress: GIScience in 2010. *Journal of Spatial Information Science, 1*(1), 3–20.
- Goodchild, M. F. (2012). Geographic Information Systems. *Leadership in Science and*

Technology, (Chapter 84 in W.S. Bainbridge, editor, *Leadership in Science and Technology*. 2: 238–245. Thousand Oaks, CA: SAGE. [515]), 238–245.

Goodchild, M. F., Yuan, M., & Cova, T. J. (2007). Towards a general theory of geographic representation in GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(3), 239–260.

Grancho, N. J. R. (2005). Origem e Evolução Recente dos Sistemas de Informação Geográfica em Portugal, 167.

Gregory, I. N. (2003). A place in history: A guide to using GIS in historical research, 80.

Jesus, J. S. M. De. (2011). Usando WPS (Web Processing Service) em OpenLayers. *Revista FOSSGIS Brasil*, 10–13.

Kon, F., Lago, N., Meirelles, P., & Sabino, V. (2012). *Software Livre e Propriedade Intelectual: Aspectos Jurídicos, Licenças e Modelos de Negócios*.

Kupper, J., & Fitzke, J. (2012). Deegre blocos abertos para a construção de uma Infraestrutura de Dados Espaciais. *Revista FOSSGIS Brasil*, 62–71.

Longley, P. a., Goodchild, M. L., Rhind, M., & Rhind, D. W. (1991). *Geographic Information Systems*.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2011). *Geographical Information Systems and Science*.

Maguire, D. (1991). An overview and definition of GIS. *Geographical Information Systems: Principles and Applications*.

Maguire, D. J., & Dangermond, J. (1991). The functionality of GIS. *Geographic Information Systems and Science*.

Manghi, G., Cavallini, P., Neves, V., & . (2011). Quantum GIS: Um desktop potente e amigável. *FOSSGIS*, 2, 10–15.

Metro do Porto. Disponível em www.metroporto.pt

- Miller, H., & Wentz, E. (2003). Representation and spatial analysis in geographic information systems. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(3), 574–594.
- Momjian, B. (2001). *PostgreSQL Introduction and Concepts*.
- Neteler, M., & Mitasova, H. (2005). *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. Igarss 2014*.
- Obe, R. (2017). PostGIS 1.5.5 Manual.
- Obe, R. O., & Hsu, L. S. (2015). *PostGis in Action*, (2 Edição).
- Open Source Initiative. Disponível em www.opensource.org.
- Perens, B. (1999). The Open Source Definition. In *OpenSources: Voices from the open source revolution* (pp. 79–86).
- PostGIS. Disponível em www.postgis.org
- PostgreSQL. Disponível em www.postgresql.org
- Ramakrishnan, R. (2000). *Database Management Systems*, (2 Edição).
- Rocha, E. (2008). Expropriações por Utilidade pública: O Procedimento Expropriativo.
- St. Laurent, A. M. S. (2004). Understanding Open Source and Free Software Licensing. *Ariadne*, 193.
- Stallman, R. (1998). The GNU Operating System and the Free Software Movement. In *OpenSources: Voices from the open source revolution* (pp. 31–38).
- Stallman, R., & Free Software Foundation (Cambridge, M. . (2002). *Free software, free society : selected essays of Richard M. Stallman. Library Trends* (Vol. 54).
- Steiniger, S., & Hay, G. J. (2009). Free and open source geographic information tools for landscape ecology. *Ecological Informatics*, 4(4), 183–195.

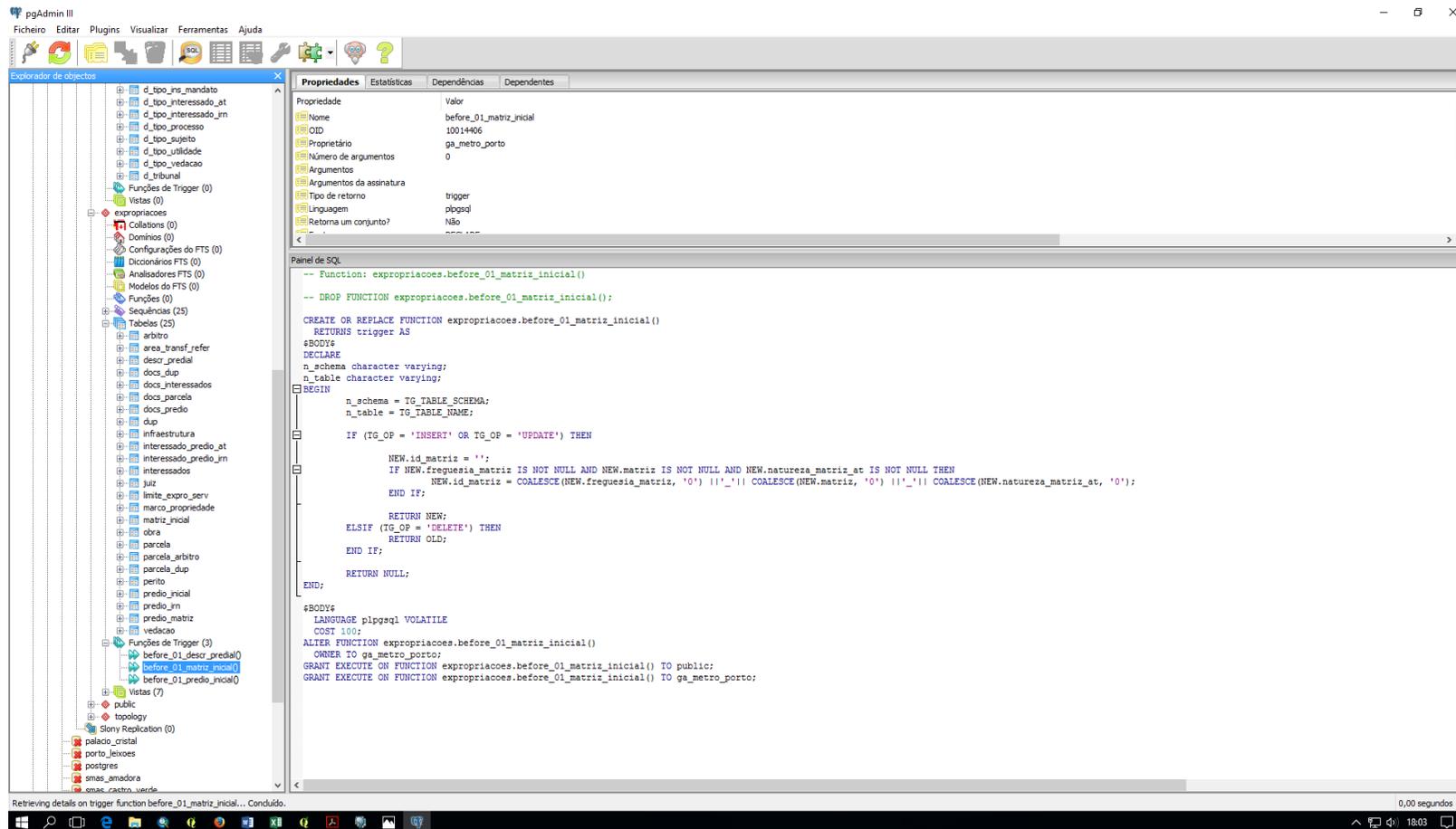
Steiniger, S., & Hunter, A. J. S. (2011). Free and Open Source GIS Software for Building a Spatial Data Infrastructure. *Building*, (i), 1–13.

The PostgreSQL Global Development Group. (n.d.). PostgreSQL 9.6.3 Documentation Chapter 11. Indexes. Retrieved from

Torres, C. (n.d.). Expropriação por Utilidade Pública, Revista da Ordem dos Advogados, 232-251. Disponível em <https://portal.oa.pt/upl/%7Bb81cefdb-c163-4e80-872d-de3608cff604%7D.pdf>

Välimäki, M. (2003). Dual licensing in open source software industry. *Systemes d'Information et Management*.

Anexo A



Anexo A: Trigger da entidade Matriz Inicial

Anexo B

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-NM-174

Identificação da Parcela | Localização | Dados Geométricos | Estado de Regularização | Identificação do predio inicial | Processo expropriativo | Processo Arbitral | Documentos da Parcela | Perito | Juiz | DUP

Número de Parcela: PE-NM-174

Ponto de situação: Fimdo

Processo Concluído:

Parcela Anulada:

ID da Obra: 0

Número da pasta: XIII

Observações: NULL

Mostrar elementos selecionados

18:10

Anexo B1: Formulário do Tema “Identificação da Parcela” da entidade Parcela

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-1M-174

Identificação da Parcela Localização Dados Geométricos Estado de Regularização Identificação do prédio inicial Processo expropriativo Processo Arbitral Documentos da Parcela Perito Juiz DUP

Linha	Linha da Póvoa (B)
Distrito	Porto
Concelho	Vila do Conde
Freguesia	Modivas
Localidade	Impossível Identificar
Arruamento inicial	Não Aplicável
Arruamento Actual	Não Aplicável
Número de Porta	N/A

Mostrar elementos seleccionados

18:10

Anexo B2: Formulário do Tema “Localização” da entidade Parcela

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-NM-174

Identificação da Parcela Localização Dados Geométricos Estado de Regularização Identificação do prédio inicial Processo expropriativo Processo Arbitral Documentos da Parcela Perito Juiz DUP

Área de Expropriação (m2)	783.02
Área de expropriação inicial (m2)	665.82
Área do Prédio (m2)	24000
Área de intersecção Urbana (m2)	0
Área Sistema (m2)	0
Área Sobrante (m2)	0
Área Ocupada (m2)	0
Área da parcela do sistema (m2)	0
delta_area	0
Porcentagem da área (%)	0

Mostrar elementos selecionados

18:10

Anexo B3: Formulário do Tema “Dados Geométricos” da entidade Parcela

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-NM-174

Identificação da Parcela Localização Dados Geométricos Estado de Regularização Identificação do predio inicial Processo expropriativo Processo Arbitral Documentos da Parcela Perito Juiz DLP

Parcela regularizada na AT

ID Serviço de Finanças

Natureza AT

Matriz Predial da área expropriada

Parcela regularizada no IRN

ID Conservatória

Natureza IRN

Descrição Predial da área expropriada

Confrontações a Norte

Confrontações a Sul

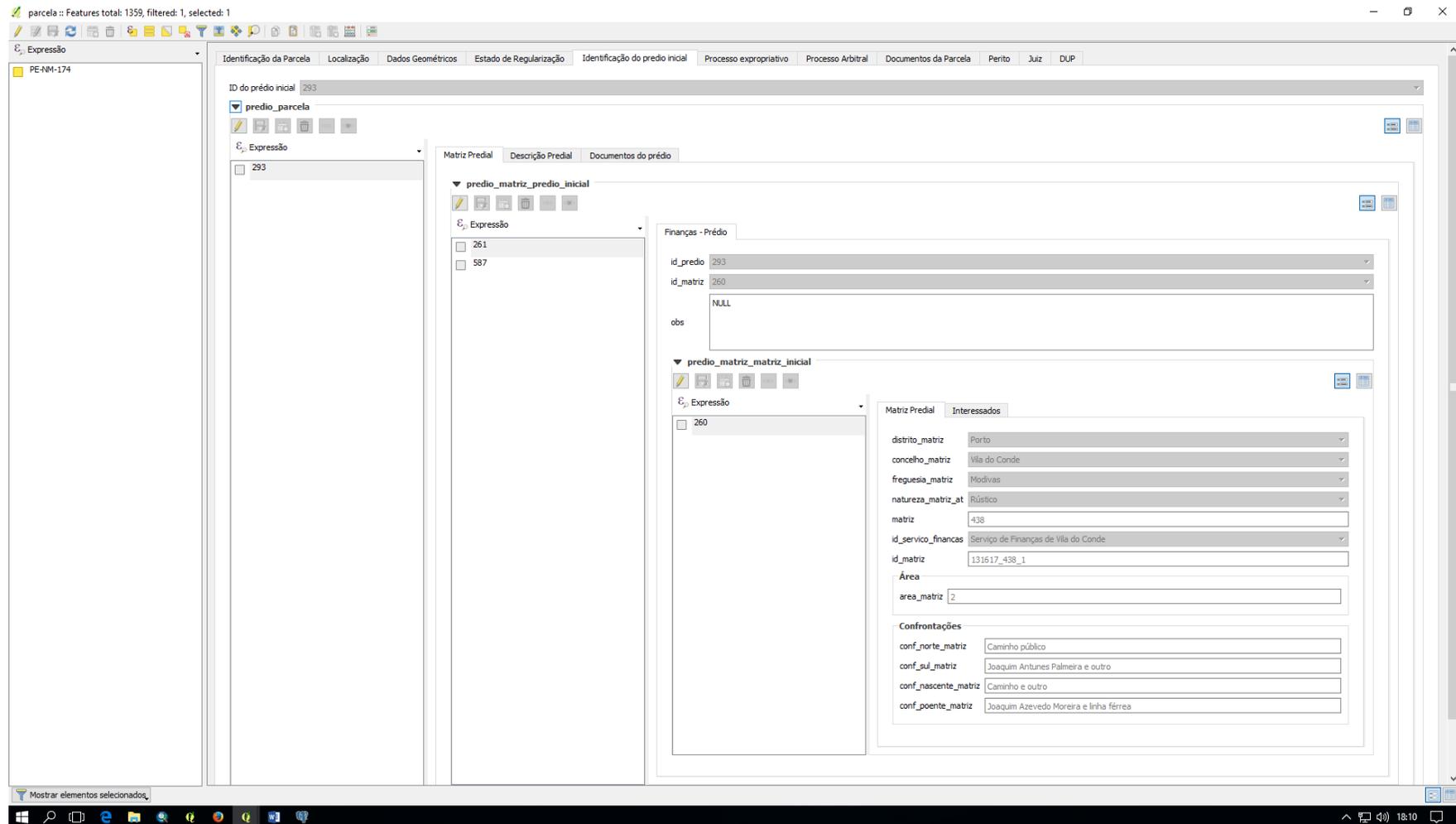
Confrontações a Nascente

Confrontações a Poente

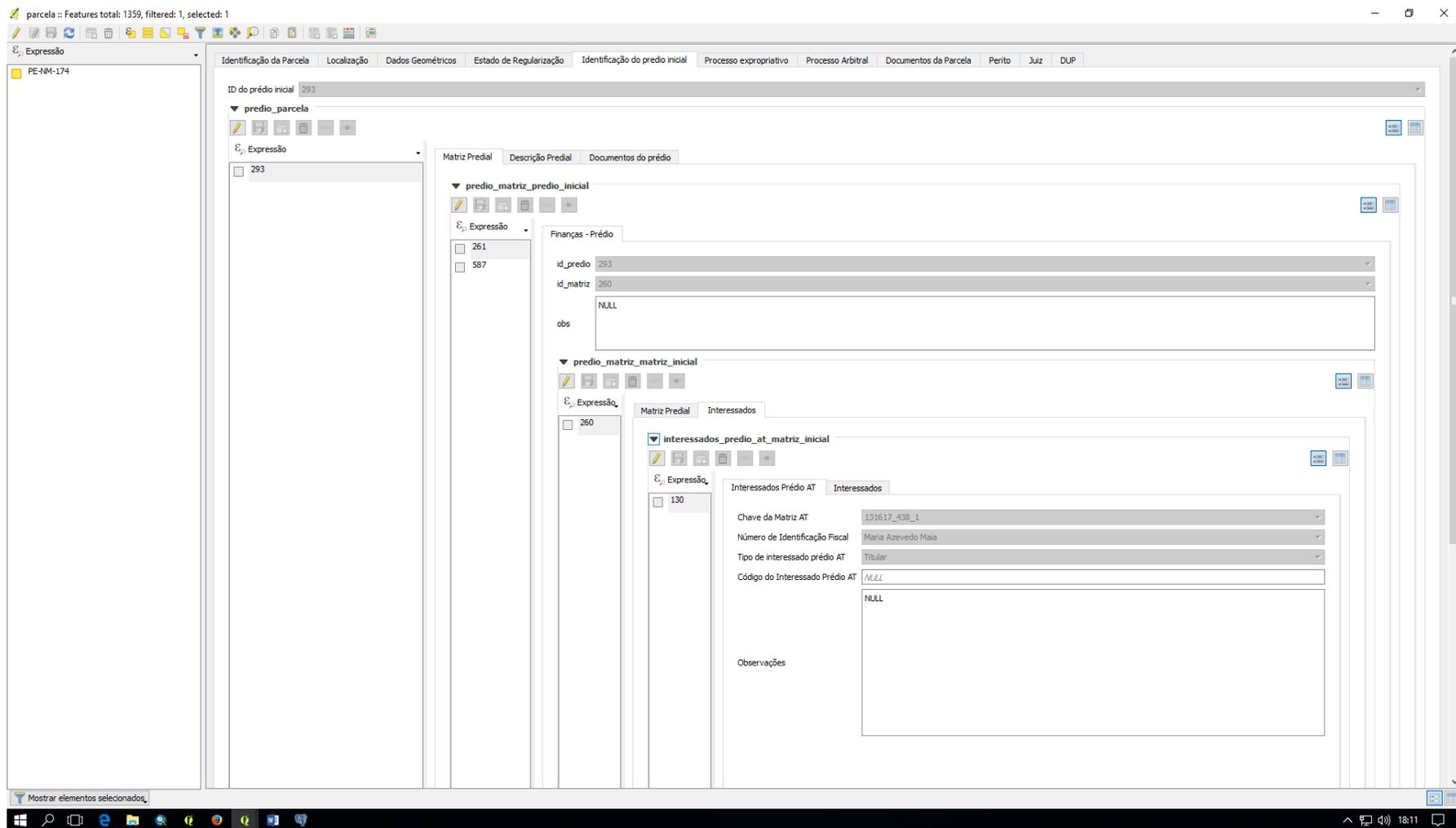
Mostrar elementos selecionados

18:10

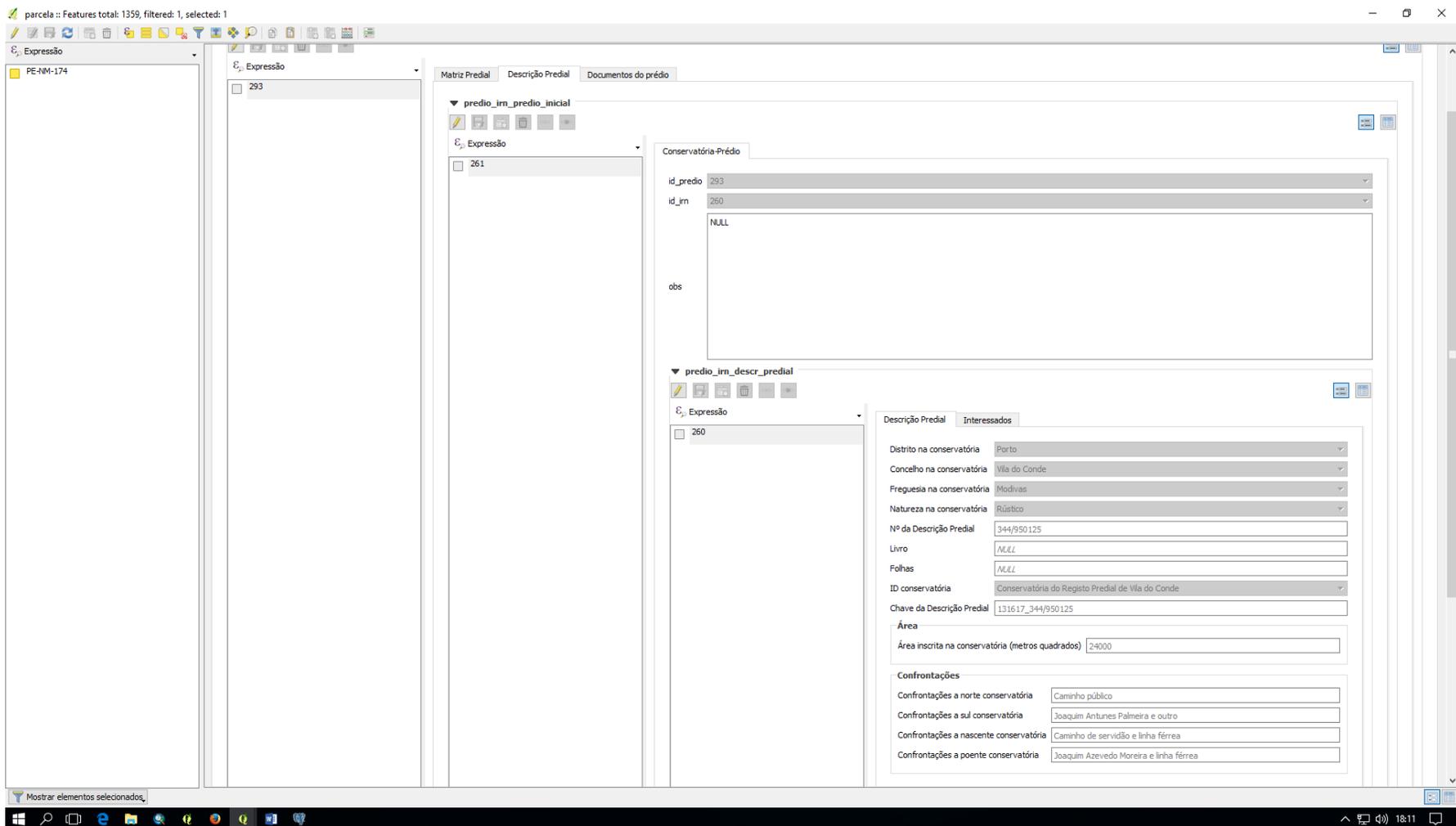
Anexo B4: Formulário do Tema “Estado de Regularização” da entidade Parcela



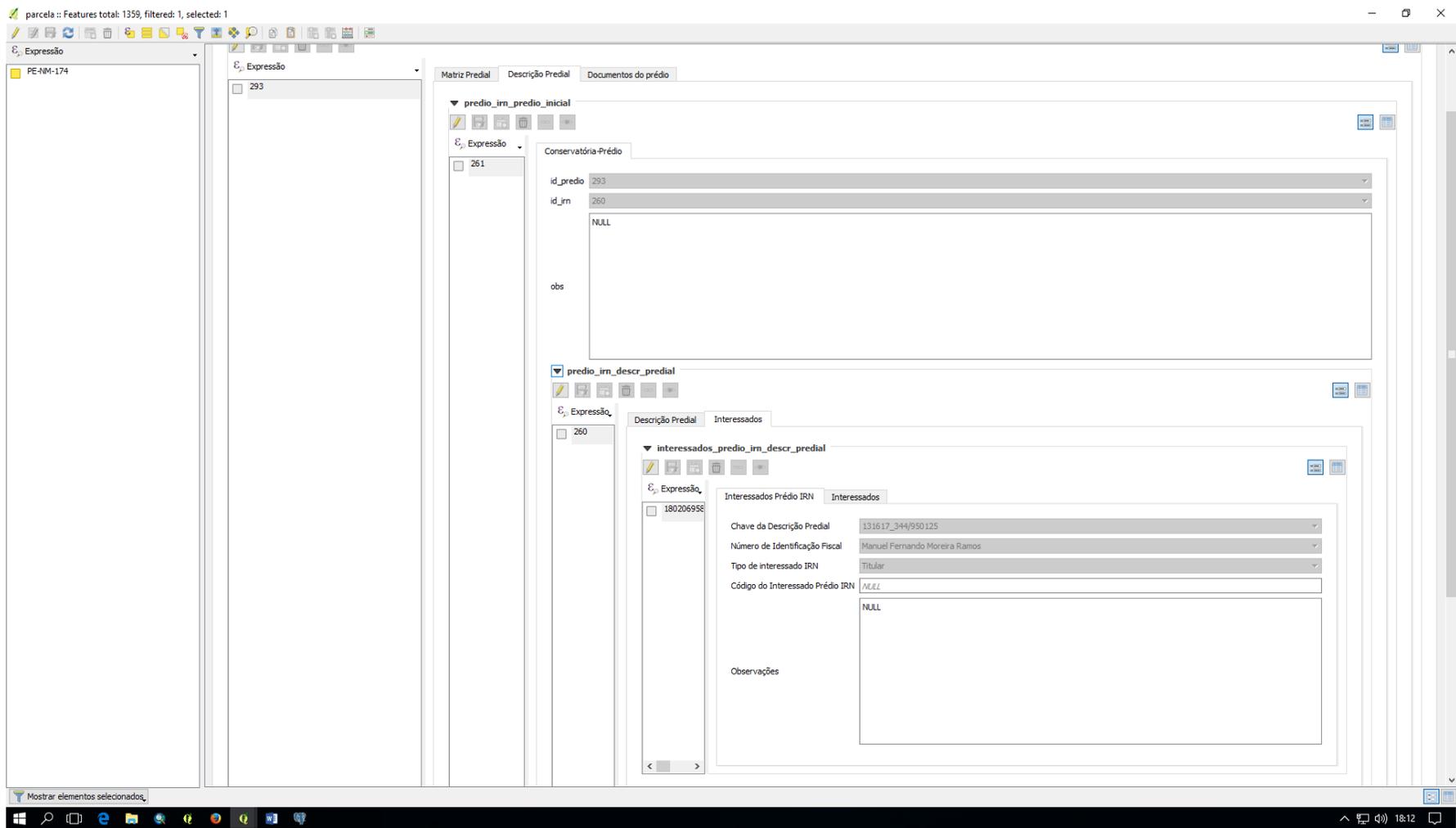
Anexo B5: Formulário do Tema “Identificação do prédio” da entidade Parcela e Tema “Matriz Predial” da entidade Matriz Inicial



Anexo B6: Formulário do Tema “Interessado prédio AT” da entidade Interessado prédio AT



Anexo B7: Formulário do Tema “Descrição predial” da entidade Descrição Predial



Anexo B8: Formulário do Tema “Interessado prédio IRN” da entidade Interessado prédio IRN

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-1M-174

Expressão

293

Matriz Predial Descrição Predial Documentos do prédio

predio_irm_predio_inicial

Conservatória-Prédio

id_predio 293

id_irm 260

obs NULL

predio_irm_descr_predial

Expressão

260

Descrição Predial Interessados

interessados_predio_irm_descr_predial

Expressão

180206958

Interessados Prédio IRN Interessados

Interessados Representante Legal dos Interessados Documentos Interessados

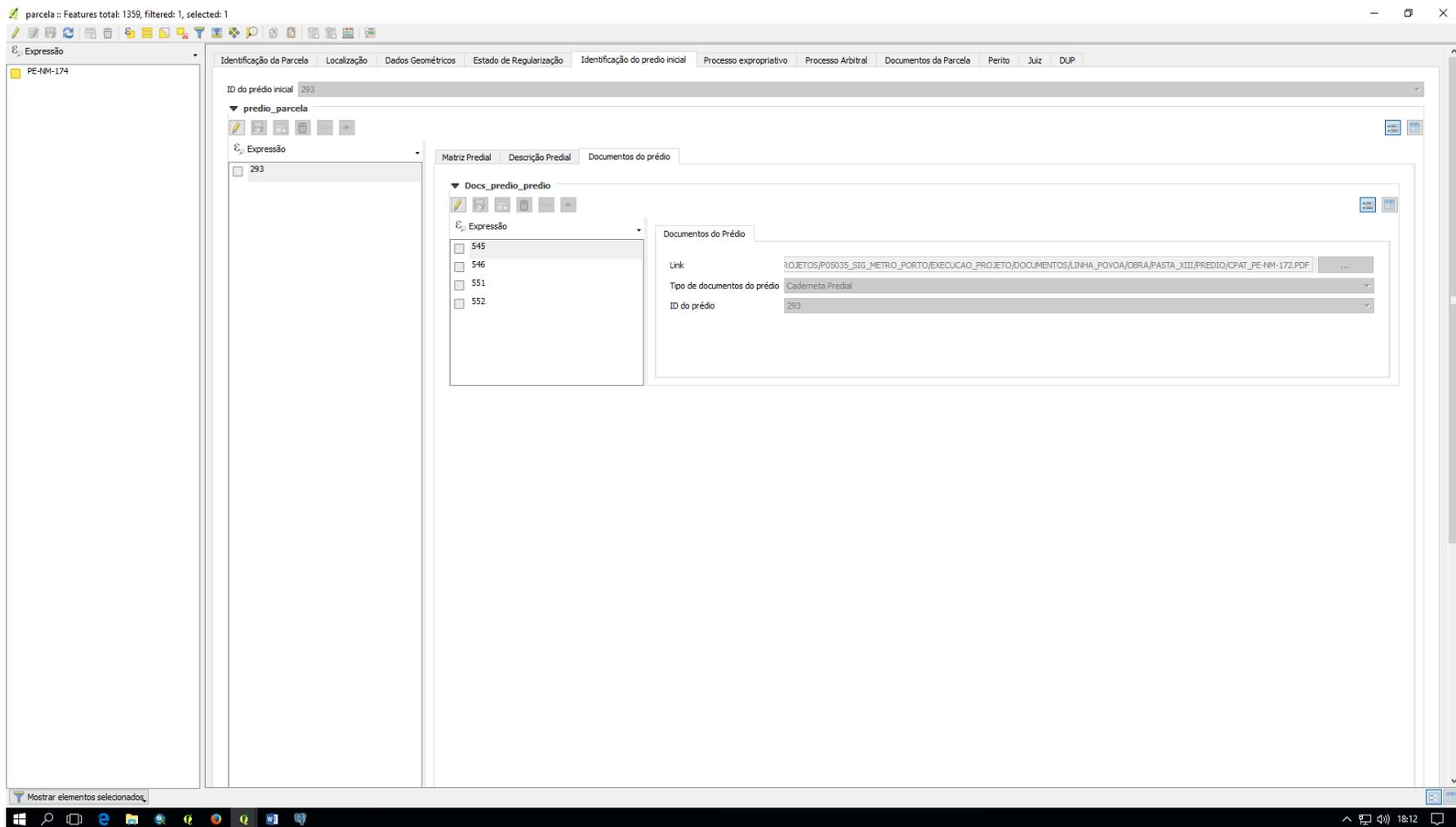
Manuel Fernando

Número de Identificação fiscal	180206958
Nome Completo	Manuel Fernando Moreira Ramos
Número do Cartão de Cidadão/Bilhete de Identidade	3456510
Estado Civil	Casado(a)
Tipo Sujeito	Singular
Nome cônjuge	Ana Albina Maia Fernandes Ramos
Morada	Rua de Modivas de Baixo, nº1, Modivas, Vila do Conde
Número de telefone	NULL
Email	NULL
Número do telemóvel	NULL
Número do Fax	NULL
Instrumento de Mandato	NULL
Tipo de instrumento de Mandato	Não Aplicável
	NULL

Mostrar elementos selecionados.

18:12

Anexo B9: Formulário do Tema “Interessados” da entidade Interessado



Anexo B10: Formulário do Tema “Documentos do prédio” da entidade Documentos do prédio

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-NM-174

Identificação da Parcela Localização Dados Geométricos Estado de Regularização Identificação do predio inicial **Processo expropriativo** Processo Arbitral Documentos da Parcela Perito Juiz DUP

Data da instrução do processo	NULL
Data da resolução da expropriação	2003-07-16
Data da Avaliação	2003-01-13
Valor da avaliação	6199,98
Data da nomeação do perito da vistoria APRM	2003-09-08
Data da vistoria APRM	2003-09-16
Data de posse administrativa	2003-10-20
Valor da indenização	13471,19
Data do relatório complementar	NULL
Tipo do processo	Arbitral

Mostrar elementos selecionados

Anexo B11: Formulário do Tema “Processo expropriativo” da entidade Parcela

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-NM-174

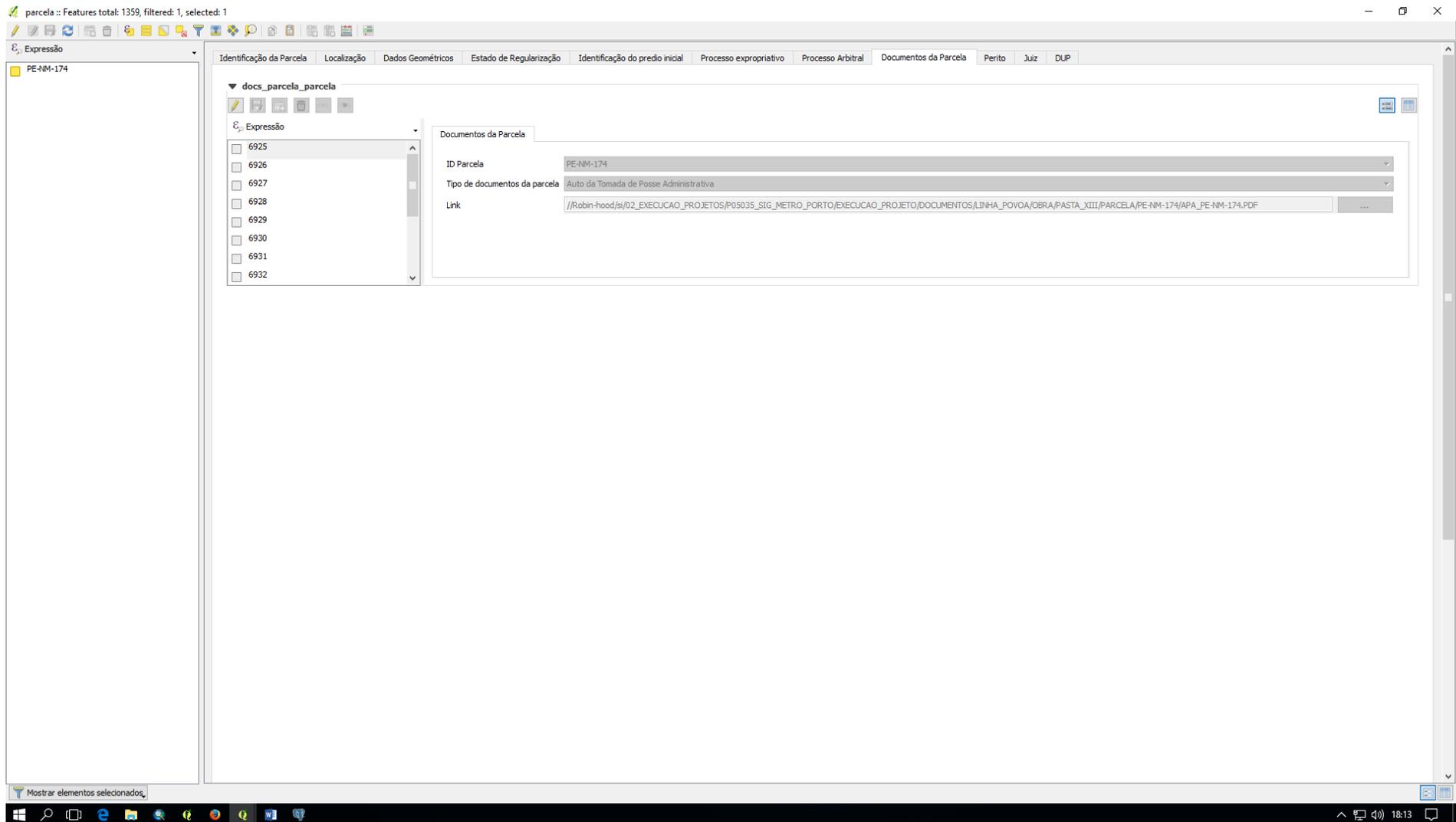
Identificação da Parcela Localização Dados Geométricos Estado de Regularização Identificação do predio inicial Processo expropriativo **Processo Arbitral** Documentos da Parcela Perito Juiz DLP

Número do processo do tribunal	3228/06.6TBVCD
Tribunal	Vila do Conde
Data do pedido da designação de árbitros	2005-05-20
Data do despacho da designação de árbitros	2005-06-06
Data de envio do despacho da designação de árbitros aos interessados	2005-06-27
Data de notificação da designação de árbitros aos próprios	2005-06-27
Data da decisão arbitral	2005-08-09
Data de envio do processo arbitral	NULL
Data da decisão do juiz	NULL
Data do despacho de adjudicação	NULL
Recurso	<input type="checkbox"/>
Valor da indenização arbitral	7198.97

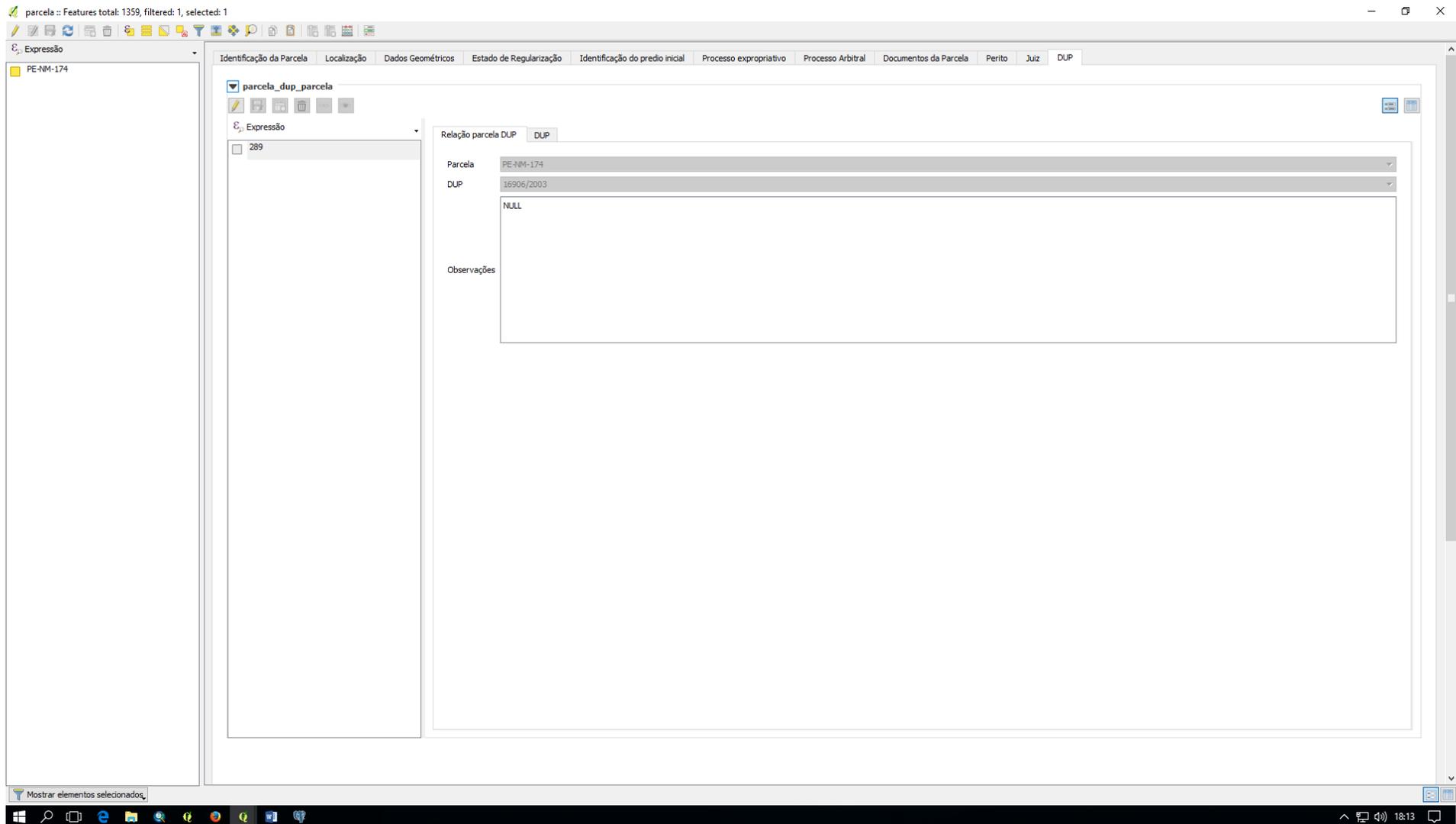
Mostrar elementos selecionados

18:12

Anexo B12: Formulário do Tema “Processo arbitral” da entidade Parcela



Anexo B13: Formulário do Tema “Documentos da parcela” da entidade Documentos da parcela



Anexo B14: Formulário do Tema “Relação parcela a dup” da entidade Relação parcela DUP

parcela :: Features total: 1359, filtered: 1, selected: 1

Expressão

PE-NN-174

Identificação da Parcela Localização Dados Geométricos Estado de Regularização Identificação do predio inicial Processo expropriativo Processo Arbitral Documentos da Parcela Perito Juiz DUP

parcela_dup_parcela

Expressão

289

Relação parcela DUP DUP

dup_parcela_dup

Expressão

16906/2003

Declaração de Utilidade Pública Documentos da DUP

ID da Declaração de Utilidade Pública 16906/2003

Data do pedido da Declaração de Utilidade Pública 2003-07-31

Data da emissão da Declaração de Utilidade Pública 2003-09-02

Data da publicação da Declaração de Utilidade Pública 2003-08-07

Duração da Declaração de Utilidade Pública NULL

Tipo de utilidade Expropriação

Identificação da Obra 0

NULL

Características Gerais

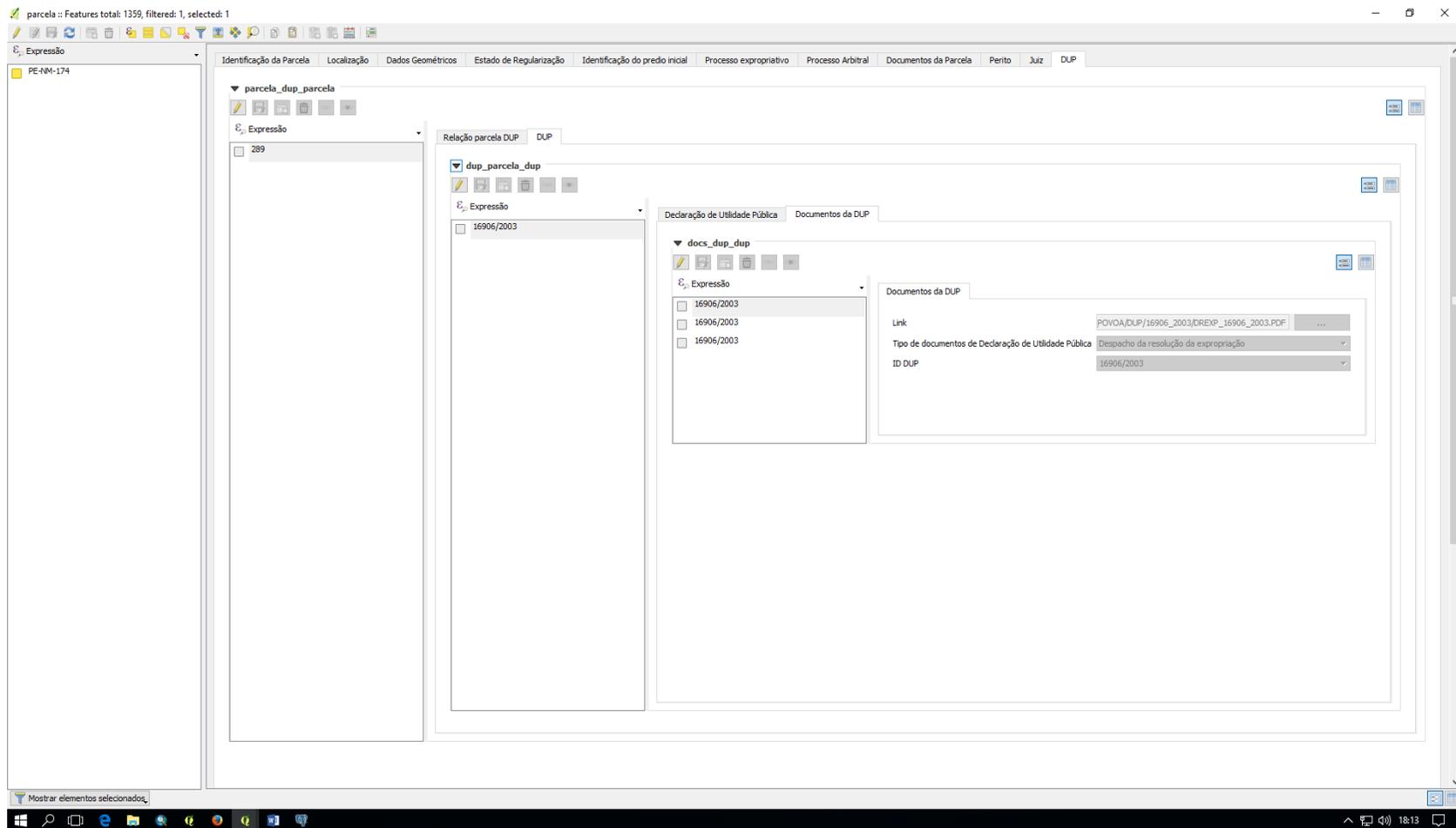
NULL

Observações

Mostrar elementos selecionados

18:13

Anexo B15: Formulário do Tema “Dup” da entidade DUP



Anexo B16: Formulário do Tema “Documentos da DUP” da entidade Documentos da DUP

