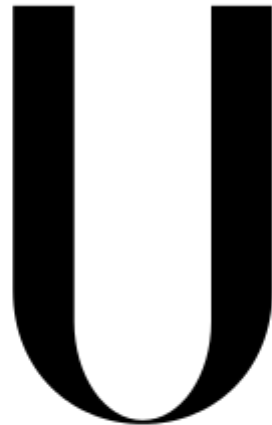


Universidade de Lisboa

Faculdade de Ciências

Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Implementação de uma Base de Dados Geográficos para a
Gestão das Matérias-Primas do grupo Cimpor**

Tiago Filipe Francisco Santos

Projecto

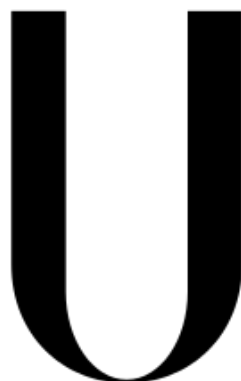
Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, Tecnologias &
Aplicações

2013

Universidade de Lisboa

Faculdade de Ciências

Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Implementação de uma Base de Dados Geográficos para a
Gestão das Matérias-Primas do grupo Cimpor**

Tiago Filipe Francisco Santos

Projecto

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica, Tecnologias &
Aplicações

Orientadores: Prof.^a Dr.^a Cristina Maria Sousa Catita e Prof. Dr. Francisco
José Moreira Couto

2013

Resumo

O presente relatório descreve o trabalho desenvolvido no âmbito de um estágio realizado na Cimpor – Cimentos de Portugal, SGPS, S.A. no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2013. O trabalho em causa resulta da necessidade que a empresa teve no que respeita à implementação de uma ferramenta de Sistema de Informação Geográfica para auxiliar a gestão da informação das áreas de matérias-primas, cuja grande maioria dos dados possui atributos geográficos.

Para o efeito, a ferramenta a desenvolver no âmbito deste estágio deveria ser capaz de compilar e gerir toda a informação relacionada directamente com as áreas de matérias-primas do grupo numa base de dados georreferenciada, constituindo um repositório centralizado de dados. Em complemento à criação da base de dados geográficos, existe a necessidade de disponibilizar a informação aos colaboradores do grupo, para que estes possam consultar, entre outras coisas, a informação da localização geográfica das áreas de matérias-primas, informação de reservas, acompanhar a situação legal das licenças mineiras, de forma livre, através de um computador com ligação à internet.

A metodologia utilizada no desenvolvimento da base de dados geográficos baseou-se na adaptação das normas ISO 19103, 19109 e na metodologia de modelação dos dados seguida por Ramakrishnan e Gehrke (2000). Assim destacam-se três fases de desenvolvimento: i) modelo conceptual, ii) modelo lógico e iii) modelo físico de dados. Depois de implementar o modelo de dados num sistema de gestão de bases de dados geográficos realizou-se o carregamento dos dados. Após o carregamento procedeu-se à publicação dos dados na internet, com recurso a uma plataforma web-sig.

Como principais resultados obtidos com o projecto destaca-se a criação de uma base de dados geográficos, a modelação dos dados, o carregamento da informação, a implementação de ferramentas sig desktop e a publicação dos dados numa plataforma web-sig.

Palavras chave:

Modelo de dados geográficos, Área de matérias-primas, Aplicações SIG, Open Source

Abstract

The current report describes the developed work, regarding the internship at Cimpor - Cimentos de Portugal, SGPS, S.A. from January 2012 to December 2013.

This work comes from the Company's need of implementing a Geographic Information System tool to help managing the raw materials areas' data, most of which has geographic attributes.

For this purpose, the tool to be developed should be able to compile and manage all the data directly related to the raw materials areas of the group on a georeferenced database, consisting in a centralized data repository.

In addition to the geographic database created, there is the need to make this data available to the Cimpor employees, so they can consult, among other things, the information on the location of the geographic areas of raw materials, information on the geological reserves, follow the legal status of mining licenses, on a freeway, through a computer connected to the internet.

The methodology used on the geographic database development relied on the ISO 19103 and 19109 rules' adaptation and on the data modeling methodology followed by Ramakrishnan and Gehrke (2000). So, three development phases can be highlighted: i) conceptual model, ii) logical model and iii) physical data model. After implementing the data model in a geographic database management system, proceeded to a data loading. After this loading, published the data on the internet, using a web-SIG platform.

As main results obtained with this project, there are the geographic database creation, data modeling, data loading, the desktop SIG tools implementation and data publishing in a web-SIG platform.

Keywords:

Geographic Data Model, Raw materials areas, GIS applications, Open Source

Glossário

| | |
|-------------|--|
| BROWSER | É uma aplicação de software para navegar na internet (worl wide web) |
| DDL | Data definition language ou Data description language |
| ETL | Extract transform and Load |
| GDAL | Geospatial Data Abstraction Library |
| GUI | Graphic User Interface |
| HARDWARE | Detalhes físicos de uma máquina/computador |
| INSPIRE | Infrastructure for Spatial Information in the European Community |
| ISSO | International Organization Standardization |
| LAYER | Camadas ou Níveis de Informação |
| MDT | Modelo Digital de Terreno |
| METADADOS | São os dados sobre os dados |
| NCGIA | National Center for Geographic Information and Analisys |
| OGC | Open Geospatial Consortium |
| OMT | Object Modeling Techique |
| OPEN SOURCE | Código Aberto – Refere-se a Software conhecido como livre |
| OSGEO | Open Source Compass |
| PC | Personal Computer |
| POPUP | Janela de Informação que aparece quando se seleccionam dados |
| RASTER | Consiste numa matriz de células organizadas em linhas e colunas, onde cada célula contém valores que representam informação. Podem ser fotografias aéreas, imagens de satélite, fotografias digitais ou mesmo mapas digitalizados. |
| SHAPEFILES | A Esri shapefile, ou simplesmente shapefile, é um formato popular para armazenar dados geográficos em formato vectorial. Este formato foi desenvolvido pela Esri. |
| SIG | Sistema de Informação Geográfica |
| SMARTPHONE | Telemóvel com funcionalidades avançadas |
| SOFTWARE | Sequência de instruções seguidas e executadas por um computador |
| SQL | Structured Query Language |
| TIN | Triangular Irregular Network |
| UML | Unified Modeling Language |
| VIEW | Vista sobre os dados SQL |
| WEB | Termo que descreve a world Wide Web |
| WEB-SIG | Sistema de Informação Geográfica na World Wide Web |

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumo..... | i |
| Abstract | ii |
| Glossário..... | iii |
| Lista de Figuras | V |
| 1. CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1. Introdução..... | 1 |
| 1.2. Objectivos | 1 |
| 1.3. Planeamento do Projecto..... | 3 |
| 1.4. A empresa Cimpor: Estrutura, organização e área de negócio..... | 5 |
| 2. CAPÍTULO II | 8 |
| 2.1. Introdução..... | 8 |
| 2.2. Princípios gerais em SIG | 8 |
| 2.3. Representação espacial da realidade | 8 |
| 2.4. Bases de dados geográficos..... | 10 |
| 2.5. Definição do sistema de coordenadas..... | 11 |
| 2.6. Modelação de dados geográficos | 13 |
| 2.6.1. Modelação conceptual dos dados..... | 15 |
| 2.6.2. Modelo lógico dos dados..... | 18 |
| 2.6.3. Modelo de dados Físico | 28 |
| 3. CAPÍTULO III | 30 |
| 3.1. Introdução..... | 30 |
| 3.2. Software utilizado..... | 30 |
| 3.3. Processos de carregamento | 33 |
| 3.3.1. Extracção..... | 33 |
| 3.3.2. Transformação..... | 35 |
| 3.3.3. Carregamento | 36 |
| 3.4. Exemplos de utilização da base de dados..... | 40 |
| 3.5. Disponibilização da Informação numa plataforma Web..... | 44 |
| 4. CAPÍTULO IV..... | 50 |
| 4.1. Ponto de situação | 50 |
| 4.2. Principais limitações sentidas no projecto | 51 |
| 4.3. Considerações Finais | 52 |

| | |
|--|----|
| 4.4. Propostas de trabalho futuro | 52 |
| Referências Bibliográficas | 54 |
| Bibliografia | 55 |
| Webgrafia | 56 |
| ANEXO I | 59 |
| ANEXO II | 76 |

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fábrica de Alhandra em 1894. Fonte: Cimpor (Cimpor, 2013). | 6 |
| Figura 2. Modelo de dados, <i>raster</i> , <i>vector</i> e atributos. Fonte: Neteler e Mitasova (2008)..... | 9 |
| Figura 3. Representação da realidade conceptual..... | 17 |
| Figura 4. Modelação conceptual da base de dados, orientada a objectos, utilizando o UML ... | 27 |
| Figura 5. Fontes de dados de informação geográfica. Fonte (safe, 2013) | 34 |
| Figura 6. Processo ETL de carregamento da base de dados geográficos..... | 36 |
| Figura 7. Organização interna da base de dados. | 40 |
| Figura 8. Consulta simples aos dados. | 41 |
| Figura 9. Sondagens do Bom Jesus. | 42 |
| Figura 10. Cadastro da propriedade..... | 43 |
| Figura 11. Formatos de exportação da informação | 43 |
| Figura 12. Arquitectura do LizMap Web Client. Fonte (3liz, 2013) | 44 |
| Figura 13. Construção de um projecto/mapa no Quantum GIS. | 46 |
| Figura 14. Configuração e publicação da informação no LizMap plugin. | 46 |
| Figura 15. Painel de autenticação da plataforma LizMap..... | 47 |
| Figura 16. Administração dos projectos do repositório de Portugal. | 47 |
| Figura 17. Layout final do cliente web LizMap..... | 48 |
| Figura 18. Interação da plataforma com os dados..... | 48 |
| Figura 19. Barra de ferramentas da aplicação. | 49 |

1. CAPÍTULO I

1.1. Introdução

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito de um estágio realizado na Cimpor, Cimentos de Portugal SGPS e teve como objectivo a modelação e construção de uma base de dados com informação geográfica de todas as áreas de matérias-primas do grupo, dispersas pelo globo, compilando toda a informação existente até à actualidade. A base de dados a implementar deveria ser capaz de dar resposta a uma gama bastante alargada de questões pertinentes à gestão das matérias-primas, constituindo-se como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão por excelência, no seio do negócio do cimento.

Este documento descreve em quatro capítulos as etapas do projecto de construção da base de dados geográficos para a gestão das matérias-primas do grupo Cimpor. Assim, no primeiro capítulo é feita uma análise preliminar do problema, explorando tanto o seu contexto como a informação disponível para o resolver. No segundo capítulo apresenta-se o modelo conceptual de dados, as etapas que constituem a modelação dos dados e, de forma detalhada, caracteriza-se a toda a informação que integra a base de dados.

O terceiro capítulo trata da implementação da base de dados, das formas de carregamento dos dados, com recurso a ferramentas como a de ETL espacial (Extract, Transform and Load), dos programas e software utilizados para o efeito e da disponibilização da informação na web, numa interface web-sig desenvolvida localmente.

O quarto e último capítulo é focado na análise dos resultados alcançados, na análise crítica ao projecto, nos objectivos atingidos, tendo em conta a proposta inicial, e nas propostas de desenvolvimento futuro. Este é o capítulo das conclusões.

1.2. Objectivos

O centro técnico do grupo Cimpor (Cimpor-TEC), na área de actuação da engenharia e tecnologia, concebeu desenvolver uma ferramenta de apoio às actividades da área de geologia e matérias-primas, centrada num Sistema de Informação Geográfica, para compilar e gerir toda a informação sobre as matérias-primas do grupo Cimpor. Esta teve como objectivo servir de suporte diário face às solicitações dos clientes do centro técnico (fábricas), integrando e compilando informação dispersa, em diversos formatos, num repositório único e centralizado. Neste âmbito, são identificados os seguintes requisitos base pela Cimpor-Tec, que permitem fazer nascer o projecto:

- Sistematização da informação legal e técnica das matérias-primas numa base de dados georreferenciada.

- Acompanhamento contínuo da situação legal das licenças mineiras.

- Maior rapidez de resposta a solicitações de informação sobre matérias-primas.

Com o amadurecer do projecto foram surgindo novas ideias que complementam o objectivo inicial, tanto na parte conceptual como no âmbito de utilização. O conceito inicial evoluiu, ainda antes dos primeiros avanços na modelação dos dados, para uma estrutura de disponibilização da informação através de um *browser* e não apenas através de uma aplicação *desktop*. Com o objectivo de implementar uma ferramenta *web*, pretende-se disponibilizar a informação a toda a empresa, ao invés de centralizar apenas numa das áreas, o Centro Técnico. Pretende-se que, em plena fase de utilização, todos os utilizadores acessem à informação através das suas credenciais na empresa, o que implica estabelecer a ligação com o sistema de autenticação implementado na empresa. Os acessos à plataforma, as restrições de segurança e a manutenção do *hardware* onde a aplicação é instalada ficam, assim, a cargo do departamento de informática da empresa.

A necessidade de disponibilizar informação geográfica tem como problema prévio a organização dos dados, uma vez que existem diversas fontes e estes estão em diversos formatos. Para partilhar informação geográfica com todas as delegações (fábricas) do Grupo, dispersas pelo globo, e considerando as fortes restrições orçamentais que a Europa, e em particular Portugal, enfrentam, é importante otimizar recursos e meios para aumentar a produtividade e reduzir o tempo despendido em cada processo. Assim, para fazer face a esta premissa, a empresa pretende adoptar uma solução simples, robusta e economicamente viável, que consiga dar resposta às seguintes solicitações:

- Gerir e visualizar dados espaciais numa plataforma *web*, com acesso controlado por perfil de utilizador, e permitir, numa primeira fase, a disponibilização da localização geográfica das pedreiras, áreas de exploração, estudos de impacto ambiental, sondagens geológicas, cartas geológicas, assegurar o controlo de licenças e aceder à informação de reservas.

- Compilar, validar e uniformizar os dados relativos às áreas de matérias-primas de todas as fábricas do grupo.

- Agilizar e automatizar o processo de criação de mapas temáticos e gerar relatórios com toda a informação considerada importante.

- Estabelecer ligações com as bases de dados existentes na empresa, de modo a facilitar a integração de informação proveniente de várias áreas.

A base de dados geográficos, e por último a plataforma web-sig, tem como objectivo fornecer informação geográfica aos diversos grupos de utilizadores da empresa. Como referido anteriormente, a integração de uma plataforma web-sig permite o acesso através da estrutura hierárquica definida na empresa, ficando todas as questões técnicas desta ligação a cargo do departamento de informática.

A arquitectura da solução é apresentada nas seguintes categorias:

- Armazenamento
- Manipulação
- Visualização

O armazenamento engloba toda a construção, modelação e carregamento da base de dados. A manipulação está directamente associada à utilização de ferramentas *desktop* para aceder, gerar nova informação e realizar análises aos dados, no entanto, também pode ser uma etapa auxiliar importante no carregamento da base de dados. A visualização está relacionada com a consulta directa aos dados, sem possibilidade de manipulação, através de uma plataforma web.

1.3. Planeamento do Projecto

No início do projecto foi criado um cronograma de actividades faseado, que define os objectivos a atingir com o decorrer dos trabalhos. As fases são as seguintes:

- **1ª Fase (6 meses) – Janeiro – Junho 2012**
 - a. Construir a estrutura da base de dados – até dia 28 de Fevereiro de 2012.
 - b. Uniformizar e carregar toda a informação do centro de produção de Alhandra – data limite 30 Maio de 2012.
 - c. Fazer testes e validar dados – data limite 15 Junho de 2012.
 - d. Elaborar um manual de instruções – data limite 30 Junho 2012.
- **2ª Fase (6 meses) – Julho 2012 – Dezembro 2012**
 - a. Compilar, uniformizar e carregar a informação das unidades orgânicas da Ibéria
- **3ª Fase (6 meses) – Janeiro 2013 – Junho 2013**
- Compilar, uniformizar e carregar a informação das unidades orgânicas da Bacia do Mediterrâneo.

- **4ª Fase (6 meses) – Julho 2013 – Dezembro 2013**

- a. Compilar, uniformizar e carregar a informação das unidades orgânicas da África Austral e Ásia.

O cronograma acima mencionado foi elaborado em Dezembro de 2011 e cumprido até Julho de 2012, altura em que a OPA (Oferta Pública de Aquisição) bem-sucedida da empresa brasileira Camargo Corrêa sobre a Cimpor, alterou a estrutura organizacional da empresa. Ultrapassada a fase formal da OPA, a empresa foi envolvida num clima de alguma incerteza natural, depois de um processo deste tipo. As prioridades de então deixaram de as ser e moveram-se esforços dar resposta operacional às necessidades de informação dos novos accionistas, que acabavam de adquirir uma empresa com grande presença mundial. Assim, do universo inicial de doze países (*Portugal, Espanha, Marrocos, Egipto, Tunísia, Índia, Cabo Verde, África do Sul, Moçambique, Brasil, Turquia e China*) fazem parte do Grupo InterCement (InterCement, 2013) sete países em operação (*Argentina, Brasil, Portugal, África do Sul, Moçambique, Egipto e Cabo Verde*) a que se juntam mais dois projectos em desenvolvimento (*Paraguai e Angola*).

Consumada a OPA segue-se-lhe um processo de integração que abrange todos os países da nova realidade Cimpor, promovida pela nova accionista maioritária InterCement. O processo de integração tem como objectivo dar a conhecer as novas metodologias de trabalho e integrar os técnicos nelas. Em relação ao planeamento definido no início, foi necessário reajustar as metas e discutir o projecto com operacionais técnicos do centro técnico brasileiro. Depois de algumas reuniões e debates sobre a metodologia que o projecto SIG estava a seguir, sobre o seu âmbito de utilização e objectivos, foi possível construir um modelo conceptual aplicável à nova realidade e sempre projectado para todo o universo do Grupo.

Tendo em conta todos estes acontecimentos, foi criado um novo cronograma e redefinidos os objectivos iniciais, cuja nova ordem é a seguinte:

- **Janeiro 2013 a Dezembro 2013**

1. Unificar a estrutura da base de dados com os técnicos do Brasil
2. Carregar toda a informação das fábricas da Cimpor
3. Disponibilização da informação a todos os colaboradores da InterCement-Cimpor através de um Web-SIG
4. Realizar formação para a gestão da plataforma
5. Desenvolver manuais de instruções para a plataforma

Comparativamente com o cronograma apresentado inicialmente é dada mais liberdade de actuação entre as tarefas, sendo que, os objectivos finais são um pouco mais exigentes. De

referir que, muito do trabalho que já tinha sido realizado em países que entretanto deixaram de fazer parte da nova realidade da empresa, caiu por terra, e a sua utilização será apenas para efeitos de histórico. Nos países que se mantiveram, o trabalho realizado foi reaproveitado e, em alguns casos, reciclado, originando novos atributos. O novo cronograma e a interacção com os técnicos do Brasil originam uma nova estrutura de informação.

1.4. A empresa Cimpor: Estrutura, organização e área de negócio

A Cimpor é uma indústria de produção de cimento, muito voltada para a engenharia pesada (eng. Mecânica, eng. Química, eng. Hidráulica, geologia) e desenvolve e promove esforços no desenvolvimento de acções de investigação científica, tecnológica e outros domínios da ciência e da engenharia. Neste sentido, e por se tratar de uma entidade multinacional, mantém-se na vanguarda da tecnologia, quer por meio de actualizações, quer pela criação de processos internos que permitem fazer crescer a empresa.

O actual encadeamento de processos e a capacidade de aprendizagem interna permitiram fazer nascer uma nova oportunidade de desenvolvimento tecnológico, voltado para as ciências geográficas.

Em termos organizacionais, segundo Fonte da Cimpor, o Grupo encontra-se estruturado por Áreas de Negócios, correspondentes aos diferentes países onde desenvolve actividade ou onde detém participações minoritárias. As referidas áreas de negócio agrupam-se, por sua vez, em grandes regiões, a saber, actualmente:

- Península Ibérica
- Bacia do Mediterrâneo
- América Latina e África Ocidental
- Sul de África

Dentro de cada Área de Negócios, as diversas actividades desenvolvidas estão organizadas por produto, sendo a actividade principal a produção e comercialização de cimento.

Enquanto *holding* do Grupo, a Cimpor-Cimentos de Portugal SGPS, SA, é responsável pelo seu desenvolvimento estratégico – designadamente no que respeita a todo o seu processo de internacionalização – e pela gestão global do conjunto das diferentes Áreas de Negócios, garantindo a respectiva cooperação em matéria de recursos financeiros, técnicos, humanos e outros, segundo os critérios e orientações que, de acordo com os grandes objectivos do grupo,

emanam do Plano Estratégico (a cinco anos) revisto e aprovado anualmente pelo Conselho de Administração (Fonte: Cimpor).

A organização societária de cada Área de Negócios é adaptada às características e condições das respectivas actividades, bem como ao sistema legal vigente em cada país. Muito antes desta organização complexa e especialmente voltada para uma actuação internacional, a empresa tem a sua génese no ano de 1890, que, segundo Santos, *et al.* (2001), iniciou um ponto de viragem na caminhada do fabrico do cimento Portland artificial em Portugal. À época, António Teófilo de Araújo Rato, dedicado ao comércio de materiais de construção, entre os quais o cimento importado, tomou a decisão de construir em Alhandra, nesse ano, uma fábrica de cimento Portland (artificial) que, pela sua qualidade e preço, pudesse reduzir significativamente a importação desse produto.

Ainda segundo o mesmo autor, a fábrica, que se apresenta na figura seguinte, com capacidade de produção de 6000 toneladas por ano, patenteada por Alvará Régio a 24 de Abril de 1894, marcou o nascimento da verdadeira indústria cimenteira nacional.

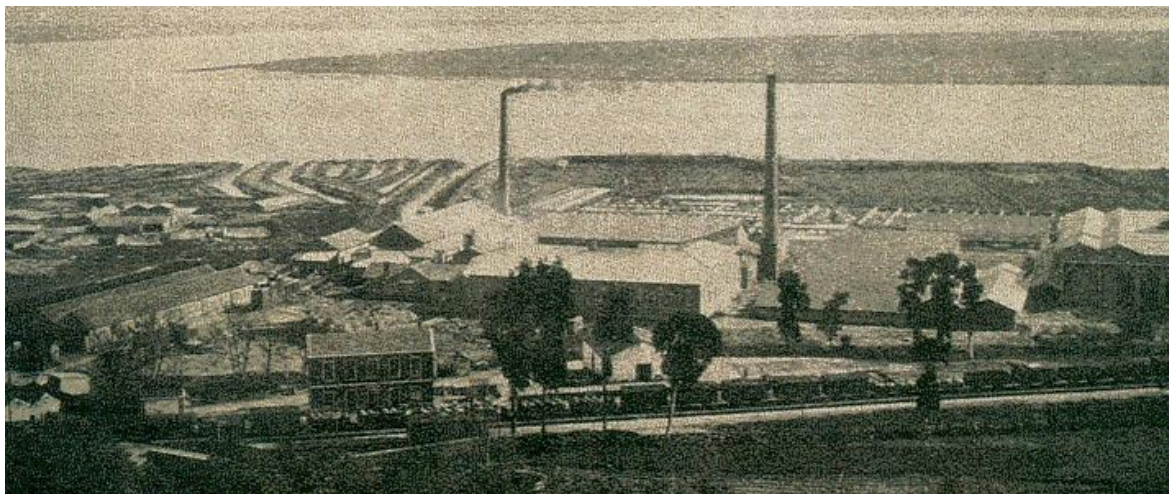


Figura 1. Fábrica de Alhandra em 1894. Fonte: Cimpor (Cimpor, 2013).

O cimento marca “**TEJO**” foi lançado no mercado no final de 1894 e, apesar de muitas dificuldades técnicas e financeiras, António Teófilo de Araújo Rato soube consolidar a indústria para o *século XX* e criou as bases necessárias que a tornaram numa das empresas mais importantes no mercado mundial do cimento. Com a integração da InterCement a área de negócio principal, o cimento, não sofreu alterações em relação às orientações seguidas pela Cimpor e continua a ser a actividade principal e a maior aposta em termos futuros.

Focada na área de negócio do cimento, a base de dados geográficos tem como objectivo contribuir de forma activa para o desenvolvimento sustentado do negócio, possibilitando o acesso a informação proveniente de diversos formatos, unificada num único repositório.

Um contributo importante, associado à centralização da informação, está na sobreposição de diferentes camadas de informação sobre uma área em análise que, de outra forma, seria difícil de conseguir. Antes, a sobreposição de diferentes camadas de informação era feita com recurso a um mesa de desenho e esta era feita manualmente, com desenhos impressos em pequena escala e com recurso a papel vegetal. Este processo é pouco produtivo, é moroso e não permite intersectar da melhor forma toda a informação que se dispõe.

Pretende-se que os decisores possam dispor da informação geográfica de modo a sobrepor as diferentes camadas de informação para obter respostas às questões estratégicas, que fomentam o desenvolvimento da empresa. Essas questões podem ser como as seguintes:

- Qual a área total de uma licença?
- Qual o número de sondagens que estão dentro de uma área licenciada?
- Qual a distância das pedreiras às vias de comunicação?
- Qual a distância das pedreiras às fábricas?
- Qual o percurso de menor custo da pedra para a fábrica, utilizando o transporte rodoviário?
- Existe ocupação humana dentro da área licenciada? Se sim, qual a área ocupada e quantas toneladas de reservas a empresa perde?
- Onde localizar uma nova fábrica, tendo em conta a geologia, as condicionantes ambientais, as vias de comunicação, a distância às matérias-primas, a distância à ocupação humana, a presença de recursos hídricos e o declive do terreno?
- Qual a área para onde uma pedreira pode expandir a sua actividade e qual a quantidade de reservas da nova área?
- Qual a alternativa mais económica para construir um caminho para transporte de material dentro de uma pedreira, tendo por base o levantamento topográfico?

As questões que se apresentam têm por objectivo identificar o contributo de uma base de dados geográficos para a área de negócio do cimento, uma vez que a grande maioria dos dados possui atributos geográficos. No panorama de grande competitividade e de crise económica, este tipo de análises fornece aos decisores e aos técnicos, informação detalhada, que permite uma primeira abordagem mais rigorosa em gabinete, antes de partir para o terreno em viagem ou equacionar um novo investimento. Em última análise, a compilação e organização da informação numa base de dados geográficos permite otimizar e economizar tempo, recursos e meios.

2. CAPÍTULO II

2.1. Introdução

Neste capítulo é apresentada uma pequena abordagem aos princípios gerais da modelação de dados geográficos e de uma base de dados geográficos. É abordada a temática da modelação dos dados espaciais e dos sistemas de coordenadas adoptado no projecto, assim como o modelo conceptual e as etapas que constituem a modelação dos dados. Por último, caracteriza-se de forma detalhada, toda a informação que constitui a base de dados.

2.2. Princípios gerais em SIG

Segundo Borges, *et al.* (2004), os dados armazenados numa base de dados de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) disponibilizam uma versão simplificada da superfície da Terra. Os dados georreferenciados podem ser organizados por um SIG, utilizando diferentes critérios, por exemplo, mapas temáticos ou objectos espaciais. Cada *layer* temática pode ser guardada utilizando um formato de dados apropriados, dependendo da sua natureza e do objectivo da sua utilização.

2.3. Representação espacial da realidade

A modelação de dados espaciais pode ser definida como a representação gráfica dos dados de uma área de interesse ou aplicação. Segundo Rolf, *et al.* (2001), um modelo de dados é a representação simplificada de uma entidade física, de uma estrutura, de um processo, ou de um fenómeno e tem como objectivo a análise do seu comportamento em situações específicas, com um objectivo específico. Segundo Borges, *et al.* (2004), um modelo de dados tem como objectivo transmitir claramente o significado dos dados e o relacionamento entre eles. Ainda segundo o mesmo autor, analogamente, um modelo de dados espaciais pode ser definido como aquele que representa as relações entre os dados passíveis de representação espacial. Segundo os autores supra citados, um modelo de dados espacial é a representação simplificada e sistemática das relações espaciais entre as entidades físicas, que definem uma estrutura, um processo ou um fenómeno que pode ter como objectivo a análise do comportamento das relações espaciais destas entidades.

Segundo Neteler e Mitasova (2008), os dados georreferenciados incluem uma componente espacial que descreve a distribuição de um fenómeno geográfico e uma componente de atributos utilizada para descrever as suas propriedades. Segundo este autor, a componente

espacial pode ser representada utilizando uma de duas aproximações básicas, como se apresenta na figura 2, e se enumeram agora:

- Representação do campo, em que cada ponto distribuído regularmente sobre um elemento de área no espaço tem um valor atribuído, conduzindo ao modelo *raster*.
- Representação de objectos geométricos, onde as entidades geográficas são definidas por linhas, pontos ou polígonos, definidos por coordenadas, levando ao modelo de dados vectorial.

A figura seguinte, extraída do mesmo autor, ilustra os conceitos supra apresentados.

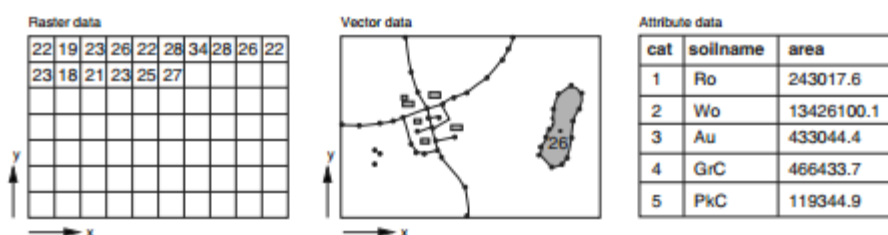


Figura 2. Modelo de dados, *raster*, vector e atributos. Fonte: Neteler e Mitasova (2008).

Na figura 2 são apresentados três quadros que ilustram, da esquerda para a direita, o modelo de dados *raster*, o modelo de dados vectorial e os atributos, que são descritivos deste último. Na literatura os modelos de dados *raster* e vectorial são referidos como formato de dados *raster* e vectorial.

Para realmente perceber os benefícios de cada um deles é benéfico compreender as suas propriedades básicas e aplicações. Tal como referido por United Nations (2000), o *raster* está mais vocacionado para a representação de campos contínuos (modelos de elevação, temperatura, concentração de poluentes). A sua maior vantagem é a simplicidade, quer em termos gestão de dados quer na utilização de algoritmos complexos de análise e modelação, incluindo a álgebra de mapas, no entanto não é particularmente eficiente para redes e outros tipos de dados dependentes de linhas, com propriedades de limites.

O modelo de dados vectorial é utilizado para representar áreas, linhas e polígonos, como referido acima. Os autores Neteler e Mitasova (2008), referem que o modelo vectorial é baseado na representação arco-nó, onde o arco é guardado como uma série de pontos dados por coordenadas (x,y) ou (x,y,z). Os dois pontos finais de um arco são chamados de nós, enquanto que os pontos ao longo de uma linha são chamados de vértices. Os arcos formam entidades designadas de linhas (caminhos de ferro, estradas) ou áreas (edifícios, limites

administrativos). As entidades lineares e poligonais são desenhadas por linhas que conectam os pontos, definindo um segmento de arco.

Em adição à informação das coordenadas, o modelo de dados vectorial inclui informação acerca da posição relativa de cada entidade, assim como a descrição da geometria e dos atributos dos dados. Os atributos são dados descritivos de uma entidade que são geridos fora ou dentro de uma base de dados geográficos. No caso de estar guardada numa base de dados, esta utiliza as coordenadas correspondentes ou números identificadores para associar os atributos aos dados geográficos.

2.4. Bases de dados geográficos

Existe um grande número de sistemas de gestão de bases de dados, mas apenas alguns destes suportam guardar dados geográficos nas bases de dados, como são o exemplo do Postgis (o mais popular), SQLite (sqlite, 2013), MySQL (mysql, 2013), o Oracle Spatial (Oracle, 2013) e Sql Server 2008 Spatial (Microsoft, 2013).

Segundo Longley, *et al.* (2004), uma base de dados geográficos guarda informação geográfica dentro de um Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD). Uma base de dados geográficos suporta capacidades avançadas, como as redes geométricas e lógicas, curvaturas, multi-linhas complexas e entidades definidas pelo utilizador. São os equivalentes modernos às *shapefiles* guardadas num SGBD, suportam uma grande diversidade de objectos que têm a geometria como atributo. As entidades e as tabelas de atributos podem ser relacionadas com outras, o que permite utilizar os atributos para simbolizar a entidade, adicionar uma etiqueta, ou realizar pesquisas à entidade geográfica.

A definição apresentada por Gutting, R. (1994) identifica uma base de dados geográficos como um SGBD que oferece tipos de dados espaciais no seu modelo de dados, linguagem de pesquisa e suporta tipos de dados espaciais na sua implementação, oferecendo índices espaciais e métodos de junção espacial. Em complemento, estas bases de dados possuem operadores internos para computar as distâncias entre objectos geométricos (pontos, linhas, polígonos) num espaço 2-D ou 3-D e numa superfície esférica aproximada à superfície da Terra. Por último, Obe e Hsu (2011) descrevem que uma base de dados espaciais define tipos de dados especiais para os objectos geométricos e permite guardar dados geométricos em tabelas normais. Disponibiliza ainda funções especiais e índices espaciais para a pesquisa através da linguagem SQL.

Em suma, a grande vantagem de utilizar uma base de dados espacial reside nas colunas, índices e funções espaciais, que não estão presentes numa base de dados comum.

2.5. Definição do sistema de coordenadas

A componente espacial da informação geográfica é normalmente referenciada em sistemas de coordenadas resultantes de projecções cartográficas (Gonçalves, A. 2008).

Esta componente distingue os sistemas de informação geográfica dos outros tipos de sistemas de informação. Independentemente da forma como a informação é estruturada ou apresentada, a atribuição de coordenadas a pontos é indissociável do processo de representação geográfica.

Na superfície da Terra essas posições são medidas em coordenadas geográficas – latitude e longitude, porém, numa aplicação SIG, podem ser medidas num sistema de coordenadas plano e bidimensional, que descreve a distância a partir da origem (0,0) ao longo dos eixos horizontal (X) e vertical (Y), que representam respectivamente o eixo Este/Oeste e Norte/Sul, segundo Matos (2008).

O sistema de coordenadas pode ainda ser definido sobre uma esfera ou um elipsóide, evoluindo para um sistema de coordenadas geográficas, ou projectando a esfera numa superfície plana, dando origem a um sistema de coordenadas cartográficas, segundo Neteler e Mitasova (2008).

A Cimpor, empresa InterCement, tem uma presença em cinco países, como referido anteriormente. Actualmente, a informação partilhada entre as delegações está em sistemas de coordenadas diferentes, quase todos sistemas locais, de acordo com a legislação vigente em cada país, para efeitos de licenciamento. Para contornar esta situação, os técnicos da empresa optaram por adoptar um sistema de coordenadas global, para que a partilha de informação entre as diversas delegações saísse beneficiada.

A base de dados geográficos tem como objectivo compilar e unificar a informação dispersa, dos vários países, num único repositório, por isso, o sistema de coordenadas a adoptar terá que responder, também, a esta exigência.

O sistema de coordenadas adoptado, à semelhança da metodologia de trabalho do Grupo, é baseado no elipsóide WGS84 (World Geodetic System - 1984) e numa projecção conforme UTM (Universal Transverse Mercator).

O sistema U.T.M. é um sistema de representação que abrange toda a terra, com a excepção das zonas polares. Está relacionado com a unidade de medida em metros

Segundo Catalão, J. (2010), no sistema U.T.M. a superfície da Terra compreendida entre os paralelos 84° N e 80° S é dividida por uma série de meridianos, regularmente intervalados de 6° em 6°.

O sistema U.T.M. é constituído por 60 fusos, cada um deles identificado por um número de 1 a 60, a partir do anti-meridiano de Greenwich (longitude 180°) e crescendo para leste.

A fim de se evitar coordenadas negativas, cada fuso possui os seus próprios eixos de referência. Os eixos de referência são constituídos pela meridiana central do fuso, no qual se atribui uma distância fictícia à meridiana de 500000, para evitar coordenadas negativas a oeste do meridiano central (Matos, 2008).

No equador, por razões semelhantes, atribui-se uma distância fictícia à perpendicular de 0 ou 10 000 000 metros, conforme se referir às zonas Norte ou Sul.

Este sistema permite trabalhar sempre com coordenadas positivas, como referido anteriormente, e tal facto pode trazer vantagens na partilha de informação entre os técnicos da empresa, na perspectiva de um utilizador menos experiente.

Referindo as características mencionadas acima, todos os pontos de um dado fuso situado a leste do seu meridiano central terão uma distância à meridiana superior a 500 000 metros. Se uma zona está situada no hemisfério Norte, a distância fictícia à perpendicular de qualquer dos seus pontos é superior a 0 metros, enquanto se estiver no hemisfério Sul é inferior a 10 000 000 metros.

Assim, este sistema cria uma malha de quadrados em que as linhas N-S são todas paralelas à meridiana respectiva, ou seja, meridiana central do fuso, e cujas linhas são perpendiculares às primeiras. Esta malha constitui a quadrícula militar de referência U.T.M. (Catalão, J. 2008).

Para as aplicações SIG é importante perceber que cada zona UTM tem uma projecção diferente. Combinar mapas de diferentes zonas UTM num único mapa com uma zona UTM (o que é relativamente fácil recorrendo ao software SIG) resulta em distorções significativas na localização, distância e forma dos objectos que são originários de outras zonas. Para contornar este problema, deve projectar-se os dados noutra sistema.

O sistema de coordenadas adoptado para a representar todas as zonas no mesmo mapa foi o sistema de coordenadas WGS 84/Pseudo-Mercator, conhecido internacionalmente por "*Spheric Mercator projection coordinate system*".

A opção por este sistema de coordenadas baseia-se na utilização das imagens de satélite disponibilizados pelo Google Maps (Google, 2013), Bing Maps (Bing, 2013) e OpenStreetMap (OpenStreetMap, 2013) como mapas de base, que popularizaram a utilização deste sistema ao disponibilizarem os seus dados na web.

A utilização das imagens de satélite, como temas de base, possui grandes vantagens na sobreposição da informação sobre o terreno e auxilia o processo de validação dos dados, por isso, é de todo conveniente a utilização do mesmo sistema de coordenadas na sobreposição da informação à escala global.

2.6. Modelação de dados geográficos

Segundo o trabalho do autor Charneca, N.(2012), citando (OGC, 2003; ISO 19107, 2003), a modelação dos dados geográficos consiste num processo de declaração de sistemas do mundo real através da representação geográfica das entidades reais que o constituem, válidos para um domínio técnico ou científico.

A modelação dos dados é uma fase de grande importância num projecto de SIG, principalmente nos sistemas que utilizam bases de dados. Alguns autores, como Charneca, N (2012) e Albuquerque e Borges (2002), identificam três fases no projecto de modelação, que são: (i) Modelo de Dados Conceptual – primeiro nível do projecto, a modelação está relacionada com a maneira com que o observador vê o mundo. É um esquema normalmente representado graficamente e sem detalhe. Os autores afirmam que deste nível de abstracção fazem parte o modelo de entidade-relação e os modelos baseados na orientação a objectos, como o UML (Unified Modeling Language) e OMT (Object Modeling Technique). No caso dos dados espaciais surge uma nova forma de modelação, baseada no OMT, que dá pelo nome de Geo-OMT.

(ii) No modelo de dados Lógico, que se segue ao modelo conceptual, é onde são mapeadas as estruturas como tabelas ou registos, dependendo de ser um dos seguintes modelos: Modelo Relacional, onde os dados e os relacionamentos são representados por uma colecção de tabelas, o Modelo de Rede, onde os dados são representados por colecções de registos e os relacionamentos entre eles são representados por ligações e, por último, o Modelo Hierárquico, muito semelhante ao modelo de rede, mas com uma representação organizada por colecções arbitrárias de grafos.

(iii) O último nível é, portanto, o modelo de dados físico, onde se descreve com maior detalhe o nível de implementação da base de dados, tal como a organização das entidades e o método de acesso.

Os autores Ramakrishnan e Gehrke (2000, 2002), consideram que o modelo de dados conceptual é normalmente apelidado de modelo lógico, por isso, integram o nível de abstracção conceptual e lógico na mesma camada. Identifica também três níveis de abstracção, na representação do modelo de dados, que são as seguintes: Modelo Conceptual, Modelo Físico e Modelo externo. Aqui, o modelo externo é utilizado para costumizar e permitir o acesso aos dados, por parte dos utilizadores, individuais ou em grupos. Está mais relacionado com o funcionamento do SGBD.

Segundo Borges, et al.(2004), na sua abordagem aos níveis de abstracção dos dados geográficos acrescenta alguns níveis, em relação aos autores anteriores, e refere que o primeiro nível se refere ao nível do mundo real, o segundo à representação conceptual, o terceiro é o nível de apresentação e por último surge o nível de implementação. Em comparação com os autores anteriores apresenta mais um nível de abstracção.

A descrição supreamencionada tem como objectivo caracterizar, de forma genérica, as fases da modelação dos dados geográficos.

Os modelos de dados servem para descrever os dados, as suas inter-relações, semânticas e constrangimentos de dados. Segundo os autores mencionados, pode-se afirmar a existência de três grupos diferentes, que são os seguintes:

1. Modelo conceptual
 - a. Modelo entidade-relação
2. Modelos lógicos
 - a. Modelo hierarquico
 - b. Modelos de redes
 - c. Modelo relacional
 - d. Modelo orientado a objectos
3. Modelos físicos

2.6.1. Modelação conceptual dos dados

Como referido anteriormente, o modelo conceptual dos dados é o primeiro nível do projecto e está relacionado com a forma como o observador vê o mundo.

A identificação das entidades que o constituem foi elaborada de forma a disponibilizar uma representação gráfica, pouco detalhada, em formato hierárquico, de acordo com a estrutura de organização interna da empresa e com nível de detalhe pretendido em cada nível de representação.

Assim, tendo em conta o especificado, são identificados quatro níveis de representação, que se detalham de seguida.

Nível 0 (zero) – abordagem mais genérica aos dados, primeiro nível de representação da informação. Neste nível são identificados os países que constituem o universo de atuação da empresa e que estão directamente relacionados com a área de negócio do cimento. Neste nível de informação são também identificadas as entidades que, não contendo atributos geográficos, são as directrizes de actuação transversal a todo o grupo, nomeadamente no que respeita a informação da síntese de reservas (classificação das reservas de matérias-primas) e aos casos de estudo existentes no grupo.

Nível 1 (um) – é o nível de detalhe de informação imediatamente abaixo do nível anterior e as entidades estão directamente associadas. São identificadas as Unidades Orgânicas (fábricas) que existem em cada país, assim como os ficheiros que, não possuindo um carácter regular em todos os países, possam estar directamente associados a uma Unidade Orgânica. Estes ficheiros podem conter atributos geográficos, enquadrando-se na categoria '*ficheiros georreferenciados*', ou podem ser apenas ficheiros de texto, imagens ou legislação, enquadrando-se na categoria '*ficheiros não georreferenciados*'. A criação destas duas categorias está directamente associada com a diversidade de informação existente nos diversos países, em que as realidades são muito diferentes. Assim, garante-se que nenhuma informação, independentemente do país, é deixada de parte e assegura-se uma estrutura universal para todos os países.

Nível 2 (dois) – neste ponto o objectivo é identificar todas as áreas de matérias-primas que pertencem às Unidades Orgânicas e associar, a estas, os dados das reservas disponíveis e dos consumos, por tipo de matéria-prima. Neste nível são identificadas todas as matérias-primas extraídas de uma pedreira, os volumes extraídos e as reservas existentes para que estes dados possam ser associados às Unidades Orgânicas.

Nível 3 (três) – é o último nível na hierarquia e é também o que possui mais diversidade de informação. Aqui foram identificadas as entidades que estão directamente associadas a uma ou a várias áreas de matérias-primas. Neste nível, pretende-se que a escala de representação seja muito mais detalhada, ao ponto de poder identificar com precisão os limites das entidades no terreno. O levantamento da informação, transversal a todo o grupo, permite identificar as seguintes entidades: *i) licenças mineiras*, licenças atribuídas pelas entidades reguladoras de cada país que confere autorização legal para uma área de exploração e define os seus limites através de coordenadas assinaladas no terreno, *ii) licenças associadas*, que se refere a todas as licenças associadas a uma área de matérias-primas, como licenças ambientais ou de prospecção, *iii) cadastro da propriedade*, que tem como objectivo mapear todos os terrenos envolventes a uma área, identificar o proprietário (Cimpor ou Privado), para permitir planear o possível crescimento de uma área de exploração e avaliar as reservas de matéria prima contida no terreno, *iv) configuração final de exploração*, que é, em termos legais, a configuração final da exploração da pedra depois de cumprida a exploração e esgotado o material explorável, *v) sondagens geológicas*, são furos efectuados em profundidade com o objectivo de fazer uma descrição geológica e química da matéria-prima, de modo a planear a exploração de uma pedra ou para encontrar novas áreas, *vi) reservas de matérias-primas*, que se refere à quantidade de matéria disponível para explorar ao longo da vida útil da pedra e *vii) os “ficheiros georreferenciados” e “não georreferenciados”* que, tal como definido para as Unidades Orgânicas, se referem às entidades que, não se enquadrando em todas as áreas do grupo, podem ser específicas de apenas um local ou de um país. Assim, tal como referido anteriormente, há a garantia que toda a informação relevante é mantida na base de dados, independentemente da sua origem.

Os níveis de informação detalhados acima são apresentados, se seguida, na figura 3. De referir que esta representação gráfica pretende disponibilizar uma primeira abordagem às entidades, de forma ainda pouco detalhada, tal como referido anteriormente.

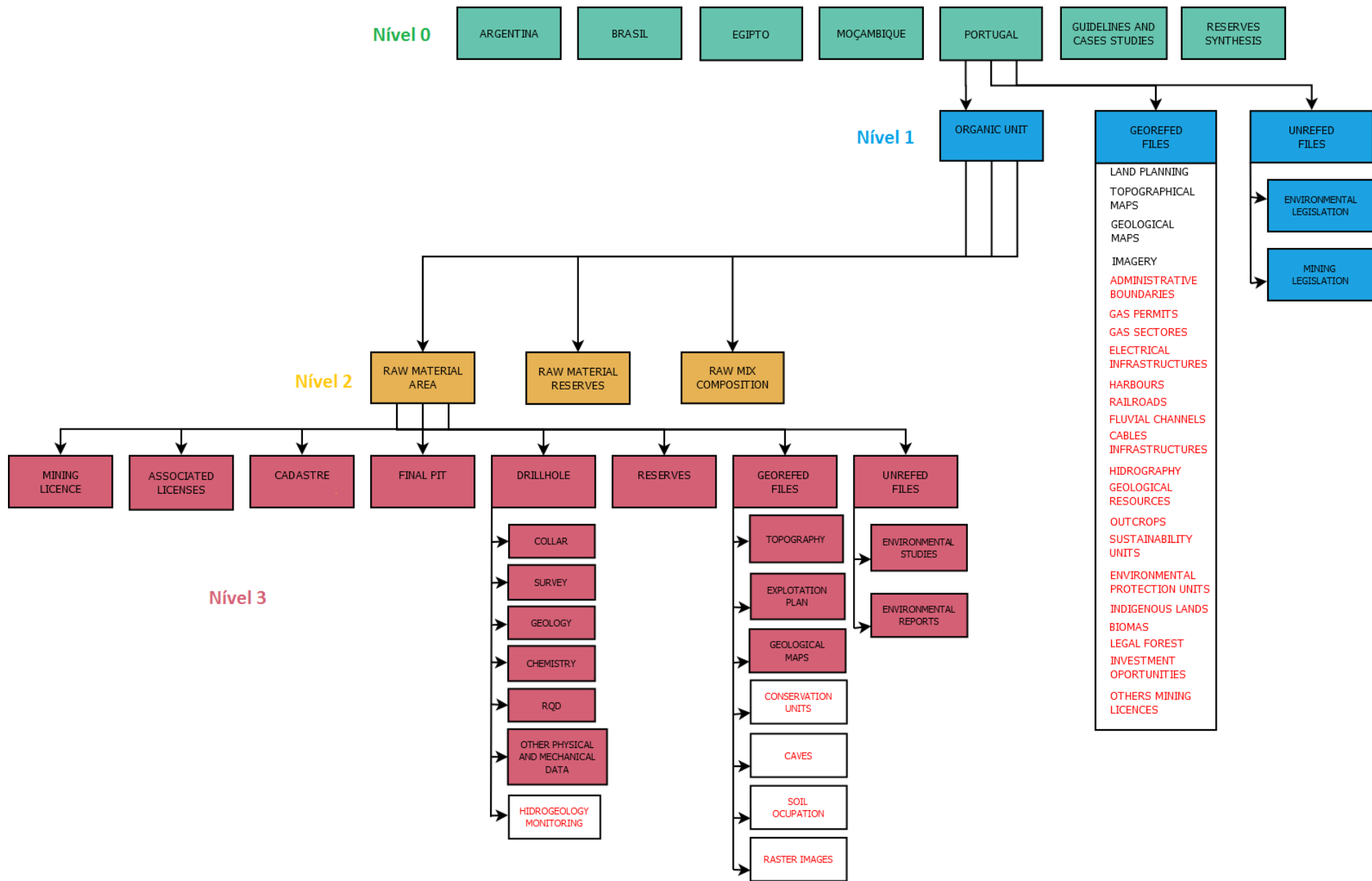


Figura 3. Primeira abordagem à representação das entidades.

2.6.2. Modelo lógico dos dados

O modelo lógico é a representação conceptual baseada na orientação a objectos, utilizando, para esse efeito, o UML (*Unified Modeling Language*), que é a linguagem sugerida pela *International Organization for Standardization* (ISO 19501) para a especificação dos modelos conceptuais e de aplicação de informação geográfica (ISO 19103 e ISO 19109). Tanto as normas ISO, como as especificações da iniciativa INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the Europe Community*), recorrem ao UML para especificar a representação geográfica e as características alfanumericas de fenómenos do mundo real.

A representação UML orientada a objectos oferece uma forma rápida de ver os elementos principais do modelo conceptual e os seus relacionamentos. A definição dos tipos de objectos espaciais, atributos e relacionamentos entre as entidades. Os utilizadores que interpretam com facilidade as representações temáticas mas que não estão familiarizados com o UML podem compreender o conteúdo do modelo de dados, que pretende ser, o mais simplificado possível. Podem ainda verificar se o modelo de dados contém toda a informação necessária, através da observação do modelo.

As relações são implementadas ao relacionar as entidades através dos seus atributos. Uma entidade é um objecto ou evento do mundo real sobre o qual desejamos manter um registo, enquanto um atributo é uma propriedade ou característica que descreve uma entidade, também chamado de campo. Um atributo é chave quando possui um valor único utilizado para identificar univocamente um registo na tabela (Ramakrishnan e Gehrke 2002).

O objectivo da representação do modelo de dados é conseguir (i) ilustrar a informação que compõe a base de dados, (ii) identificar os relacionamentos entre as entidades, (iii) compreender melhor o sistema que estamos a desenvolver, (iv) documentar as decisões tomadas, (v) especificar o comportamento e a estrutura do sistema e (vi) apresentar um diagrama padronizado da informação.

A caracterização detalhada das entidades e dos atributos que compõe a base de dados (descrita no ANEXO I) é precedida de uma pequena descrição de cinco campos, que são os seguintes: (i) **nome**, que se refere ao nome atribuído ao dados, (ii) **definição**, que contém informação genérica sobre os dados, (iii) **descrição**, com informação mais completa do que se pretende representar, (iv) **estado**, que permite identificar o estado de implementação da informação e se a informação migra da base de dados central do grupo ou é criada no decorrer do estágio, e (v) **geometria**, que identifica se a entidade modelada possui atributos geográficos ou não.

Para efeitos de representação do modelo lógico optou-se por simplificar a representação das entidades, retirando a caracterização exhaustiva dos atributos, remetendo para anexo, e identificando as relações existentes entre as entidades e a sua cardinalidade.

Dbq_QuarriesClassification

A tabela *dbo_quarriesclassification* está relacionada com a tabela *raw_material_areas*. Esta tabela possui uma relação de cardinalidade de 0..1, ou seja, a classificação das pedreiras pode ser associada apenas a um registo na tabela das áreas de matérias-primas, porém, pode a classificação das pedreiras esteja vazia, ainda sem área de matérias-primas. A relação lê-se no mínimo zero e no máximo 1. Esta tabela migra da base de dados central do Grupo e a sua pertinência está em manter os dados oficiais da classificação das pedreiras.

Dbq_Reserves

A tabela *dbo_reserves* está relacionada com a tabela *raw_material_areas*. A relação de cardinalidade existente é de 0..1, ou seja, as reservas estão associadas, no máximo, a uma área de matérias-primas. Também esta tabela migra da base de dados central do Grupo e, tal como a anterior, fornece os dados oficiais e actualizados.

Raw_Material_Areas

A tabela *raw_material_areas* está relacionada com a tabela *dbo_reserves*, *dbo_quarriesclassification* e com a tabela *raw_material_area*. A relação de cardinalidade com a tabela *dbo_reserves* é de 1..* (um para muitos), porque a classificação das reservas é feita com base no tipo de material explorado, e uma pedreira pode explorar vários tipos de matérias-primas, como calcário ou margá. A cardinalidade referente à relação com a tabela *dbo_quarriesclassification* é de 1..* (um para muitos), pela mesma justificação anterior, uma pedreira pode conter várias matérias-primas diferentes. No que se refere à relação com a tabela *raw_material_area*, que contém geometria do tipo polígono, a cardinalidade é de 1..*(um para muitos), uma vez que podem ser guardados mais do que um polígono referente à mesma área de matérias-primas.

Esta tabela foi criada para suprimir uma limitação existente ao não conseguir uma listagem única das pedreiras do grupo, sem que uma delas se repetisse. Ao ser criada permite a ligação com outras tabelas através do código identificador único da pedreira, que é o código utilizado na empresa para este efeito.

Raw_Material_Licence_Type

Esta tabela possui uma listagem de opções e está relacionada directamente com a tabela *associated_licences*. A relação de cardinalidade é de 1..*(um para muitos) visto que o mesmo tipo de licença pode pertencer a várias licenças. O seu objectivo é listar todos os tipos de licenças existentes para uma área de matérias-primas.

Associated_Licences

A cardinalidade desta tabela com a tabela *raw_material_licence_type* é de 0..1 (no mínimo zero e no máximo um). Uma licença associada só pode corresponder a um tipo de licenças, no entanto, pode acontecer que o tipo de licença ainda não possua valor. A tabela *associated_licences* está associada também com a tabela *raw_material_area* e é entidade fraca desta, uma vez que a tabela das licenças associadas só existe se existir uma área de matérias-primas. Ao invés, uma área de matérias-primas pode conter várias licenças associadas. Esta tabela foi criada com o objectivo de guardar a listagem de todas as licenças em vigor que estão associadas a uma área de matérias-primas e que têm uma influência directa na exploração.

Final_Pit

A tabela *final_pit* (configuração final de exploração) está associada à tabela *raw_material_area* e possui a cardinalidade de 1, ou seja, possui uma única área de matérias-primas e no entanto é obrigada a ter uma área de matérias-primas. É uma entidade franca, que só existe se existir uma área de matérias-primas. A cardinalidade inversa, da tabela *raw_material_area* para a tabela *final_pit*, é de 1..* (um para muitos), pois uma área de matérias-primas pode conter uma ou várias configurações finais de exploração. A configuração final de exploração é uma figura legal que define os requisitos de exploração a seguir para atingir a configuração estabelecida.

Explotation_Status

A tabela *explotation_status* está directamente relacionada com a tabela *raw_material_area*. A sua cardinalidade é de 1..* (um para muitos) visto que a caracterização do estado da exploração pode corresponder a uma ou mais áreas. O inverso já não é possível, uma área de matérias-primas apenas pode corresponder a um estado de exploração, por isso, a cardinalidade da relação *raw_material_area* - *explotation_status* é de 0..1 (no mínimo zero e no máximo 1).

Esta tabela foi criada para listar o estado de exploração de todas as pedreiras do Grupo.

Geology_Lithology

A tabela *geology_lithology* está associada com a tabela *drillhole_database_geology* e descreve a litologia dos dados geológicos das sondagens. A cardinalidade da relação é de 1..* (um para muitos) uma vez que pode fornecer diversos dados de litologia a um único registo da tabela geologia. O inverso não acontece e, a cardinalidade da relação *drillhole_database_geology* com a tabela *geology_lithology* é de 0..1 (mínimo zero máximo um), ou seja, a geologia das sondagens pode estar associada, no máximo, a um registo litológico.

Drillhole_Database_Geology

A tabela *drillhole_database_geology*, além de estar associada à tabela *gology_lithology*, também está associada à tabela *drillhole_database_collar*, a tabela das sondagens. A sua cardinalidade com esta tabela é de 0..1 (mínimo zero máximo um), visto que os dados da geologia das sondagens apenas estão associados a uma sondagem específica e não a mais. Aqui são registados todos os dados da geologia de uma sondagem, cuja informação é muito importante para determinar a variação da rocha em profundidade.

Drillhole_Type

A tabela *drillhole_type* está associada à tabela *drillhole_database_collar*, tabela das sondagens, e a sua cardinalidade é de 1..* (um para muitos), ou seja, significa que está , ou pode estar, associado a várias sondagens. O inverso é diferente, cada sondagem só pode estar relacionada, no máximo, com um tipo de sondagens, por isso, a cardinalidade é de 0..1. Esta tabela foi criada com o objectivo de identificar todos os tipos de sondagens realizadas nas campanhas de sondagens.

Drillhole_Databse_Chemistry

A tabela *drillhole_database_chemistry* regista os dados químicos das sondagens e, por isso, está relacionada com a tabela *drillhole_database_collar*, a tabela das sondagens. A cardinalidade da relação é de 0..1 (mínimo zero máximo um) o que significa que a um valor da tabela dos dados químicos pode ser associado no mínimo a zero e no máximo a uma única sondagem. A relação inversa, que relaciona a tabela *drillhole_database_collar* com a tabela *drillhole_database_chemistry* é representada pela cardinalidade 1..* (um para muitos) visto que uma sondagem pode conter várias análises químicas.

Drillhole_Recuperation_Rqd

A tabela *drillhole_recuperation_rqd* foi criada para guardar os dados relativos à recuperação do material durante a realização de um furo de sondagem, por isso, está relacionada

directamente com a tabela *drillhole_database_collar*. A relação de cardinalidade é de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que significa que um valor de recuperação só pode ser associado, no máximo, a uma sondagem. A relação inversa permite associar uma sondagem a vários valores da recuperação do material, por isso, a cardinalidade é de 1..* (um para muitos).

Drillhole_Database_Survey

Esta tabela foi criada com o intuito de guardar os dados da inclinação média das sondagens realizadas, por isso, relaciona-se directamente com a tabela das sondagens. A cardinalidade da relação é de 0..1 (mínimo zero máximo um), isto quer dizer que, para cada valor da inclinação só pode estar associado no máximo uma sondagem. O contrário é diferente, é possível que, a uma sondagem, possam ser associados vários valores de inclinação. Esta relação tem uma cardinalidade de 1..* (um para muitos).

Drillhole_Database_Collar

A tabela das sondagens é onde se guardam os dados referentes às campanhas de sondagens realizadas e à localização das mesmas no terreno. A tabela *drillhole_database_collar* está relacionada com as tabelas, *drillhole_database_geology*, *drillhole_recuperation_rqd*, *drillhole_database_chemistry*, *drillhole_database_collar*, *drillhole_type*, como referido anteriormente, e com a tabela *raw_material_area*. A relação de cardinalidade da tabela *drillhole_database_collar* com *raw_material_area* é de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que significa que, cada sondagem realizada pode estar associada, no máximo, a uma área de matérias-primas. No processo inverso, uma área de matérias-primas possui uma relação de cardinalidade de 1..* (um para muitos) com a tabela das sondagens, ou seja, uma área pode conter uma ou várias sondagens.

Dbo_Elementos

A tabela *dbo_elementos* migra da base de dados central do Grupo e tem como objectivo designar os *stocks* de material estéril. Está relacionada com a tabela *waste_material* e a sua relação de cardinalidade é de 1..* (um para muitos), ou seja, uma designação pode estar associada a vários tipos de material estéril. A relação de cardinalidade existente entre a tabela *waste_material* e *dbo_elementos* é de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que significa que a um material estéril só pode estar associado, no máximo, um elemento classificativo do mesmo.

Waste_Material

A tabela *waste_material*, a par das relações mapeadas anteriormente, está ainda associada à tabela *raw_material_area* e tem como objectivo classificar as reservas de material estéril para

cada área de matéria-prima. A relação de cardinalidade existente é de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que quer dizer que o material estéril pode pertencer, no máximo, a uma área de matérias-primas. A relação inversa, entre a tabela *raw_material_area* e *waste_material*, tem a cardinalidade de 1..* (um para muitos), o que significa que uma área de matérias-primas pode ter vários *stock* de material estéril.

Transport_Type

A tabela *transport_type* foi criada para listar os tipos de transportes existentes e está relacionada com a tabela *transport*. A relação de cardinalidade existente é de 1..* (um para muitos), o que significa que um tipo de transporte pode estar associado a vários transportes mapeados na tabela. Na associação inversa, entre a tabela *transport* e *transport_type* a cardinalidade é de 0..1 (mínimo zero máximo um), ou seja, significa que um transporte só pode estar associado, no máximo, a um tipo de transporte.

Transport

A tabela dos transportes pretende mapear, em alguns casos, as distâncias percorridas e os meios de transporte utilizados para o fazer. Como referido, a tabela está relacionada com *transport_type*, mas também está relacionada com a tabela *raw_materia_area* e a cardinalidade é de 0..1 (mínimo zero máximo um) em que um transporte tem de estar, no máximo, associado a uma área de matérias-primas. No caminho inverso, uma área de matérias-primas pode ter associados a si vários transportes, o que culmina numa relação de cardinalidade 1..* (um para muitos).

Use_Type

A tabela *use_type* foi criada para listar um conjuntos de tipos de uso do solo. Esta tabela está directamente relacionada com a tabela *land_title_cadastre* e a sua relação de cardinalidade é de 1..* (um para muitos), o que significa que um tipo de uso do solo pode ter associado várias parcelas de terreno. Na relação inversa, a cardinalidade é de 0..1, ou seja, significa que uma parcela de terreno pode ter associado, no máximo, um valor de tipo de uso.

Administrative_References

A tabela *administrative_references* foi criada para lidar especialmente com as referências administrativas dos vários países, com base na terminologia portuguesa. Está relacionada com a tabela *land_title_cadastre* e a sua relação de cardinalidade é de 1..* (um para muitos), ou seja, uma área administrativa pode estar associada a várias parcelas de terreno. O processo de

relacionamento inverso possui uma cardinalidade de 0..1(mínimo zero máximo um),ou seja, uma parcela de terreno pode ter, no máximo, uma referência administrativa.

Ownership_Cadastre

A categorização dos proprietários dos terrenos cadastrais estão presentes na tabela *ownership_cadastre*. Esta tabela está associada com a tabela *land_title_cadastre* e possui uma relação de cardinalidade de 1..* (um para muitos), ou seja, uma categoria de proprietários pode estar associado a vários terrenos, mas o inverso já não se verifica, com a relação de cardinalidade a ser de 0..1 (mínimo zero máximo um), ou seja, uma parcela de terreno pode conter, no máximo, uma categoria de proprietários.

Land_Title_Cadastre

A tabela *land_title_cadastre* foi criada para guardar os dados referentes ao cadastro da propriedade e tem uma relação directa com as tabelas mencionadas, *use_type*, *administrative_references*, *ownership_cadastre*, cuja cardinalidade foi abordada, e com a tabela *raw_material_area*, onde possui uma cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um). Neste relacionamento, uma secção cadastral pode pertencer, no máximo, a uma área de matérias-primas. A relação inversa, da tabela *raw_material_area* para a tabela *land_title_cadastre*, possui uma cardinalidade de 1..* (um para muitos), o que possibilita a uma área de matérias-primas estar associada a várias parcelas de terreno.

Dbo_UnidadesOperacionais

A tabela *dbo_unidadesoperacionais* é uma cópia da tabela original presente na base de dados central do Grupo. Esta cópia tem como objectivo manter os campos originais e, acima de tudo, manter a informação oficial. Esta tabela está associada com a tabela *dbo_organic_units* e possui uma cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que indica que as características que contém apenas podem estar, no máximo, a uma fábrica. A relação inversa possui a cardinalidade de 1..* (um para muitos), ou seja, uma fábrica pode conter vários registos de características.

Indicators

A tabela *indicators* migra integralmente da base de dados central do Grupo e tem como objectivo fornecer indicadores detalhados para os consumos de matérias-primas. Está relacionada com a tabela *dbo_consumosmateriasprimas* e possui uma cardindalidade de 1..* (um para muitos), ou seja, um indicador pode estar associado a vários consumos. A relação inversa possui uma cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que significa que os

valores dos consumos de matérias-primas podem estar associados, no máximo, a um indicador.

Dbo_ConsumosMateriasPrimas

A tabela *dbo_consumosmateriasprimas* migra também da base de dados existente, para garantir que estamos a trabalhar com os dados oficiais.

Esta tabela está relacionada com a tabela *dbo_organic_units* e possui a cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um) por isso, os dados dos consumos podem estar associados, no máximo, a uma fábrica. Já a relação inversa possui uma cardinalidade diferente, de 1..*(um para muitos), o que significa que uma fábrica pode conter várias entradas de valores dos consumos.

Dbo_Organic_Units

A tabela *dbo_organic_units* foi criada para conter a listagem única de todas as fábricas do Grupo. Esta tabela está relacionada com as tabelas *dbo_unidadesoperacionais* e *dbo_consumosmateriaprimas*, como referido anteriormente, e também com a tabela *organic_unit*, com a qual possui uma relação de cardinalidade de 1..* (um para muitos). Esta relação significa que um valor da tabela *dbo_organic_units* pode estar associado a várias entradas da tabela *organic_unit* porque, esta última possui um atributo geográfico, do tipo polígono, e pode ter, para a mesma fábrica, vários polígonos. A relação inversa possui uma cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um), o que significa que um polígono ou registo da tabela *organic_unit* pode estar relacionado, no máximo, com um registo da tabela *dbo_organic_units*.

Raw_Mix_Composition

A tabela *raw_mix_composition* migra da base de dados do Grupo e regista os valores da composição da mistura no cru, que é obtido pela moagem das matérias-primas. Esta tabela está relacionada com a tabela *organic_unit* e possui uma cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um), ou seja, a composição da mistura pode estar associada, no máximo, a uma fábrica. A relação existente entre a tabela *organic_unit* e *raw_mix_composition* possui uma cardinalidade de 1..* (um para muitos), uma vez que uma fábrica pode conter várias composições do cru.

Organic_Unit

A tabela *organic_unit* foi criada para guardar os dados de todas as fábricas, a sua localização e geometria. Está relacionada com as tabelas anteriormente referidas, *raw_mix_compositon* e

dbo_organic_units, e também com a tabela raw_material_area e unrefered_files. A relação de cardinalidade com a tabela raw_material_area é de 1..* (um para muitos) visto que uma fábrica pode ser abastecida por várias pedreiras, mas o inverso possui uma cardinalidade de 0..1 (mínimo zero máximo um), uma vez que uma pedreira pode pertencer, no máximo, a uma fábrica. A relação de cardinalidade com a tabela unrefered_files é de 1..* (um para muitos), uma vez que uma fábrica pode conter associados a si vários ficheiros georreferenciados, mas cada ficheiro só pode estar associado, no máximo, a uma fábrica, o que significa que a relação de cardinalidade inversa é de 0..1(mínimo zer máximo um).

Unrefered_Type

A tabela unrefered_type foi criada para listar todos os tipos de ficheiros não georreferenciados disponíveis. Está relacionada directamente com a tabela unrefered_files e possui uma cardinalidade de 1..* (um para muitos), pois um tipo de ficheiro pode corresponder a várias ficheiros na tabela unrefered_files. A relação de cardinalidade da tabela unrefered_files para a tabela unrefered_type é de 0..1 (mínimo zero máximo um) uma vez que, a um ficheiro, só pode estar relacionado, no máximo, um tipo de ficheiro.

Unrefered_Files

Esta foi criada para guardar todos os ficheiros não georreferenciados e considerados importantes. Está associad à tabela unrefered_type, como referido anteriormente, à tabela organic_unit e à tabela raw_material_area. Possui uma cardinalidade de 0..1(mínimo zero máximo um) com todas as tabelas enumeradas e uma cardinalida inverda de 1..*(um para muitos) das tabelas para esta.

Raw_Material_Area

Esta tabela foi criada para registar os dados de todas as pedreiras do Grupo e está directamente associada com um grande número de tabelas, como foi possível identificar no decorrer do texto e se pode verificar na diagrama UML da figura 4.

Resultados

O resultado da compilação de toda a informação acima descrita, das relações entre tabelas e da sua cardinalidade, é apresentada no modelo de dados físico UML (UML physical data model) da figura 4.

2.6.3. Modelo de dados Físico

O modelo físico dos dados é utilizado para descrever o modelo conceptual num conjunto de declarações SQL, que definem a base de dados. Para uma estrutura implementada em UML é relativamente simples transpor o modelo conceptual num modelo físico. Neste processo de transformação as (i) entidades do modelo conceptual tornam-se tabelas no modelo físico, (ii) os atributos tornam-se colunas e é necessário escolher os tipos de dados apropriados para cada coluna, (iii) os identificadores únicos tornam-se colunas que não permitem valores nulos, são referenciados como chaves primárias no modelo físico, (iv) as relações entre tabelas são mapeadas como chaves estrangeiras.

Também neste processo de transformação, não são permitidos espaços no nome das entidades do modelo físico, porque tem de haver uma conversão para a linguagem SQL para criar as tabelas.

Embora o modelo físico de dados seja transversal à tecnologia utilizada, a linguagem SQL tem algumas especificações, nomeadamente no tipo de dados, dependendo do SGBD onde a base de dados for implementada. No caso do Postgis, por ser uma extensão geográfica, possui um tipo de dados específico, chamado de geometria, onde são guardados os valores das geometrias das entidades. O campo geometria foi implementado para as entidades que possuem geometria e, associado à sua geometria, foi definido também o sistema de coordenadas dessa entidade, que aparece como um código identificador único do sistema de coordenadas.

Os campos com atributos alfanuméricos foram definidos com o tipo de dados *varchar*, com comprimento variável e com limite de valores que são potências de 2. Normalmente para campos de texto utilizam-se valores que vão até aos 256 caracteres, no entanto, para campos com definições muito extensas, foram adoptadas sequências maiores, que chegam até aos 2048 caracteres. Este valor foi obtido através da contagem do número de caracteres da maior definição existente.

Os valores numéricos dividem-se em inteiros e em decimais, por isso, optou-se pelo tipo de dados *integer* para os registar os valores inteiros, que é o mais utilizado no Postgis, e pelo tipo de dados *double precision* para registar valores decimais, porque possui maior capacidade de armazenamento que o tipo *real*.

Os campos *gid* (*geographic id*), que também são valores numéricos, são do tipo *serial*, uma vez que são campos de auto incremento do tipo inteiro. Esta opção torna o campo único,

sequencial e permite o preenchimento automático do campo sempre que é inserido um novo registo numa tabela.

No modelo de criação física dos dados foram implementadas algumas restrições aos dados. As restrições são referentes à definição das *chaves primárias*, à definição das *chaves estrangeiras*, às cláusulas *On Delete Cascade*, *On Update Cascade*, à restrição *Check*, *Not Null* e *Unique*.

A restrição de chave primária pode ser definida directamente na criação do atributo chave (***gid primary key***) ou no final da instrução através de uma restrição (***CONSTRAINT nome primary key (campo)***). As duas opções são utilizadas.

As restrições de chave estrangeira podem ser definidas na criação do campo, referindo a tabela de origem e o campo a que se refere (*rma_code integer references raw_material_area (rma_code)*) ou através de uma restrição no final da instrução SQL (***CONSTRAINT rma_code_fk Foreign Key (rma_code) references raw_material_area (rma_code)***).

As cláusulas *ON UPDATE CASCADE* e *ON DELETE CASCADE* foram definidas nas chaves estrangeiras. A cláusula *ON UPDATE CASCADE* significa que, se um valor for actualizado na tabela de origem, a actualização será aplicada na tabela de destino. Cada tabela que contenha um valor identificador correspondente será actualizada automaticamente para o novo valor. A cláusula *ON DELETE CASCADE* significa que, se um valor for eliminado da tabela de origem dos dados, todas as linhas da tabela de destino, que contenha o mesmo valor, serão eliminadas.

A restrição *NOT NULL* também foi implementada, para garantir que o campo a que esta restrição se aplica não fica sem preenchimento.

Os campos com a restrição *UNIQUE* foram implementados para garantir que os dados de uma coluna, ou de um grupo de colunas, são únicos no que respeita a todas as linhas na tabela. Uma chave estrangeira só pode ser implementada se o valor do campo for único.

A restrição *CHECK* foi implementada para algumas tabelas. O objectivo desta restrição, na base de dados, é validar a inserção dos dados através de uma cláusula previamente definida. No caso específico das licenças associadas, o objectivo desta cláusula é garantir que os dados inseridos na coluna *oficial_surface* (área oficial) é superior a zero, porque nenhuma área de uma licença pode ser inferior ou igual a zero.

O modelo apresentado na figura 4 foi convertido para linguagem SQL. Todos os comandos SQL DDL utilizados para criar cada uma das tabelas, relações, restrições, atributos e chaves, podem ser consultados no anexo II.

3. CAPÍTULO III

3.1. Introdução

Neste capítulo pretende-se justificar as escolhas relativas aos software utilizados, abordar os processos de carregamento da informação na base de dados, documentando alguns dos processos, e apresentar alguns exemplos de utilização da base de dados.

Também é objectivo deste capítulo abordar a temática da disponibilização da informação na web, com recurso a uma ferramenta web-sig, cujos exemplos e os processos de disponibilização se demonstram no decorrer do texto.

Para concluir o capítulo faz-se uma análise crítica das opções tomadas para demonstrar, sumariamente, os aspectos positivos e alguns menos positivos.

3.2. Software utilizado

Com base na ideia inicial da construção do projecto, a temática do software nunca foi, desde a concepção, uma questão que se colocasse em discussão. A empresa, quando idealizou o projecto, possuía uma licença activa de um software proprietário, que julgava corresponder ao que idealizara. Com o decorrer natural do projecto, foi possível constatar que a licença adquirida possuía muitas limitações de uso, o que comprometia seriamente o projecto. A partir deste momento foram levantados alguns requisitos que permitissem a concretização do projecto, mas os custos de actualização do software, que não estavam previstos e não tinham sido planeados, deitaram por terra a abordagem clássica à aquisição sem questionar alternativas de outra natureza. O software de distribuição gratuita surge naturalmente como uma aposta para fazer face às limitações existentes e começa, progressivamente, a evidenciar as suas vantagens. A selecção do software para o projecto foi elaborada com base nos seguintes critérios:

- Tipo de licença;
- Sistema operativo;
- Funcionalidades;
- Existência de aplicações semelhantes em funcionamento;
- Facilidade de utilização e configuração;
- Conformidade com normas existentes;

Tendo em conta as restrições orçamentais, a característica com mais destaque na escolha é a que se refere ao tipo de licença, onde podem surgir duas alternativas a seguir. Neste campo, poder-se-ia optar por um sistema comercial ou por um sistema com base em ferramentas designadas livres e de distribuição gratuita. As duas abordagens apresentam as suas vantagens e desvantagens perante vários factores, porém, a escolha de uma licença comercial, face aos custos de aquisição, é deixada de parte quase no imediato. Foi também este argumento que permitiu a aprovação técnica do departamento de informática da empresa.

A escolha preferencial seria optar por um software Open-Source existente, que consiga reunir o maior número de funcionalidades face ao pretendido em cada nível de utilização. A experiência prévia na utilização de algumas das soluções existentes também influenciou a escolha. Assim, tendo em conta o estabelecido, os software são os seguintes:

1) Sistema de Gestão de Bases de Dados Relacional

- a) PostgreSQL (PostgreSql, 2013)
- b) Extensão espacial PostGIS (Postgis, 2013)

2) Software SIG Desktop

- a) Quantum GIS (QGIS, 2013)
- b) Grass GIS (Osgeo, 2013)

3) Ferramenta de Extracção, Transformação e Carregamento

- a) Geokettle (Spatialytics, 2013)

4) Servidor de dados SIG

- a) Quantum GIS Server (QGIS, 2010)

5) Interface Web

- a) Lizmap (3liz, 2013)

A opção pela base de dados relacional Postgres em conjunto com a extensão espacial Postgis está, em primeiro lugar, relacionada com os custos de aquisição, mas no que consiste na operacionalização, a escolha desta solução revela-se vantajosa. É uma solução robusta que obedece aos parâmetros da Open Geospatial Consortium (OGC), organismo regula e implementa normas de qualidade para os dados geográficos. É adoptada também por grandes organismos, como o governo de França, que carregou toda a informação do cadastro da propriedade numa base de dados Postgis. Suporta grandes volumes de dados, não apresenta restrições de colunas e manipula informação geográfica com a mesma performance que outras bases de dados que não guardam atributos geográficos. É a base de dados mais amplamente

suportada pelo software SIG Desktop Open-Source e já é suportada pelos maiores fabricantes de software comercial.

No que se refere ao software Desktop, existem muitas alternativas de distribuição, como são exemplo o Quantum GIS, Gvsig (gvSIG, 2013), Udig (udig, 2013), Saga GIS (SAGA, 2013), Grass GIS, entre outros. A escolha do Quantum GIS seguiu as especificações do organismo Open Source Geospatial Foundation (OSGEO, 2013), que foi criada para suportar e assegurar o desenvolvimento colectivo do software espacial Open-Source e para promover a sua utilização. O desenvolvimento contínuo do software é muito importante para garantir que o trabalho que se desenvolve não corre o risco de vir a ficar inutilizável. Para além de ser suportado pela Osgeo, o Quantum GIS permite a integração e interacção com outros programas no seu ambiente, como é o caso do Grass GIS e o Saga GIS. É o software SIG Desktop Open-Source mais vezes descarregado na internet, segundo a Faunália (Faunália, 2013), o seu representante em Portugal.

No âmbito da transformação dos dados entre diferentes estruturas destaca-se o GeoKettle, uma ferramenta esquemática para a extracção, transformação e carregamento (ETL: Extract, Transform and Load) de informação geográfica em diversos formatos e repositórios de dados.

Como servidor de dados geográficos destaca-se o Qgis-Server, que é um servidor WMS (1.3.0), Open-Source, Fast-CGI, baseado e integrado com o Quantum GIS. O Qgis Server torna-se uma ferramenta para criar, em poucos minutos, serviços WMS, onde as *layers* são publicadas respeitando a complexa simbologia que lhes é atribuída, através do próprio programa SIG Desktop, de forma intuitiva e simples.

A última etapa do projecto consiste em disponibilizar a informação numa plataforma web, para isso, recorre-se ao software LizMap, um cliente Web-SIG que funciona integrado com o Quantum GIS Desktop e com o servidor de dados Qgis Server, para a publicação de dados na web. A interface foi concebida para permitir o melhor desempenho independentemente do tamanho do ecrã em que se está a visualizar. No universo das aplicações web a realidade evolui de forma muito rápida e todos os dias se apresentam avanços tecnológicos. Na pesquisa de publicações de informação geográfica na web, muitos autores referem os servidores geoserver (geoserver, 2013) e mapserver (mapserver, 2013) como os mais amplamente divulgados e utilizados, implementando, posteriormente, tecnologia com recurso a linguagens de programação web para a construção de uma interface web-sig, geralmente baseadas em *openlayers* (OpenLayers, 2013) ou GeoExt (geoext, 2013). Com a implementação desta arquitectura, como se demonstra mais à frente, o utilizador não tem de escrever nenhuma

linha de código de programação para conseguir publicar e configurar os dados numa plataforma web.

3.3. Processos de carregamento

O projecto de modelação da base de dados tem como objectivo constituir a estrutura para a organização e carregamento da informação relativa às áreas de matérias-primas da empresa. Por sua vez, o carregamento tem como objectivo popular a base de dados com informação, para que possa ser consultada em qualquer momento.

O referido carregamento consiste em fazer corresponder a informação dispersa na empresa com cada uma das entidades físicas modeladas.

Este processo é fundamental para o sucesso do projecto, uma vez que a informação é das componentes mais importantes de um sistema de informação geográfica, segundo Matos (2008).

O processo de carregamento da informação obedece às seguintes etapas:

- Extração
- Transformação
- Carregamento

3.3.1.Extração

Os dados espaciais, mais do que quaisquer outros, lidam com os problemas dos dados que estão contidos em diferentes formatos e utilizando diferentes padrões. Por consequência, o objectivo de um sistema ETL é que ele seja capaz de lidar com os diversos formatos de dados, de uma forma consistente.

O processo de extração pressupõe o conhecimento de todas as fontes de dados existentes e dos formatos da informação, para se obter a informação alvo de carregamento. A figura 5 ilustra algumas das fontes de dados existentes, que alimentam o carregamento de informação geográfica e não geográfica na base de dados geográficos.

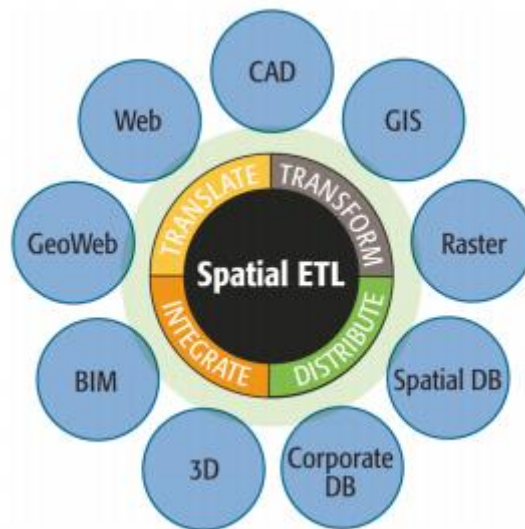


Figura 5. Fontes de dados de informação geográfica. Fonte (safe, 2013)

A figura 5 apresenta a diversidade de fontes de dados que podem ser consideradas no processo de carregamento, por isso, devido à diversidade apresentada, é necessário realizar um levantamento dos formatos para facilitar o pedido junto dos fornecedores. Assim, o levantamento dos formatos, na empresa, é o seguinte:

- I. GPS (Global Position System) – formato (*.gpx)
- II. *Shapefiles* – formato (*.shp)
- III. *Raster* (imagens de satellite, fotografias aéreas) – formato (*.tiff, *.geotiff)
- IV. Google Earth – formato (*.kml, *.kmz)
- V. Autocad – format (*.dwg, *.dxf)
- VI. Excel – formato (*.xls, *.xlsx)
- VII. Comma Separated Value – format (*.csv)
- VIII. Microstation – format (.dgn)
- IX. Esri Personal Geodatabase – format (*.mdb)

Estes são os formatos mais amplamente utilizados pelos responsáveis técnicos da empresa na disponibilização da informação entre pares. O processo de extracção de dados, na empresa, é iniciado com uma lista dos requisitos de informação enviada para as fábricas, que posteriormente disponibilizam a informação nos formatos acima mencionados.

Após a recepção é necessário organizar a informação por formatos, para facilitar o processo seguinte, de transformação. A etapa de extracção dos dados termina neste ponto.

3.3.2. Transformação

A transformação dos dados é a principal função do processo de ETL espacial, por ser o processo que converte a informação de um determinado formato, estrutura e sistema de coordenadas num outro que o utilizador necessita. A transformação permite (i) converter e transformar um conjunto de dados de um determinado formato para outro, o que possibilita a utilização da informação por aplicações diferentes do formato original, (ii) reestruturar e adequar o modelo de dados à necessidade do utilizador, como a transformação do sistema de coordenadas de uma entidade geográfica ou reorganizar os nomes das tabelas e colunas, e (iii) integrar a informação ao combinar dados de múltiplas fontes, enquanto processo de integração simplificado pode orientar bases de dados distintas, armazenadas no mesmo formato, processos complexos que envolvem a combinação de fontes e modelos de dados distintos (Safe Software, 2013).

As transformações são responsáveis por garantir a validação, a precisão e a conversão do tipo de dados. É a parte mais difícil de todo o processo ETL e deve ser implementada para incrementar ganhos de eficiência nas transformações aos dados a extrair. A ferramenta utilizada neste processo, como referido anteriormente no ponto 3.3, é o GeoKettle.

Listam-se, de seguida, alguns exemplos básicos que demonstram o tipo de transformações realizadas:

- Validação dos dados
 - Verificar se todas as linhas e colunas dos dados de entrada correspondem às linhas e colunas da tabela de destino.
- Precisão dos dados
 - Garantir que os campos contêm valores apropriados, como por exemplo, valores numéricos em campos numéricos.
- Tipo de conversão dos dados
 - Garantir que todos os valores de um determinado campo são guardados de igual modo na tabela de destino, tal como acontece na tabela de entrada. Se duas fontes de dados sobre o mesmo tema alimentam uma tabela de destino e se as duas fontes de entrada possuem, para um mesmo campo de saída, valores diferentes, deve ser efectuada uma transformação que uniformize os campos das fontes de entrada de modo a corresponderem ao formato da informação da tabela de destino.

3.3.3. Carregamento

Uma vez que os dados foram extraídos das suas fontes originais, convertidos num formato requerido, modelo de dados, sistema de coordenadas ou integrados com dados de outras fontes, é o momento de proceder ao carregamento da informação. O carregamento da informação pode ser feito numa base de dados, num serviço ou mesmo num ficheiro.

O objectivo do processo de carregamento é colocar a informação numa base de dados geográficos, para que, a partir deste momento, possa ser acedida e utilizada, visto que os dados foram convertidos no formato, modelo de dados e sistema de coordenadas requerido. Considerando que todos os dados estão carregados é possível a ceder à informação para consultas, análises, visualizar dados, entre outras opções.

Com a compilação e combinação de múltiplas fontes de dados é possível aceder a um único repositório centralizado, que disponibiliza a informação aos utilizadores finais.

Voltando à temática do carregamento, a figura 6 apresenta um processo elaborado no software GeoKettle.

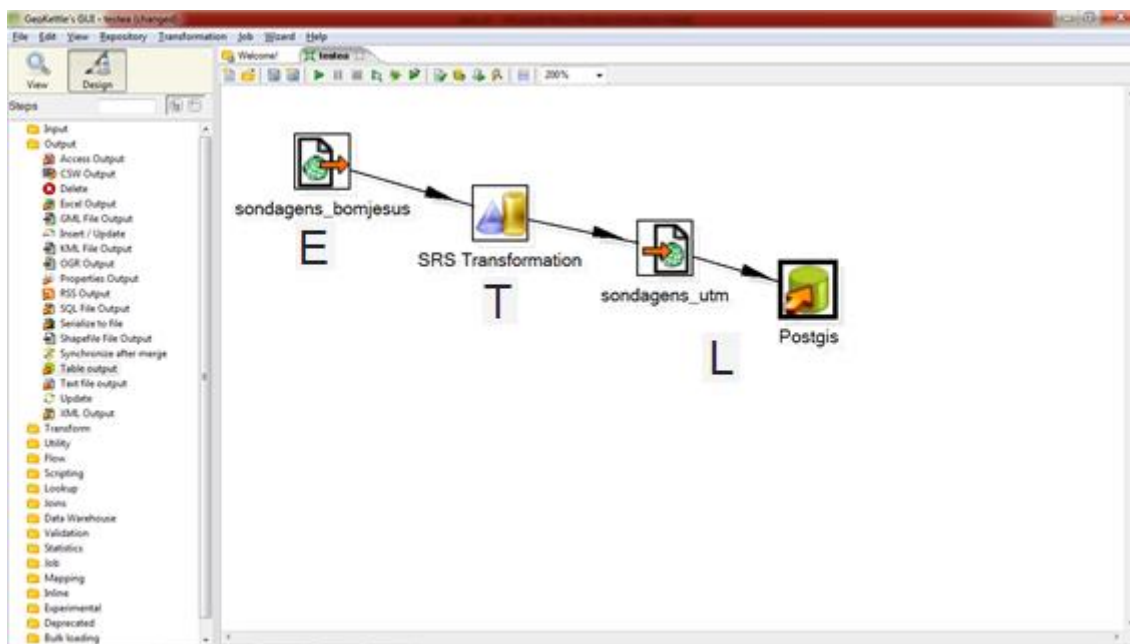


Figura 6. Processo ETL de carregamento da base de dados geográficos

O exemplo da figura 6 ilustra o processo de ETL até ao carregamento da informação na tabela de destino. Seguindo o encadeamento lógico, começando pela esquerda, está representado a origem dos dados, o processo de extracção da informação (E), a que se segue uma transformação do sistema de coordenadas para outro distinto (T) e posterior carregamento do

resultado na base de dados Postgis (L), integrando uma tabela previamente construída para o efeito.

Este processo encadeado foi realizado para todos os formatos de dados previamente identificados e constitui um incremento na optimização do carregamento.

O recurso à linguagem de programação SQL (*Structured Query Language*) permite gerir os dados armazenados na base de dados geográficos e em alguns casos, gerar nova informação, isto porque, o recurso a esta linguagem permite, entre outras coisas, manter e actualizar a base de dados, nomeadamente ao executar interrogações à base de dados, inserir novos dados, actualizar, criar novas tabelas, estabelecer permissões, implementar procedimentos e criar vistas sobre os dados.

De seguida apresentam-se alguns exemplos da utilização da linguagem SQL para auxiliar e complementar o processo do carregamento.

Actualizar dados de forma condicional:

Esta sequência percorre toda a tabela do cadastro da propriedade e vai preenchendo os registos da coluna `ownership_status2` com o valor `'ow4'` se o campo `ownership_status` for `'Private'`, preenche com o valor `'ow1'` se for `'OU_Alhandra'` e preenche com `'ow5'` todos os campos com valores diferentes dos anteriores, para todos os registos onde o gid, identificador único, for superior ou igual a zero.

```
UPDATE alhandra.land_title_cadastre
SET ownership_status2 =
CASE ownership_status
WHEN 'Private' THEN 'ow4'
WHEN 'OU_Alhandra' THEN 'ow1'
ELSE 'ow5' END
WHERE gid >=0;
```

Inserir uma matriz unidimensional de dados

A inserção de dados nas tabelas pode ser efectuada com recurso a uma cláusula `Insert`. Este exemplo demonstra a introdução de uma matriz unidimensional de dados no campo identificador único da tabela da cartografia estrutural, utilizando a cláusula `insert array`.

```
insert into portugal.structural_mapping (gid) select unnest(array[160,
163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,
181,182,183,184,185,186,187,188,189,190,191,192,193,194,195,196,197,198,
199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,211,212,213,214,215,216]);
```

Apagar dados de uma tabela

Apagar dados de uma tabela é um dos processos mais simples de realizar, por isso, na hora de apagar os dados deve ter-se em conta a necessidade de os eliminar. A cláusula *delete* permite apagar dados de uma tabela ao indicar a condição na cláusula *where*.

```
delete from public.lp_aa2000_2008
where gid > 10980
```

Apagar valores duplicados numa tabela

O exemplo que se segue foi utilizado para eliminar valores duplicados numa tabela. Neste caso, o objectivo é identificar os códigos repetidos da tabela *indicators* e eliminá-los. Este código percorre a tabela, ordena os códigos e identifica os repetidos. Esta selecção passa a ser chamada de *rnum* e no final elimina todos os códigos onde o resultado tenha sido superior a 1.

```
delete from indicators
Where gid IN (select gid From
(select gid, row_number()over(partition BY code ORDER BY code) as rnum
FROM indicators)i WHERE i.rnum >1);
```

Salvar valores excluídos

Este exemplo ilustra uma forma de criar uma cópia de segurança para a tabela das sondagens no caso de eliminação involuntária de dados. (i) Em primeiro lugar é criada uma tabela com os mesmos atributos da tabela original, (ii) em segundo lugar cria-se uma função que copia os dados eliminados e, por último, (iii) é criado um gatilho (*trigger*) que acciona a função sempre que os dados são apagados da tabela original.

I. Criação da cópia da tabela original

```
CREATE TABLE portugal.bk_drillhole_database_collar
(
gid serial primary key,
rma_code integer,
hole_id character varying(32) unique,
x_coord double precision,
y_coord double precision,
z_coord double precision,
max_depth double precision,
drillhole_type character varying(32),
year character varying(32),
utm_fuso26n geometry (Point, 32626),
utm_fuso29n geometry (Point, 32629)
);
```

II. Criação da função para salvar os dados excluídos

- a. A função é criada na linguagem PL/pgSQL e interage com a linguagem SQL

```

CREATE OR REPLACE FUNCTION salvaexcluido()
  RETURNS TRIGGER AS
$BODY$
  BEGIN
    INSERT INTO portugal.bk_drillhole_database_collar
    Values (old.hole_id, old.X_coord, old.Y_coord, old.Z_coord,
    old.max_depth, old.drillhole_type, old.year,
    old.utm_fuso26n, old.utm_fuso29n);
    RETURN NULL;
  END;
$BODY$
LANGUAGE 'plpgsql' VOLATILE

```

III. Criação do gatilho para accionar a função sempre que os dados forem excluídos

```

CREATE TRIGGER exclusao_sondagens
  AFTER DELETE
  ON dcollar_arcena
  FOR EACH ROW
  EXECUTE PROCEDURE salvaexcluido();

```

Exemplo da criação de uma Vista (*view*)

O último exemplo é a criação de uma *view*. Em SQL, uma *view* é uma tabela virtual baseada no resultado, ou conjunto de resultados, de uma instrução em SQL. A vista que se apresenta selecciona e cruza informação de duas tabelas diferentes para apresentar um resultado final em que a informação é filtrada apenas pelos atributos necessários à consulta.

Uma vista contém linhas e colunas, tal como uma tabela real, mas os seus campos migram de uma ou mais tabelas. É possível adicionar funções e cláusulas, como *where* ou *join*, e apresentar os resultados como se de uma tabela se tratasse. O exemplo que se apresenta modifica os nomes originais das colunas de origem, porque são concatenados na execução da vista, para serem mais perceptíveis ao utilizador final.

```

CREATE OR REPLACE VIEW alhandra.vw_a AS
SELECT a.gid, a.name,
  a.approximate_surface AS "approximate_surface (ha)",
  a.rated_capacity AS "rated_capacity (ton/day)",
  a.grinding_capacity AS "grinding_capacity (ton/day)",
  a.raw_mix_production AS "raw_mix_production (ton/year)",
  a.clinker_capacity AS "clinker_capacity (ton/year)",
  a.cement_production AS "cement_production (ton/year)",
  a.raw_mix_clinker, a.cement_clinker,
  a.last_update, dbo_fabricasbm.fabm_name,
  dbo_fabricasbm.fabm_status, dbo_fabricasbm.fabm_typeofcement,
  dbo_fabricasbm.fabm_economicgroup, dbo_fabricasbm.fabm_currency,
  dbo_fabricasbm.fabm_businessunit, dbo_fabricasbm.fabm_startupyear,
  a.the_geom
FROM alhandra.organic_unit_alhandra as a, dbo_fabricasbm
WHERE a.fabm_code = dbo_fabricasbm.fabm_code;

```

3.4. Exemplos de utilização da base de dados

Os dados carregados na base de dados geográficos estão agora disponíveis para consulta, visualização e manipulação. As tabelas previamente definidas, implementadas e carregadas com dados podem agora ser utilizadas.

Nem todas as tabelas que foram definidas no modelo de dados possuem o atributo geometria, que as associa a uma entidade geográfica, no entanto todas estão disponíveis para consulta.

A base de dados, criada em Postgis, possui uma arquitectura estruturada em *schemas* e a cada esquema pode corresponder informação diferente. No âmbito do projecto foi definida a criação de uma base de dados única em que a estrutura se replica por países. O facto de existir apenas uma base de dados facilita o processo de actualização dos dados e a criação de um *schema* para cada país torna mais fácil a organização da informação. A estrutura é apresentada na figura seguinte.

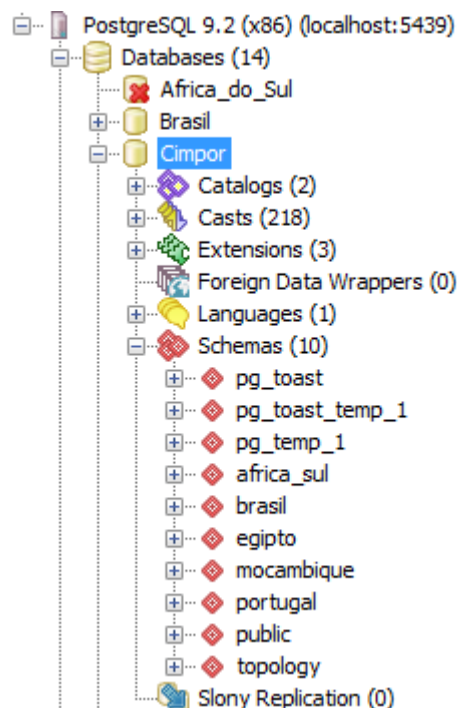


Figura 7. Organização interna da base de dados.

O postgis disponibiliza também outros schemas para a manipulação e organização dos dados, como é o caso do *schema public*, que é criado por defeito quando se cria a base de dados, e o *schema topology* que permite a criação de regras topológicas para as entidades geográficas.

Os dados podem ser acedidos através das tabelas que contêm os dados, ao navegar por um *schema* e ir clicando nas tabelas que estão disponíveis. Uma outra forma de aceder aos dados carregados é através de consultas em SQL, que podem ser das mais simples às mais complexas.

Um exemplo da criação de uma consulta simples aos dados carregados na tabela das sondagens é apresentado na figura 8.

The screenshot shows a PostgreSQL query editor window titled "Query - Cimpor on postgres@localhost:5439". The SQL Editor contains the following query:

```
select *
from portugal.drillhole_database_collar as a
where a.rma_code='1';
```

The Output pane displays the results of the query in a table with the following columns and data:

| | oord ble precision | z_coord double precision | max_depth double precision | drillhole_type character varying(32) | year character varying(32) | utm_fuso26n geometry(Point,32626) | utm_fuso29n geometry(Point,32629) |
|----|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 9036.03 | 266.48 | 54.51 | cd | 1957 | | 0101000020757F0000F |
| 2 | 8718.58 | 225.26 | 50.62 | cd | 1960 | | 0101000020757F0000C |
| 3 | 8272.89 | 188.6 | 63.3 | cd | 1985 | | 0101000020757F0000D |
| 4 | 9010.12 | 215 | 13.74 | cd | 1960 | | 0101000020757F0000D |
| 5 | 9301.92 | 274.24 | 49.86 | cd | 1957 | | 0101000020757F00004 |
| 6 | 8565.59 | 205.95 | 56.9 | cd | 1961 | | 0101000020757F00004 |
| 7 | 9196.8 | 261.7 | 64.82 | cd | 1957 | | 0101000020757F00002 |
| 8 | 8565.87 | 216 | 58.29 | cd | 1966 | | 0101000020757F0000E |
| 9 | 9606.81 | 310.68 | 76 | cd | 1957 | | 0101000020757F00001 |
| 10 | 8704 | 233 | 68.33 | cd | 1966 | | 0101000020757F00005 |
| 11 | 9319.4 | 295.67 | 54.68 | cd | 1957 | | 0101000020757F0000F |
| 12 | 8834.59 | 234 | 56.65 | cd | 1966 | | 0101000020757F0000C |
| 13 | 8603.05 | 222 | 51.79 | cd | 1969 | | 0101000020757F0000F |
| 14 | 8706.99 | 217 | 51.16 | cd | 1969 | | 0101000020757F0000A |
| 15 | 8374.99 | 194.36 | 79.08 | cd | 1969 | | 0101000020757F00007 |
| 16 | 8502.7 | 196.5 | 62.43 | cd | 1969 | | 0101000020757F00007 |
| 17 | 8158.18 | 167.04 | 59 | cd | 2007 | | 0101000020757F00008 |
| 18 | 8172.87 | 175.67 | 66.54 | cd | 1969 | | 0101000020757F0000D |
| 19 | 8284.70 | 204.08 | 68.18 | cd | 1960 | | 0101000020757F00003 |

The status bar at the bottom indicates "OK.", "DOS", "Ln 3, Col 24, Ch 83", "43 rows.", and "12 ms".

Figura 8. Consulta simples aos dados.

A figura 8 apresenta uma consulta simples aos dados porque apenas se está trabalhar sobre uma tabela. Consultas um pouco mais complexas permitem relacionar as tabelas de modo a complementar a informação que é apresentada.

Ainda nesta figura é possível observar um campo com o nome *utm_fuso29n*, que corresponde ao campo da geometria da entidade seleccionada, que no caso são as sondagens. Este campo guarda os atributos referentes à geometria da entidade e às suas coordenadas. É composto por uma sequência numérica e alfanumérica de caracteres.

Os dados podem agora ser acedidos a partir da interface da base de dados, o PgAdmin, ou através de um programa SIG, como o QGIS.

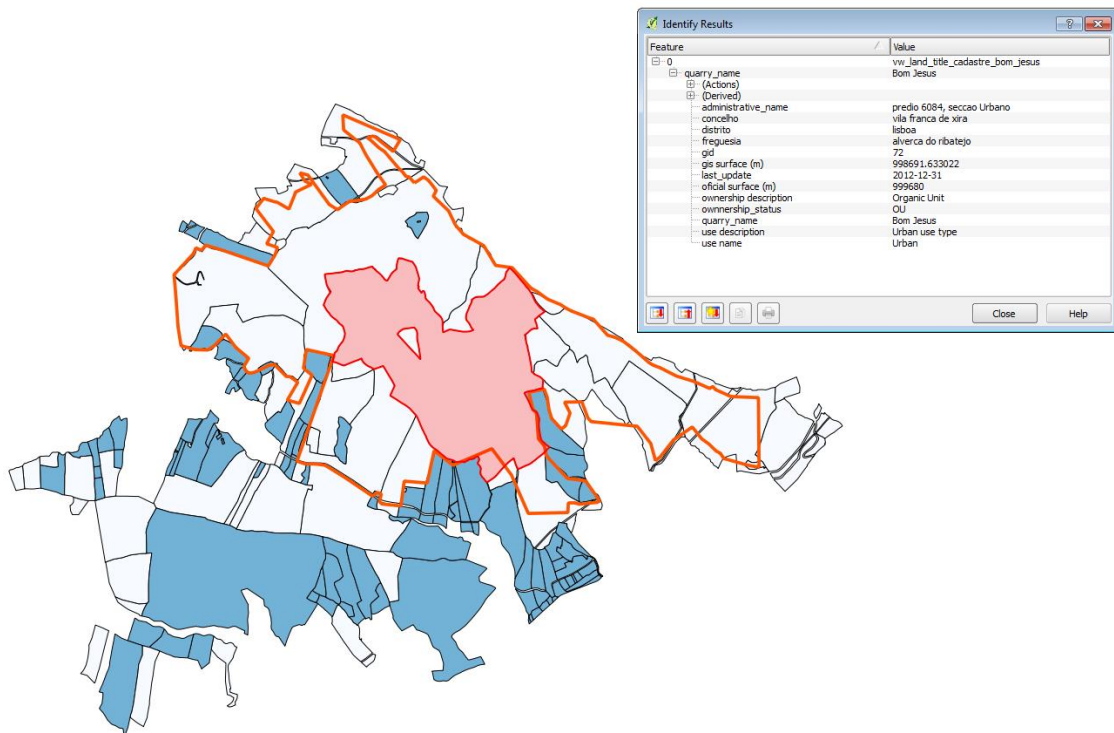


Figura 10. Cadastro da propriedade

Na figura 10 os terrenos estão classificados numa escala de azul. A área de matérias-primas é representada pela linha de cor vermelha. Um aspecto a considerar consiste no acesso à informação das tabelas da base de dados através de um *click* sobre as entidades representadas, ou seja, toda a informação associada às entidades está disponível para consulta.

A base de dados funciona como um repositório centralizado de informação, por isso, é vantajoso poder ter a possibilidade de exportar os dados para outros formatos, de modo a trabalhá-los noutra ambiente, se for o caso. A figura 11 apresenta as possibilidades de exportação dos dados.

- ESRI Shapefiles [OGR] (*.shp *.SHP)
- Mapinfo File [OGR] (*.mif *.tab *.MIF *.TAB)
- Spatial Data Transfer Standard [SDTS] [OGR] (*.catd.ddf *.CATD.DDF)
- S-57 Base file [OGR] (*.000 *.000)
- Microstation DGN [OGR] (*.dgn *.DGN)
- VRT - Virtual Datasource [OGR] (*.vrt *.VRT)
- Atlas BNA [OGR] (*.bna *.BNA)
- Comma Separated Value [OGR] (*.csv *.CSV)
- Geography Markup Language [GML] [OGR] (*.gml *.GML)
- GPS eXchange Format [GPX] [OGR] (*.gpx *.GPX)
- Keyhole Markup Language [KML] [OGR] (*.kml *.KML)
- GeoJSON [OGR] (*.geojson *.GEOJSON)
- INTERLIS 1 [OGR] (*.itf *.xml *.ili *.ITF *.XML *.JLI)
- INTERLIS 2 [OGR] (*.itf *.xml *.ili *.ITF *.XML *.JLI)
- Generic Mapping Tools [GMT] [OGR] (*.gmt *.GMT)
- SQLite [OGR] (*.sqlite *.db *.SQLITE *.DB)
- ESRI Personal GeoDatabase [OGR] (*.mdb *.MDB)
- X-Plane/Flightgear [OGR] (apt.dat nav.dat fix.dat avy.dat APT.DAT NAV.DAT FIX.DAT AWY.DAT)
- Arc/Info ASCII Coverage [OGR] (*.e00 *.E00)
- AutoCAD DXF [OGR] (*.dxf *.DXF)
- Geoconcept [OGR] (*.gxt *.txt *.GXT *.TXT)
- GeoRSS [OGR] (*.xml *.XML)
- GDAL/OGR VSIFileHandler [OGR] (*.zip *.gz *.tar *.tar.gz *.tgz *.ZIP *.GZ *.TAR *.GZ *.TGZ)
- All files (*)

Figura 11. Formatos de exportação da informação

3.5. Disponibilização da Informação numa plataforma Web

O Lizmap *Web Client* é uma aplicação web completa, Open Source, dedicada a disponibilizar mapas dinâmicos criados com no Quantum GIS. Esta aplicação é construída em Jelix (um *framework* PHP), JQuery (um *framework* javascript) e OpenLayers (um conjunto de ferramentas Javascript para criar e disponibilizar mapas numa página web).

O LizMap utiliza o Quantum GIS *Server* como servidor de mapas. Comparando com outros servidores de mapas, como o mapserver e o geoserver, o Qgis *Server* tem a vantagem de ser totalmente configurado a partir da aplicação QGIS Desktop, o que permite a criação de mapas por utilizadores menos especializados, sem ter de editar páginas de código, como no mapserver, ou configurar todos os dados no geoserver. O Lizmap *Web Client* precisa dos dados dos projectos Quantum GIS para enviar para o servidor via LizMap *Plugin* (aplicativo), escrito em linguagem de programação python, que auxilia na configuração e publicação de um mapa na web a partir de um projecto. O LizMap é uma aplicação desenvolvida por um grupo de programadores e *designers* membros activos da comunidade Open Source.

A arquitectura do sistema, descrita acima, é apresentada na figura 12.

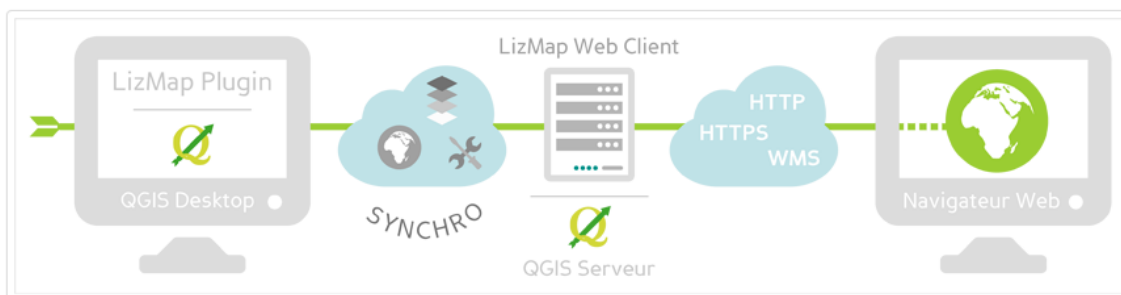


Figura 12. Arquitectura do LizMap Web Client. Fonte (3liz, 2013)

Características técnicas

(i) Desenvolvido em html 5, de modo a permitir que a interface se adapte a qualquer tipo de dispositivo, pc, tablet, smartphone e a todos os tipos de formatos de ecrãs. (ii) Multiplicidade de projectos agrupados em pastas e permite criar um portal com vários temas de mapas. (iii) Possibilita a criação de grupos de utilizadores na interface de administração, que foi desenvolvida para permitir o acesso controlado à aplicação e aos dados dos projectos. (iv) Oferece uma visualização interactiva através da disponibilização da área do mapa, da legenda das entidades, em forma de árvore, e através das janelas de *popup* que são activadas quando o utilizador clica com o rato na informação disponível. (v) Produz cache dos mapas, das imagens e das camadas, para que a visualização da informação se processe de forma mais rápida.

(vi) Permite a ligação a repositórios *online*, nomeadamente aos mapas do Google e do OpenStretMap, que servem como temas de base à sobreposição da informação.

Características da Interface – funcionalidades

As características da interface têm como objectivo avaliar o comportamento da aplicação e a resposta às solicitações. A interface da aplicação possui um módulo de *login*, que permite autenticar o utilizador perante o seu domínio na plataforma, que é encaminhado posteriormente para a sua área de visualização da informação. A aplicação é constituída por (i) um painel esquerdo, que mostra a legenda e as *layers* e base, que pode ser minimizado para maximizar a área do mapa, (ii) um menu de topo, com o título do repositório, o título do projecto e um pequeno menu à direita para autenticação, (iii) um mapa, que preenche o restante espaço, (iv) um mapa de escala e um mapa de visão global, (v) uma página principal onde estão todos os projectos ordenados por repositórios. A aplicação suporta três línguas, Inglês, Português e Italiano, e detecta automaticamente a linguagem do cliente *browser*. No entanto é possível adicionar novos idiomas.

Processo de publicação dos mapas

Os processos de publicação de dados e mapas na web são ilustrados na arquitectura do sistema, na figura 6. A primeira etapa/processo, que corresponde à criação do mapa tem como objectivo a interacção do Quantum Gis com o *plugin* Lizmap, para acedere configurar a informação.

Os dados previamente carregados na base de dados geográficos são a base para a construção de um projecto no Quantum GIS. Depois de carregada toda a informação considerada pertinente para o projecto e de estabelecer uma organização hierárquica de visualização, o projecto pode ser guardado no repositório do LizMap, que fica guardado na pasta do apache (*OSGeo4W\apache\htdocs\lizmap-web-client-2.8.1\lizmap\install\qgis_portugal*), e a partir do momento em que o projecto está guardado e configurado pode-se avançar para a seguinte, como se apresenta na figura 13.

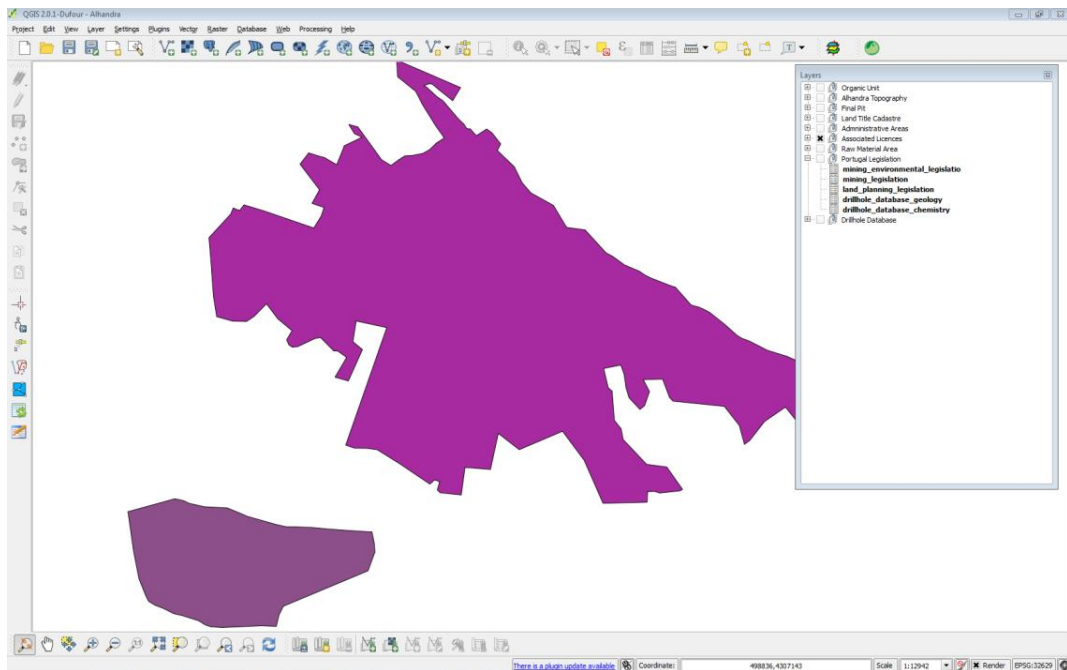


Figura 13. Construção de um projecto/mapa no Quantum GIS.

A segunda fase, que corresponde à configuração e publicação do mapa, é apresentada na figura 14.

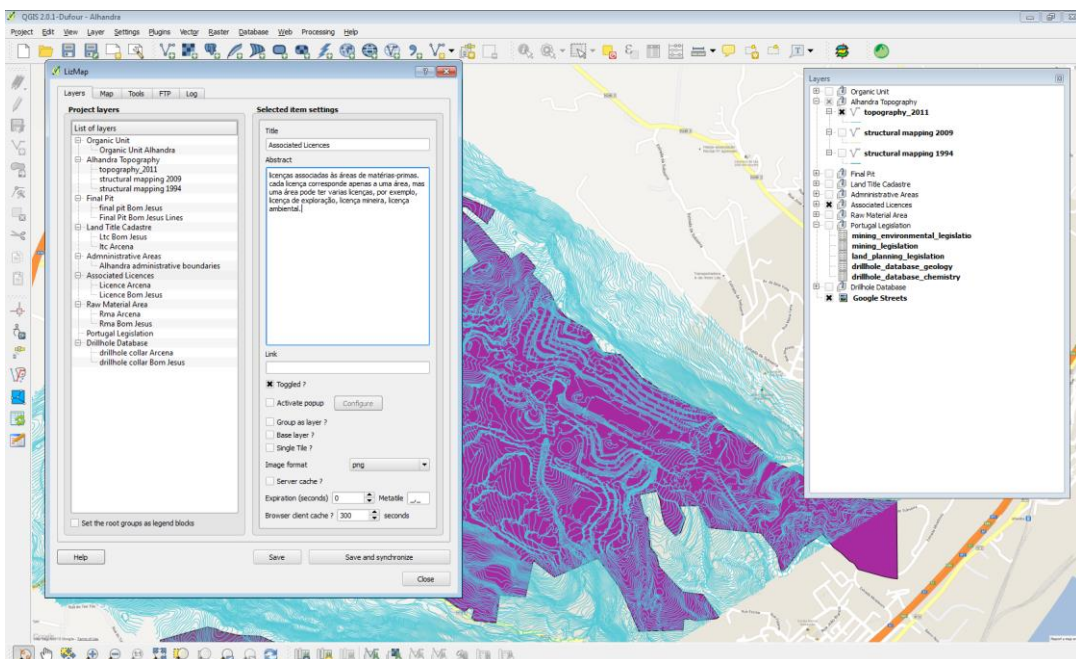


Figura 14. Configuração e publicação da informação no LizMap plugin.

Para publicar o mapa criado no Quantum GIS é necessário configurar o mapa no plugin LizMap, para adicionar a escala, os mapas de base, as ferramentas, os metadados e alguma descrição adicional. Depois de realizar todas as configurações sincroniza-se a pasta de trabalho com o servidor, salvam-se as alterações e, a partir deste momento, o mapa está publicado e pronto a aceder.

A visualização dos dados, a última etapa do processo é realizada com recurso a um *browser*, onde se acede ao cliente LizMap (LizMap Web Client). Esta fase só pode ser realizada quando o processo de sincronização estiver concluído. O primeiro acesso à aplicação é feito pela autenticação do utilizador, como se apresenta abaixo, na figura 15

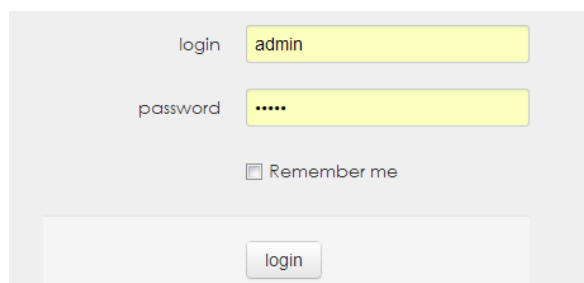
A screenshot of a login form. It features two input fields: 'login' with the text 'admin' and 'password' with masked characters '.....'. Below the password field is a checkbox labeled 'Remember me'. At the bottom of the form is a 'login' button.

Figura 15. Painel de autenticação da plataforma LizMap

A autenticação que se apresenta na figura oito está definida para o grupo de utilizadores com privilégios de administração. Depois de efectuar o login, o utilizador tem acesso à área de administração e a todos os projectos nos repositórios. Os projectos das unidades orgânicas de Portugal (fábricas) já estão publicados na plataforma, e o acesso ao repositório dos projectos é apresentado na figura 16.

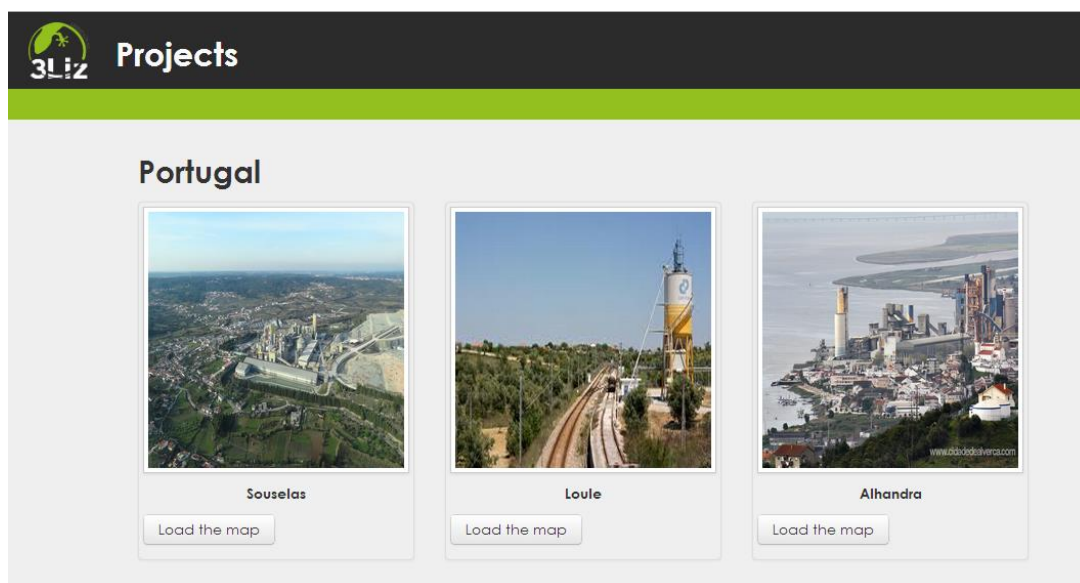


Figura 16. Administração dos projectos do repositório de Portugal.

A partir deste momento, o utilizador, devidamente autorizado, pode aceder à informação disponível em cada um dos projectos de Portugal, que são eles, Souselas, Loulé e Alhandra, da esquerda para a direita, respectivamente.

A cada projecto fez-se corresponder uma fotografia da fábrica, para que fosse mais fácil de identificar. Neste momento, para aceder a qualquer um dos projectos, o utilizador apenas tem

de carregar no botão 'load the map' e esperar que a informação carregue. O resultado do carregamento da informação do projecto de Alhandra apresenta-se na figura 17.

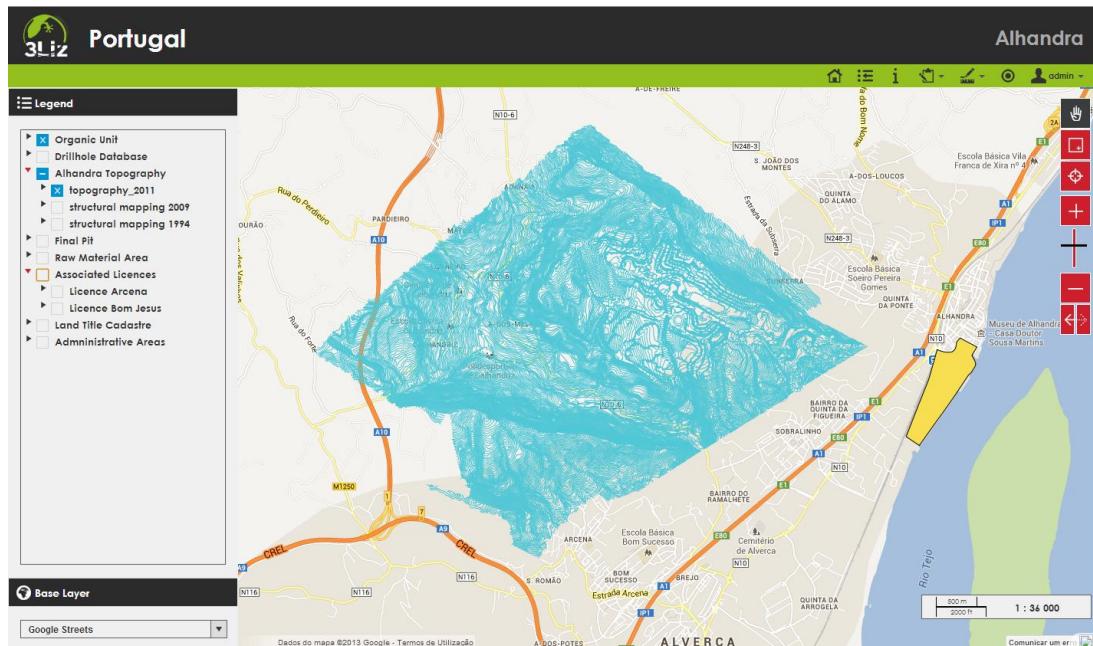


Figura 17. Layout final do cliente web LizMap.

Neste exemplo, a informação activa corresponde à pedra do bom Jesus, representada pela cor azul, e à fábrica de Alhandra, representada pela cor amarela. Na barra lateral esquerda correspondente à legenda, é possível seleccionar ou tirar a selecção dos temas que aparecem listados. A aplicação permite interagir directamente com os dados, como se apresenta na figura 18.

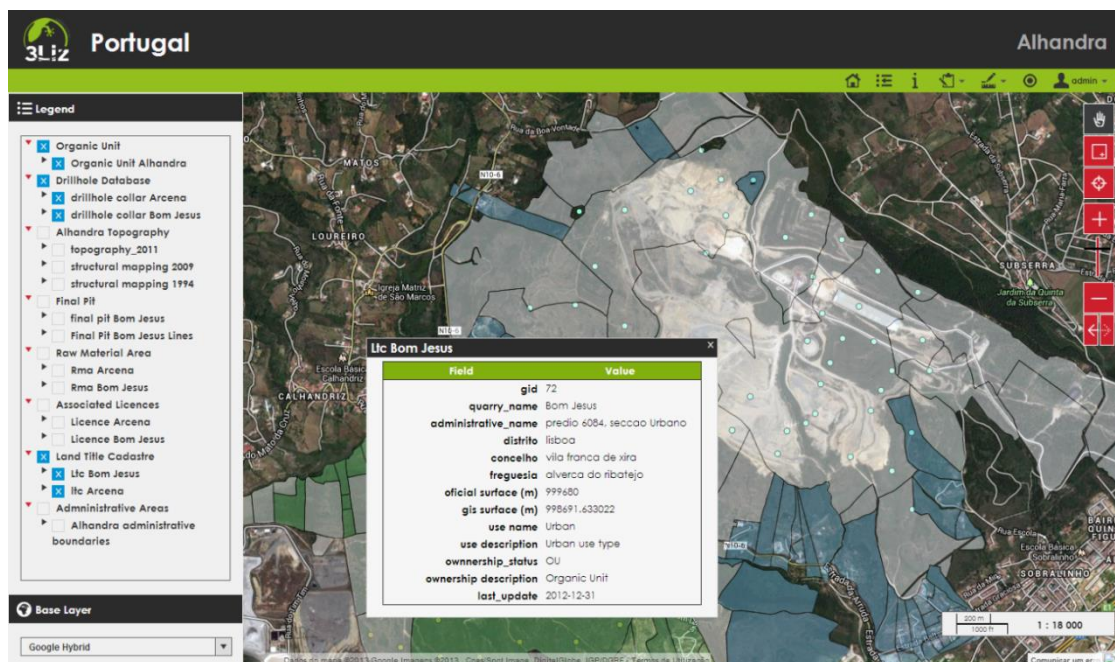


Figura 18. Interação da plataforma com os dados

Na figura 18 é possível constatar algumas diferenças relativamente à figura 17. A começar pela informação de base, a figura 18 apresenta a imagem de satélite do Google, onde se sobrepõe a informação do cadastro administrativo da propriedade. É também de notar que se apresenta uma janela informativa, chamada de *popup*, que se obtém ao clicar com o rato sobre a entidade geográfica, permitindo aceder aos seus atributos numéricos. A aplicação permite mais tipos de interacção, através da barra de ferramentas, que se apresenta na figura 19.



Figura 19. Barra de ferramentas da aplicação.

A barra de ferramentas apresenta uma lista de funcionalidades que permitem interagir com os dados publicados, cujas características se enumeram de seguida:

1. Barra de pesquisa livre por endereços, ruas ou cidades
2. Ferramenta para retornar à lista de projectos
3. Ferramenta ecrã inteiro – maximiza a área do mapa
4. Funcionalidade de pesquisa pelos atributos das entidades
5. Informação sobre o projecto, como o sistema de coordenadas, descrição sumária, contactos, autor do projecto entre outras
6. Ferramenta de impressão – desenha uma caixa sobre os dados e imprime a informação activa no mapa com a respectiva legenda
7. Ferramenta de edição – permite editar dados *online*
8. Ferramenta de medição de área, perímetro e distâncias
9. Ferramenta de geolocalização – centra a visualização do mapa nas entidades activas
10. Ferramenta de identificação e autenticação do utilizador

As ferramentas mencionadas permitem interagir de forma dinâmica com os dados ao imprimir um mapa, aceder a metadados, realizar medições e pesquisar por atributos de forma rápida e intuitiva. Para uma utilização mais avançada da ferramenta a criação de novas geometrias permite um nível de interacção mais elevado com os dados.

A implementação desta solução revela-se muito interessante, porque permite uma economia muito significativa de tempo na construção, desenvolvimento e publicação.

4. CAPÍTULO IV

Este capítulo tem como objectivo apresentar o ponto de situação do projecto, face ao previsto inicialmente, assim como as conclusões alcançadas, no que respeita à criação da base de dados geográficos, ao seu carregamento, manipulação e disponibilização dos dados.

Apresenta-se uma análise às potencialidades, às limitações sentidas e aos pontos fortes do projecto.

Para concluir apresentam-se algumas considerações e propostas de desenvolvimento futuro.

4.1. Ponto de situação

Os objectivos propostos no início do projecto estabeleciam os seguintes objectivos para completar até final de Dezembro de 2013:

1. Unificar a estrutura da base de dados com os técnicos do Brasil
2. Carregar toda a informação das fábricas da Cimpor
3. Disponibilização da informação a todos os colaboradores da InterCement-Cimpor através de um *WebSIG*
4. Realizar formação para a gestão da plataforma
5. Desenvolver manuais de instruções para a plataforma

Dos objectivos estabelecidos foram atingidos os seguintes, até Outubro de 2013:

1. Completo
2. A completar
 - a. Portugal – 100% Completo
 - b. Moçambique – 100% Completo
 - c. Egipto – 90% Completo
 - d. África do Sul – 90% Completo
 - e. Brasil – 30% Completo
3. Informação de Portugal carregada
4. A realizar em Novembro de 2013
5. Manuais em elaboração – 80% Completo

De referir que, no ponto 3, o objectivo estabelecido desde início era adjudicar a uma empresa externa o desenvolvimento de uma aplicação web-sig adaptada às necessidades de utilização da empresa. Com o corte orçamental sofrido em 2013, o desenvolvimento desta actividade será realizado no próximo ano.

Analisando os resultados alcançados até agora, estamos em condições de afirmar que o cronograma será cumprido até final do ano, visto que a grande maioria do volume de trabalho está realizado.

4.2. Principais limitações sentidas no projecto

O projecto foi concebido para ser desenvolvido com recurso a tecnologia e a software proprietário, pois a metodologia de trabalho da empresa dá prioridade a soluções desenvolvidas, testadas e mantidas por grandes empresas, que transmitem maior credibilidade e se responsabilizam pelos problemas de funcionamento das suas plataformas.

Com a necessidade de investir em nova tecnologia, em períodos de contenção orçamental, o software *Open Source* surgiu como possibilidade, mas não foi aceite de imediato pelos decisores da empresa. O impasse demorou cerca de dois meses, com desvantagens claras para o andamento do projecto.

O clima de instabilidade sentido durante a oferta pública de aquisição (OPA) da empresa Camargo Corrêa sobre a Cimpor, que conduziu a um processo de reorganização e reestruturação da empresa, teve impactos directos no andamento do projecto, uma vez que era necessário redefinir objectivos e adaptar o projecto à nova realidade, correndo sempre o risco de ser descontinuado pela nova estrutura. Tal não aconteceu e o projecto foi enquadrado na nova realidade, partilhada agora com os técnicos brasileiros, que passaram também a integrar a orientação do projecto.

Do ponto de vista das escolhas relativas ao software utilizado, podem enumerar-se algumas limitações de funcionamento, mas o ganho de autonomia é muito mais benéfico para a empresa.

No que respeita ao Sistema de Gestão de Bases de Dados, o Postgresql, as principais limitações estão relacionadas com o formato de dados de entrada que suporta. A criação de bases de dados, de tabelas ou consultas é extremamente intuitiva, mas possui grandes limitações nos formatos que suporta para a importação/exportação de dados e no estabelecimento de ligações com outros Sistemas de Gestão de Bases de Dados. Estas limitações foram superadas com a utilização de um programa adicional para executar este tipo de funções, o GeoKettle, mas o facto de existirem retira alguma agilidade à gestão dos dados.

Nos que respeita ao software SIG Desktop, as limitações são praticamente inexistentes. As escolhas realizadas apresentam grande autonomia de processos.

Do ponto de vista operacional, a uniformização da informação de todos os países em que a Cimpor actua, na área de negócio do cimento, foi uma tarefa algo morosa e trabalhosa. A maior dificuldade está relacionada com os sistemas de coordenadas em que a informação é enviada. Apesar de haver esforços no sentido de resolver esta questão, muita informação é referenciada em datuns locais, alguns obsoletos e em desuso há vários anos, o que imprime especial dificuldade na transformação dessa informação ou mesmo em fazer correspondê-la e um ponto no terreno. Casos há em que, o sistema de coordenadas em que a informação se encontra, não corresponde a nenhum sistema de referência conhecido.

Nos pedidos de informação, o tempo de resposta às solicitações é, na maioria dos casos, elevado. Em média, salvo raras excepções, um pedido de informação pode levar semanas a ser respondido.

4.3. Considerações Finais

A construção da base de dados geográficos possibilitou à empresa criar um repositório único e centralizado de dados geográficos. No entanto, a existência de uma base de dados só faz sentido se for mantida e actualizada.

A base de dados permite obter ganhos importantes na consulta e análise da informação geográfica, cruzar esta informação com a proveniente de outras fontes e permite eliminar a redundância dos dados.

O acesso organizado e centralizado aos dados, das áreas de matérias-primas carregadas até ao momento, permite afirmar que os objectivos propostos inicialmente foram alcançados. Neste momento é possível (i) aceder a um único repositório de dados geográficos, (ii) gerir e visualizar dados espaciais, (iii) localizar a informação geográfica das áreas de matérias-primas e aceder aos seus atributos numéricos, como a quantidade de reservas, (iv) acompanhar a situação legal das licenças mineiras, (v) monitorizar os processos ambientais e mitigar impactos, (vi) gerir o cadastro da propriedade, (vii) planear actividades de recuperação mineira, (viii) gerar mapas temáticos, (ix) gerar relatórios com a informação e outras análises consideradas importantes.

Em suma, ao analisar os resultados obtidos até ao momento, podemos afirmar que, progressivamente, a base de dados geográficos oferece um contributo importante na organização e disponibilização da informação geográfica.

4.4. Propostas de trabalho futuro

Para completar a base de dados geográficos é necessário que esta contenha toda a informação geográfica disponível, por isso, deve conter, e já a pode conter, informação relativa a imagens *raster* e informação relativa à descrição da superfície terrestre.

A inclusão de informação do tipo *raster* permite efectuar uma eficiente descrição da informação geográfica, pois apesar de possuir um formato simples permite apresentar uma grande variedade de informação. Esta informação ainda não foi alvo de carregamento porque não existia em formato suficiente que motivasse o seu carregamento. Com o decorrer do projecto, esta informação está a aumentar, por isso tem de ser considerada futuramente. A inclusão desta informação pode, posteriormente, ser utilizada para vários fins, como a classificação de cartografia geológica, usos de solo, configurações do terreno (MDT) entre outras aplicações.

No que respeita à inclusão de modelos de dados de superfície (TIN), devem ser consideradas as infra-estruturas, que podem influenciar o modelo de superfície. No entanto, estes modelos estão especialmente voltados para as áreas de matérias-primas (pedreiras) que possuem pouca ocupação a nível das infra-estruturas, por isso, o MDT pode ser uma vantagem importante na análise e modelação da informação.

Apesar de ter sido apresentada a possibilidade de publicar a informação geográfica na web com recurso ao LizMap, o desenvolvimento de uma aplicação web-sig à medida das necessidades da empresa, aumenta o valor da informação que se disponibiliza.

As aplicações desenvolvidas de forma padrão oferecem muitas funcionalidades de interacção e manipulação dos dados, mas, no entanto, não estão especialmente vocacionadas para nenhum fim específico que não a disponibilização de dados na internet.

Por isso, um dos objectivos futuros será o desenvolvimento de uma interface web-sig especialmente vocacionada para a gestão, visualização e manipulação de dados maioritariamente geológicos, para todas as áreas de matérias-primas do grupo.

Referências Bibliográficas

- Albuquerque, K., Borges, V. (2002). Modelagem de Dados Geográficos.
- Borges, K., Laender, A., Davis, C. (2004). Modelagem conceitual de dados geográficos.
- Catalão, J. (2010). Projecções Cartograficas. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Charneca, N. (2012). Modelação de Dados Geográficos Aplicada ao Planeamento e Gestão de Recursos Hídricos.
- Guting, R. (1994). An Introduction to Spatial Database Systems.
- Gonçalves, A. (2008). Adopção de Sistemas de Referência Geográficos Globais.
- International Organization for Standardization, ISO/TS 19103 - Geographic Information - Conceptual Schema Language, 2005
- International Organization for Standardization, ISO/TS 19109 - Geographic Information - Rules for Application Schema, 2005
- International Organization for Standardization, ISO/DIS 19501. Unified Modeling Language (UML), Technical Committee ISO/TC 211, Geographic Information/Geomatics, 2001.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D. (2004). Geographic Information System and Science. Second Edition.
- Matos, J. (2008). Fundamentos de Informação Geográfica. 5ª Edição actualizada e aumentada, Lisboa.
- Neteler, M., Mitasova, H. (2008). OPEN SOURCE GIS - A GRASS GIS Approach, Third Edition
- Obe, R., Hsu, L. (2011). PostGIS in Action, Stamford.
- Open Geospatial Consortium (2011). OGC White Paper. Geospatial Business Intelligence.
- Santos, M., Gomes, N. (2001). Livro de Ouro da Qualidade. A Cimpor no contexto da história do cimento. O caminho da qualidade – O espelho da Cimpor. CIMPOR, Indústria de Cimentos, S.A., 2001.
- Safe Software (2013). Whitepaper Spatial ETL : Making Data Accessible.
- United Nations. (2000). Handbook on geographic information systems and digital mapping.
- Ramakrishnan, R., Gehrke, J. (2000). Database Management Systems, Second Edition.
- Ramakrishnan, R., Gehrke, J. (2002). Database Management Systems, Third Edition. Madison, Wisconsin, USA.
- Rolf, *et al.* (2001). Principles of Geographic Information Systems.

Bibliografia

- Agrawal, R., Gupta, A., Sarawagi, S. (1997). Modeling Multidimensional Databases.
- Badard, T., Dubé, E., Diallo, B., Mathieu, J., Ouattara, M. (2009). Geokettle: A powerful open source spatial ETL tool. Université Laval.
- Bimonte, S., Tchounikine, A., Miquel, M. (2007). Spatial Olap: Open Issues and a Web Based Prototype.
- Booch, G. (1998). Object-Oriented Analysis and Design.
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1998). The Unified Modeling Language User Guide.
- Borges, K., Laender, A., Davis, C. (2000). Spatial Data Integrity Constraints in Object Oriented Geographic Data Modeling.
- Borgorny, V. (2006). Enhancing Spatial Association Rule Mining in Geographic Databases.
- Breu, F., Guggenbichler, J., Wollmann, J. (2008). Geographic Data Warehouse to Consolidate Dispersed Environmental Information.
- Dias, M. (2007). Programa de Cartografia Temática. Universidade de Lisboa.
- Fabrikant, S., Reichenbacher, T., Kreveld, M., Schlieder, C. (2010). Geographic Information Science, Switzerland.
- Gaspar, A. (2005). Cartas e projeções cartográficas. 3ª edição, Lisboa.
- Laboratório de Geoprocessamento (2005). Modelagem de dados espaciais.
- Gordillo, S., Laurini, R. Conceptual Modeling of Geographic Applications.
- Infrastructure for Spatial Information in Europe (2010). INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems.
- Infrastructure for Spatial Information in Europe (2010). Data Specification on Mineral Resources.
- International Organization for Standardization, ISO/DIS 19108 – Geographic Information – Temporal schema, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic Information/Geomatics, 2001.
- International Organization for Standardization, ISO/DIS 19110 – Geographic Information – Methodology for feature Cataloguing, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic Information/Geomatics, 2001.
- International Organization for Standardization, ISO/DIS 19115 – Geographic Information - Metadata, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic Information/Geomatics, 2001.

International Organization for Standardization, ISO/DIS 19136 – Geographic Information – Geography Markup Language, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic Information/Geomatics, 2001.

International Organization for Standardization, Ad-Hoc Working Group, Proposed Semantic Data Model for Geographic Data, Technical Committee ISO/TC 211, Geographic Information/Geomatics, 2001.

Kennedy, M. (2013). *Introducing Geographic Information Systems with ArcGIS: A workbook approach to learning GIS*. Hoboken, New Jersey.

Mathew, N., Stones, R. (2005). *Beginning Databases with PostgreSQL.: From Novice to Professional*, Second Edition.

Momjian, B. (2000). *PostgreSQL: introduction and concepts*.

Papadias, D., Kalnis, P., Zhang, J., Yufei, T. (2001). *Efficient OLAP Operations in Spatial Data Warehouses*

Queiroz, G., Ferreira, K. (2006). *Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Ramsey, P. (2005). *Putting Things Together*.

Sament, H. (2002). *Spatial Databases and Geographic Information Systems (GIS)*. University of Maryland, USA.

Sullivan, D. (2006). *Pit Slope Design and Risk – A View of the Current State of the Art*. The South Africa Institute of Mining and Metallurgy. International Symposium on Stability of Rock Slopes in Open Pit Mining and Civil Engineering.

Yazici, A., Akkaya, K. (?). *Conceptual Modeling of Geographic Information System Applications*.

Zeiler, M. (1999). *Modeling Our World. The Esri Guide to Geodatabase Design*. Redlands, California.

Zhang, H., DU, P., Gao, F. (2007). *Mine Environmental GIS: Framework, key Techniques and Case Studies*.

Webgrafia

3Liz

<http://www.3liz.com/>

(Último acesso em Agosto de 2013)

Bing

<http://www.bing.com/maps/>

(Último acesso em Outubro de 2013)

Center for Spatially Integrated Social Science

<http://www.csiss.org/>

(Último acesso em Setembro de 2013)

Cimpor – Cimentos de Portugal

http://www.cimpor.pt/cronologia.aspx?lang=pt&id_class=122&name=Historia

(Último acesso em Outubro de 2013)

Faunália

<http://www.faunalia.pt/>

(Último acesso em Agosto de 2013)

GeoExt

<http://www.geoext.org/>

(Acedido em Junho de 2013)

GeoServer

<http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>

(Acedido em Maio de 2013)

Google

<https://www.google.pt/maps>

(Último acesso em Outubro de 2013)

Grass GIS

<http://grass.osgeo.org/>

(Último acesso em Setembro 2013)

GvSIG

<http://www.gvsig.org/web/>

(Acedido em Fevereiro de 2013)

InterCement

<http://www.intercement.com/Pt/>

(Último acesso em Outubro de 2013)

MapServer

<http://mapserver.org/>

(Acedido em Maio de 2013)

Microsoft

[http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb933876\(v=sql.105\).aspx](http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb933876(v=sql.105).aspx)

(Último acesso em Setembro de 2013)

Mysql

<http://www.mysql.com/>

(Último acesso em Maio de 2013)

OpenLayers

<http://openlayers.org/>

(Acedido em Março de 2013)

OpenStreetMap

<http://www.openstreetmap.org/#map=5/37.423/1.560>

(Último acesso em Maio de 2013)

Oracle

<http://www.oracle.com/br/products/database/options/spatial/index.html>

(Último acesso em Abril de 2013)

Osgeo

<http://www.osgeo.org/>

(Acedido em Junho de 2013)

PostGIS

<http://postgis.net/>

(Último acesso em Setembro de 2013)

PostgreSQL

<http://www.postgresql.org/>

(Último acesso em Setembro de 2013)

QGIS

<http://www.qgis.org/en/site/>

(Acedido pela última vez em Outubro de 2013)

QGIS Server

http://hub.qgis.org/projects/quantum-gis/wiki/QGIS_Server_Tutorial

(Último acesso em Maio de 2013)

SAGA – *System for Automated Geoscientific Analyses*

<http://www.saga-gis.org/en/index.html>

(Acedido em Junho de 2013)

Spatialytics.org

<http://www.spatialytics.org/projects/geokettle/>

(Último acesso em Agosto de 2013)

SQLite

<http://www.sqlite.org/>

(Último acesso em Setembro de 2013)

Udig

<http://udig.refractor.net/>

(Acedido em Janeiro de 2013)

ANEXO I

Caracterização da informação da base de dados

Caracterização da informação da base de dados

A caracterização da informação da base de dados foi criada com base na forma de classificação adoptada pelo grupo temático de trabalho para os recursos minerais, que integram a directiva inspire para os recursos minerais, elaborada em Maio de 2012.

Tabela raw_material areas

| Raw_material_areas | |
|---------------------------|---|
| Nome: | Áreas de matérias-primas |
| Definição: | Tabela com a listagem completa das áreas de matérias-primas do grupo |
| Descrição: | Tabela construída para identificar univocamente cada área pelo seu código identificador único |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |

Tabela dbo_quarriesclassification

| Dbo_quarriesclassification | |
|-----------------------------------|--|
| Nome: | Quarries Classification |
| Definição: | Tabela que possui a listagem completa de todas as pedreiras que integram o Grupo |
| Descrição: | Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: | Implementada - Existente na empresa |

Tabela Indicators

| Indicators | |
|-------------------|--|
| Nome: | Indicators |
| Definição: | Tabela com a listagem dos indicadores internos relacionados com a produção do cimento |
| Descrição: | Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: | Implementada - Existente na empresa |

Tabela Organic_Units

| Organic_Units | |
|----------------------|--|
| Nome: | Organic Units |
| Definição: | Tabela que possui a listagem completa de todas as fábricas do Grupo |
| Descrição: | Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: | Implementada - Existente na empresa |

Tabela dbo_unidadesoperacionais

| Dbo_UnidadesOperacionais | |
|---------------------------------|---|
| Nome: | Unidades Operacionais |
| Definição: | Tabela com a capacidade produtiva e produções anuais de cada fábrica do Grupo |
| Descrição: | Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a |

| |
|--|
| informação que esta contém |
| Estado: Implementada - Existente na empresa |

Tabela dbo_consumosmateriasprimas

| |
|---|
| Db_consumosmateriasprimas |
| Nome: Consumos Matérias-Primas |
| Definição: Listagem completa dos consumos anuais, por pedreira e por tipo de matérias-primas |
| Descrição: Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: Implementada - Existente na empresa |

Tabela dbo_reserves

| |
|---|
| Db_reserves |
| Nome: Reservas |
| Definição: Tabela actualizada com os dados das reservas de todas as áreas de matérias-primas. Engloba as reservas existentes para cada tipo de material e os anos de vida calculados para cada exploração |
| Descrição: Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: Implementada - Existente na empresa |

Tabela organic_unit

| |
|---|
| Organic_unit |
| Nome: Organic Unit – fábricas |
| Definição: Listagem de todas as unidades orgânicas do grupo |
| Estado: Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: Polígono |
| Atributo: Gid |
| Tipo de valor: Identificador único |
| Definição: Identificador único de registo |
| Atributo: fabm_name |
| Tipo de valor: Nome da fábrica |
| Definição: Apresenta o nome da fábrica |
| Descrição: Exemplo: Alhandra, Souselas, Loulé |
| Atributo: fabm_code |
| Tipo de valor: Código da fábrica |
| Definição: Identificador único da fábrica que está relacionado e migra da tabela dbo_unidadesoperacionais |
| Descrição: Exemplo: 99 |
| Atributo: last_update |
| Tipo de valor: Última actualização |
| Definição: Data da última actualização efectuada aos dados presentes na tabela |
| Descrição: Tipicamente a data é descrita pelo ano, mês e dia da actualização |
| Atributo: aproximated_surface |
| Tipo de valor: Área aproximada em metros quadrados |
| Definição: Cálculo da área de implantação de cada unidade orgânica |
| Descrição: Área calculada em metros quadrados |

| | |
|------------------|---|
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria da Unidade Orgânica |
| Definição: | Geometria da entidade e o seu respectivo sistema de coordenadas |
| Descrição: | Polígono |

Tabela raw_material_type

| | |
|--------------------------|---|
| Raw Material Type | |
| Nome: | Tipo de matéria-prima |
| Definição: | Listagem do tipo de matéria-prima explorada |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | rm_type |
| Tipo de valor: | Identificador da matéria-prima |
| Definição: | Código identificador único de cada tipo de matéria-prima |
| Descrição: | Código criado para fazer corresponder o tipo de matéria-prima com as áreas exploradas |
| Atributo: | description |
| Tipo de valor: | Descrição |
| Definição: | Descrição textual de cada matéria-prima |
| Descrição: | Exemplo: Calcário – rocha sedimentar |

Tabela raw_material_area

| | |
|--------------------------|---|
| Raw_Material_Area | |
| Nome: | Raw Material Area |
| Definição: | Área de matérias-primas, comumente chamadas de pedreiras |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Polígono |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | ou_code |
| Tipo de valor: | Código identificador único da unidade orgânica |
| Definição: | Código que relaciona as pedreiras (raw material area) com as fábricas (organic units). Este atributo migra da tabela Organic Unit |
| Descrição: | Exemplo: código 1, correspondente à fábrica de Alhandra |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Migra da tabela dbo_quarriesclassification e identifica univocamente cada área de matérias-primas |
| Atributo: | rma_type |
| Tipo de valor: | Tipo de exploração |
| Definição: | Este atributo migra da tabela de classificação de matérias-primas (raw_material_type) e classifica o tipo de material explorado numa pedreira |
| Descrição: | Exemplo: Pedreira de calcário |
| Atributo: | status_observation |
| Tipo de valor: | Exploitation Status Observation |

| | |
|------------------|---|
| Definição: | Atributo textual que descreve o estado operacional da exploração |
| Descrição: | Exemplo: activa, inactiva, fechada |
| Atributo: | Geology |
| Tipo de valor: | Geologia da pedreira |
| Definição: | Informação geológica da área de matérias-primas |
| Atributo: | last_update |
| Tipo de valor: | Última actualização |
| Definição: | Data da última actualização dos dados da tabela |
| Descrição: | Tipicamente a data é descrita pelo ano, mês e dia da actualização |
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria da área de matérias-primas |
| Definição: | Geometria da entidade e o seu respectivo sistema de coordenadas |
| Descrição: | Polígono |

Tabela exploitation_status

| Exploitation_Status | |
|---------------------|--|
| Nome: | Estado da exploração |
| Definição: | Estado da exploração de matérias-primas |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_area e que relaciona o estado da exploração com as pedreiras |
| Atributo: | Status |
| Tipo de valor: | Estado da exploração |
| Definição: | Estado da exploração - como se encontra a exploração |
| Descrição: | Exemplo: Activa, Inactiva, Não iniciada |
| Atributo: | description |
| Tipo de valor: | Descrição |
| Definição: | Descrição textual que complementa a informação com dados mais detalhados |
| Atributo: | Last_update |
| Tipo de valor: | Última actualização |
| Definição: | Data da última actualização dos dados da tabela |
| Descrição: | Tipicamente a data é descrita pelo ano, mês e dia da actualização |

Tabela transport_type

| Transport_type | |
|------------------|---|
| Nome: | Tipo de transporte |
| Definição: | Tipo de transporte utilizado |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |

| | |
|------------------|--|
| Atributo: | type_code |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único do tipo de transporte |
| Atributo: | type_name |
| Tipo de valor: | Nome do transporte |
| Definição: | Categorização dos transportes com uma relação directa no processo de fabrico e expedição do material |
| Descrição: | Exemplo: Transporte rodoviário |

Tabela transport

| | |
|------------------|--|
| Transport | |
| Nome: | Transporte |
| Definição: | Transporte utilizado |
| Estado: | Em processo de implementação |
| Geometria: | Linhas |
| Atributo: | gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | type_code |
| Tipo de valor: | Código do tipo de transporte |
| Definição: | Atributo que relaciona o tipo de transporte e que migra da tabela transport_type |
| Descrição: | Exemplo: transport_1 – transporte rodoviário |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_area e que relaciona o estado da exploração com as pedreiras |
| Atributo: | distance_to_crusher |
| Tipo de valor: | Medida de distância |
| Definição: | Distância ao britador |
| Descrição: | Distância percorrida na pedreira desde o local do desmonte do material até ao vazadouro para o britador, onde o material é triturado |
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria |
| Definição: | Geometria da entidade e o seu respectivo sistema de coordenadas |
| Descrição: | Linhas – comprimento de cada segmento de recta para efectuar o cálculo de distâncias |

Tabela final_pit

| | |
|------------------|---|
| Final_Pit | |
| Nome: | Configuração final |
| Definição: | Configuração final de exploração |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Polígono |
| Atributo: | gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |

| | |
|------------------|---|
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_are e que relaciona a configuração final de exploração com a pedreira |
| Atributo: | Legal_base_level |
| Tipo de valor: | Nível legal da base explorável da pedreira |
| Definição: | Nível de base legal até onde é permitido explorar, com base na legislação de cada país |
| Atributo: | max_bench_height |
| Tipo de valor: | Altura máxima da bancada |
| Definição: | Altura máxima da bancada permitida na legislação |
| Descrição: | Exemplo: 5 metros |
| Atributo: | min_berm_width |
| Tipo de valor: | Largura mínima da bancada |
| Definição: | Largura mínima permitida por lei para a configuração da bancada |
| Descrição: | Exemplo: 6 metros |
| Atributo: | max_bench_slope |
| Tipo de valor: | Inclinação máxima |
| Definição: | Inclinação máxima permitida por lei para a configuração final da bancada |
| Descrição: | Exemplo:45° |
| Atributo: | Overall_slope |
| Tipo de valor: | Declive geral |
| Definição: | Declive geral somando todas as bancadas da exploração |
| Descrição: | Exemplo: 20° |
| Atributo: | Gis_surface |
| Tipo de valor: | Área de configuração final |
| Definição: | Área total do polígono correspondente à configuração final de exploração calculada com recurso a software SIG |
| Atributo: | Observations |
| Tipo de valor: | Observações |
| Definição: | Observações e comentários considerados importantes |
| Atributo: | Last_update |
| Tipo de valor: | Última actualização |
| Definição: | Data da última actualização dos dados |
| Descrição: | Tipicamente a data é descrita em ano/mês/dia |
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria da área de matérias-primas |
| Definição: | Geometria da entidade e o seu respectivo sistema de coordenadas |

Tabela raw_material_licence_type

| | |
|----------------------------------|---|
| Raw_material_licence_type | |
| Nome: | Tipo de licença |
| Definição: | Tipo de licença de cada área de matérias-primas |
| Estado: | Implementada – desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | lic_code |
| Tipo de valor: | Código da licença |
| Definição: | Número identificador único de cada tipo de licença |
| Atributo: | rm_name |
| Tipo de valor: | Nome da licença |

| | |
|------------------|--|
| Definição: | Nome de cada tipo de licença em vigor |
| Descrição: | Exemplo: licença de exploração |
| Atributo: | rm_shortname |
| Tipo de valor: | Abreviatura do nome |
| Definição: | Abreviatura do nome da licença |
| Descrição: | Exemplo: lic. explor. |
| Atributo: | rm_name |
| Tipo de valor: | Nome da licença |
| Definição: | Nome de cada tipo de licença em vigor |
| Descrição: | Exemplo: licença de exploração |
| Atributo: | description |
| Tipo de valor: | Descrição da licença |
| Definição: | Descrição textual que complementa a informação fornecida pelos campos anteriores |
| Descrição: | Exemplo: Licença de exploração onde são permitidas todas as actividades de pesquisa e prospecção dentro da área licenciada por tempo indeterminado |

Tabela associated_licences

| Associated_Licences | |
|----------------------------|---|
| Nome: | Licenças Associadas |
| Definição: | Licenças associadas às áreas de matérias-primas |
| Estado: | Implementada – desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Polígono |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_are e que relaciona as licenças com a pedreira |
| Atributo: | lic_code |
| Tipo de valor: | Código da licença |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_licence_type e que permite identificar o tipo de licença |
| Atributo: | issue_date |
| Tipo de valor: | Data de emissão |
| Definição: | Data de emissão da licença por parte das autoridades |
| Atributo: | validity_date |
| Tipo de valor: | Validade da licença |
| Definição: | Data de validade da licença |
| Atributo: | renewal_aplication_date |
| Tipo de valor: | Data do pedido da renovação |
| Definição: | Data em que se deve pedir a renovação da licença, tendo em conta os prazos legalmente estabelecidos para o efeito |
| Atributo: | renewal_period |
| Tipo de valor: | Período de renovação |
| Definição: | Período de renovação da licença emitida |
| Descrição: | Exemplo: Licença renovada a cada 20 anos |
| Atributo: | max_nr_renewals |
| Tipo de valor: | Número máximo de renovações |
| Definição: | Número máximo de renovações, permitidas por lei, para uma licença |

| | |
|------------------|---|
| Atributo: | nr_renewals_aplications |
| Tipo de valor: | Número de renovações aplicadas |
| Definição: | Número de renovações a que uma licença já foi submetida |
| Atributo: | documents |
| Tipo de valor: | Documentos |
| Definição: | Documentos comprovativos das licenças em vigor |
| Atributo: | last_update |
| Tipo de valor: | Última actualização |
| Definição: | Data da última actualização dos dados |
| Descrição: | Tipicamente a data é descrita em ano/mês/dia |
| Atributo: | oficial_surface |
| Tipo de valor: | Área oficial |
| Definição: | Área da licença definida no documento oficial |
| Atributo: | gis_surface |
| Tipo de valor: | Área calculada |
| Definição: | Área calculada com recurso a ferramentas de SIG |
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria |
| Definição: | Geometria da entidade e seu respectivo sistema de coordenadas |

Tabela administrative_references

| | |
|----------------------------------|---|
| Administrative_references | |
| Nome: | Referências administrativas |
| Definição: | Informação administrativa |
| Estado: | Implementada – desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | Dicofre |
| Tipo de valor: | Código das regiões administrativas |
| Definição: | Código identificador único das regiões administrativas, com baseada na realidade portuguesa, onde cada dicofre identifica uma freguesia pertencente a um concelho e a um distrito |
| Atributo: | Administrative_name |
| Tipo de valor: | Nome administrativo |
| Definição: | Nome administrativo composto pela sequência administrativa correspondente, quando aplicável |

Tabela use_type

| | |
|------------------|---|
| Use_type | |
| Nome: | Tipo de uso do solo |
| Definição: | Informação cadastral do uso do solo |
| Estado: | Implementada – desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |

| | |
|------------------|---|
| Atributo: | use_code |
| Tipo de valor: | Código de uso |
| Definição: | Código identificador único do tipo de uso do solo |
| Atributo: | use_type_name |
| Tipo de valor: | Nome do tipo de uso |
| Definição: | Nome atribuído à classe de classificação do tipo de solo, para efeitos do cadastro da propriedade |
| Descrição: | Exemplo: rustico, urbano ou social |
| Atributo: | Descriptions |
| Tipo de valor: | Descrições |
| Definição: | Quando se justifica acrescenta informação complementar |

Tabela ownership_cadastre

| Ownership_cadastre | |
|---------------------------|---|
| Nome: | Proprietários |
| Definição: | Proprietário dos terrenos cadastrados na envolvente das pedreiras |
| Estado: | Implementada – desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | ownership_code |
| Tipo de valor: | Código do tipo de proprietário |
| Definição: | Código identificador único do proprietário |
| Atributo: | ownership_cadastre |
| Tipo de valor: | Cadastro da propriedade |
| Definição: | Nome do tipo de proprietário |
| Descrição: | Exemplo: privado |
| Atributo: | Descriptions |
| Tipo de valor: | Descrições |
| Definição: | Quando se justifica acrescenta-se informação complementar |

Tabela land_title_cadastre

| Land_title_cadastre | |
|----------------------------|---|
| Nome: | Cadastro predial |
| Definição: | Cadastro predial da propriedade |
| Estado: | Implementada – desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Polígono |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_are e que relaciona o cadastro predial com a pedreira |
| Atributo: | Dicofre |
| Tipo de valor: | Código identificador das regiões administrativas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela administrative_references e que permite o cruzamento de informação entre ambas |
| Atributo: | oficial_surface |

| | |
|------------------|---|
| Tipo de valor: | Área oficial |
| Definição: | Área da licença definida no documento oficial |
| Atributo: | gis_surface |
| Tipo de valor: | Área calculada |
| Definição: | Área calculada com recurso a ferramentas de SIG |
| Atributo: | use_code |
| Tipo de valor: | Código identificador do uso do solo |
| Definição: | Código identificador do tipo de uso do solo, que migra da tabela use_type |
| Atributo: | owner_code |
| Tipo de valor: | Código do proprietário |
| Definição: | Atributo que migra da tabela ownership_cadastre e que identifica o proprietário |
| Atributo: | Last_update |
| Tipo de valor: | Última actualização |
| Definição: | Data da última actualização dos dados |
| Descrição: | Tipicamente a data é descrita em ano/mês/dia |
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria |
| Definição: | Geometria da entidade e seu respectivo sistema de coordenadas |

Tabela drillhole_type

| | |
|-----------------------|---|
| Drillhole_type | |
| Nome: | Tipo de sondagens |
| Definição: | Tipo de sondagens realizadas numa área |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | Code |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único do tipo de sondagem |
| Atributo: | Type |
| Tipo de valor: | Tipo de sondagem |
| Definição: | Identificação do tipo de sondagem realizada |
| Descrição: | Exemplo: sondagem destrutiva |
| Atributo: | Descriptions |
| Tipo de valor: | Descrições |
| Definição: | Descrição detalhada do tipo de sondagem |

Tabela drillhole_database_collar

| | |
|----------------------------------|---|
| Drillhole_database_Collar | |
| Nome: | Sondagens |
| Definição: | Localização geográfica das sondagens |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Pontos |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | rma_code |

| | |
|------------------|---|
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_are e que relaciona as sondagens com a pedreira |
| Atributo: | hole_id |
| Tipo de valor: | Identificador único da sondagem |
| Definição: | Identificador único da sondagem |
| Atributo: | x_coord |
| Tipo de valor: | Coordenada X |
| Definição: | Coordenada que identifica o posicionamento da sondagem no eixo do X |
| Atributo: | y_coord |
| Tipo de valor: | Coordenada Y |
| Definição: | Coordenada que identifica o posicionamento da sondagem no eixo do Y |
| Atributo: | z_coord |
| Tipo de valor: | Coordenada Z |
| Definição: | Coordenada que identifica o posicionamento em Z |
| Atributo: | max_depth |
| Tipo de valor: | Profundidade |
| Definição: | Profundidade máxima atingida na realização da sondagem |
| Atributo: | drillhole_type |
| Tipo de valor: | Tipo de sondagem |
| Definição: | Atributo que migra da tabela drillhole_type e que associa informação detalhada sobre o tipo de sondagem realizada |
| Atributo: | Year |
| Tipo de valor: | Ano |
| Definição: | Ano da realização da campanha de sondagens |
| Atributo: | the_geom |
| Tipo de valor: | Geometria |
| Definição: | Geometria da entidade e seu respectivo sistema de coordenadas |

Tabela drillhole_database_survey

| Drillhole_database_survey | |
|----------------------------------|---|
| Nome: | Inclinação das sondagens |
| Definição: | Inclinação medida nas sondagens realizadas |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | hole_id |
| Tipo de valor: | Identificador único da sondagem |
| Definição: | Este atributo migra da tabela drillhole_database_collar e faz corresponder a informação da inclinação com a informação do posicionamento geográfico das sondagens |
| Atributo: | Depth |
| Tipo de valor: | Profundidade |
| Definição: | Profundidade atingida |
| Atributo: | Dip |
| Tipo de valor: | Inclinação |
| Definição: | Inclinação das sondagens |
| Atributo: | Azimuth |

| | |
|----------------|-----------------------|
| Tipo de valor: | Azimuth |
| Definição: | azimuth das sondagens |

Tabela drillhole_database_chemistry

| | |
|-------------------------------------|--|
| Drillhole_database_chemistry | |
| Nome: | Química das sondagens |
| Definição: | Informação química das sondagens |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | hole_id |
| Tipo de valor: | Identificador único da sondagem |
| Definição: | Este atributo migra da tabela drillhole_database_collar e faz corresponder a informação da química com a informação do posicionamento geográfico das sondagens |
| Atributo: | sample_id |
| Tipo de valor: | Identificador da amostra |
| Definição: | Amostra de material realizada em profundidade. Cada sondagem possui várias amostras |
| Atributo: | depth_from |
| Tipo de valor: | Profundidade inicial |
| Definição: | Profundidade inicial a partir da qual se considera uma amostra |
| Atributo: | depth_to |
| Tipo de valor: | Profundidade final |
| Definição: | Profundidade até onde se considera uma amostra. O intervalo entre o depth_from e o depth_to corresponde a uma amostra |
| Atributo: | lab_id |
| Tipo de valor: | Código identificador |
| Definição: | Código identificador único da amostra atribuído pelo laboratório central |
| Atributo: | chemical_data |
| Tipo de valor: | Dados químicos |
| Definição: | Atributo que centraliza todos os dados químicos que compõem a amostra. Devido ao seu número, optou-se por não detalhar todos os campos. |

Tabela geology_lithology

| | |
|--------------------------|---|
| Geology_lithology | |
| Nome: | Litologia e geologia |
| Definição: | Informação litológica e geológica das sondagens |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | Lithology_code |
| Tipo de valor: | Código identificador |
| Definição: | Identificador único da litologia |
| Atributo: | Lithology_name |
| Tipo de valor: | Nome da litologia |

| | |
|------------------|---|
| Atributo: | Lithology_percent |
| Tipo de valor: | Porcentagem de litologia |
| Definição: | Porcentagem de litologia presente numa amostra |
| Atributo: | Lithology_color |
| Tipo de valor: | Cor da litologia |
| Definição: | A cor da litologia permite descrever determinadas características físicas do material analisado |

Tabela drillhole_database_chemistry

| Drillhole_database_chemistry | |
|-------------------------------------|---|
| Nome: | Geologia das sondagens |
| Definição: | Informação geológica das sondagens |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | hole_id |
| Tipo de valor: | Identificador único da sondagem |
| Definição: | Este atributo migra da tabela drillhole_database_collar e faz corresponder a informação geológica com a informação do posicionamento geográfico das sondagens |
| Atributo: | sample_id |
| Tipo de valor: | Identificador da amostra |
| Definição: | Amostra de material realizada em profundidade. Cada sondagem possui várias amostras |
| Atributo: | depth_from |
| Tipo de valor: | Profundidade inicial |
| Definição: | Profundidade inicial a partir da qual se considera uma amostra |
| Atributo: | depth_to |
| Tipo de valor: | Profundidade final |
| Definição: | Profundidade até onde se considera uma amostra. O intervalo entre o depth_from e o depth_to corresponde a uma amostra |
| Atributo: | gu |
| Tipo de valor: | Unidade geológica |
| Definição: | Identifica o volume geológico constituído pelo mesmo material |
| Atributo: | Geological_description |
| Tipo de valor: | Descrição geológica |
| Definição: | Descrição geológica efectuada com base no material removido na realização da sondagem, ou seja, com base nas carotes |
| Atributo: | Lithlogy_code |
| Tipo de valor: | Código da litologia |
| Definição: | Atributo faz corresponder a litologia aos dados geológicos através da associação do campo comum. |
| Atributo: | Weathering_simr |
| Tipo de valor: | Grau de meteorização da rocha |
| Definição: | Medição da capacidade que a rocha tem de resistir à abrasividade |
| Atributo: | Observations |
| Tipo de valor: | Observações |
| Definição: | Informação adicional que contribuí para uma melhor descrição |

Tabela drillhole_recuperation_rqd

| Drillhole_recuperation_rqd | |
|----------------------------|---|
| Nome: | Recuperação das sondagens |
| Definição: | Recuperação de material na realização das sondagens |
| Estado: | A implementar - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | hole_id |
| Tipo de valor: | Identificador único da sondagem |
| Definição: | Este atributo migra da tabela drillhole_database_collar e faz corresponder esta informação com as sondagens |
| Atributo: | depth_from |
| Tipo de valor: | Profundidade inicial |
| Definição: | Profundidade inicial a partir da qual se considera uma amostra |
| Atributo: | depth_to |
| Tipo de valor: | Profundidade final |
| Definição: | Profundidade até onde se considera uma amostra. O intervalo entre o depth_from e o depth_to corresponde a uma amostra |
| Atributo: | core_recovery |
| Tipo de valor: | Recuperação de material |
| Definição: | Recuperação do material mais importante para a análise |
| Atributo: | Percent_core_recovery |
| Tipo de valor: | Percentagem de material recolhido |
| Definição: | Percentagem de material recolhido de forma correcta em cada sondagem |
| Atributo: | Rqd_measurement |
| Tipo de valor: | Medidado do rqd |
| Definição: | Parâmetro que permitem medir a qualidade da rocha |
| Atributo: | Percent_rqd_measurement |
| Tipo de valor: | Percentagem de medição da qualidade da rocha |
| Definição: | Percentagem de medição da qualidade da rocha presente em cada sondagem |

Tabela dbo_elementos

| Dbo_elementos | |
|----------------|--|
| Nome: | Elementos |
| Definição: | Tabela com a designação dos stocks de material estéril |
| Descrição: | Migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, neste sentido, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: | Implementada - Existente na empresa |

Tabela waste_material

| Waste_material | |
|----------------|---|
| Nome: | Material estéril |
| Definição: | Material que não tem um aproveitamento directo para a produção do cimento e que se encontra sobre o material com vocação para a produção de cimento |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |

| | |
|------------------|---|
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | unique_code |
| Tipo de valor: | Código indentificador |
| Definição: | Código identificador único do tipo de material estéril |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da área de matérias-primas |
| Definição: | Atributo que migra da tabela raw_material_are e que permite fazer corresponder o material estéril com uma área de matérias-primas |
| Atributo: | waste_material |
| Tipo de valor: | Material estéril |
| Definição: | Identificação do material que compõem o designado estéril |
| Descrição: | Exemplo: composto orgânico |
| Atributo: | waste_material_density |
| Tipo de valor: | Densidade do material estéril |
| Definição: | A densidade do estéril é medida para calcular os custos de exploração e de extracção associados a uma determinada área. |
| Atributo: | descriptions |
| Tipo de valor: | Descrições |
| Definição: | Descrição pormenorizada do tipo de material estéril |

Tabela raw_mix_composition

| | |
|----------------------------|--|
| Raw_mix_composition | |
| Nome: | Composição da mistura para o cimento |
| Definição: | Composição da mistura no cru |
| Descrição: | A tabela raw_mix_composition migra integralmente da base de dados central do Grupo, não havendo, por isso, qualquer intervenção a nível dos campos ou relacionada com a informação que esta contém |
| Estado: | Implementada - Existente na empresa |

Tabela drillhole_type

| | |
|-----------------------|---|
| Drillhole_type | |
| Nome: | Tipo de ficheiros não georreferenciados |
| Definição: | Ficheiros que não possuem atributos nem estão georreferenciados |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo dos ficheiros |
| Atributo: | Code |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único do tipo de sondagem |
| Atributo: | document_type |
| Tipo de valor: | Tipo de documento |
| Definição: | Definição do tipo de documento |
| Descrição: | Exemplo: estudo ambiental |
| Atributo: | Descriptions |
| Tipo de valor: | Descrições |
| Definição: | Descrição detalhada do tipo de documento |

Tabela unrefered_files

| Unrefered_files | |
|------------------|--|
| Nome: | Tipo não georreferenciado |
| Definição: | Tipo de dados não georreferenciados |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |
| Geometria: | Não possui geometria |
| Atributo: | Gid |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único de registo |
| Atributo: | unrefered_type |
| Tipo de valor: | Tipo de ficheiro |
| Definição: | Campo que corresponde ao atributo code da tabela unrefered_type |
| Atributo: | unrefered_code |
| Tipo de valor: | Identificador único |
| Definição: | Identificador único do tipo de ficheiro não georreferenciado |
| Descrição: | Exemplo: estudos ambientais |
| Atributo: | unrefered_link |
| Tipo de valor: | Caminho para o ficheiro |
| Definição: | Caminho para o ficheiro não georreferenciado |
| Atributo: | Document_name |
| Tipo de valor: | Nome do documento |
| Definição: | Identificação do nome do documento |
| Atributo: | ou_code |
| Tipo de valor: | Código da fábrica |
| Definição: | Atributo que migra da tabela organic_unit de modo a ser possível associar o código da fábrica ao documento e assim fazê-lo corresponder |
| Atributo: | rma_code |
| Tipo de valor: | Código da pedreira |
| Definição: | Código identificador da pedreira que migra da tabela raw_material_area e que pretende associar o documento a uma pedreira, caso seja esse o caso |

Tabela georefered_files

| Georefered_files | |
|------------------|--|
| Nome: | Ficheiros georreferenciados |
| Definição: | Ficheiros que possuem atributos geográficos mas que não são transversais a todo o Grupo |
| Descrição: | Ficheiros que, pela sua generalidade, não se enquadram dentro da estrutura da base de dados, mas que constituem uma mais-valia importante. Assim, porque as diferentes realidades territoriais e de informação, nos diversos países, geram maior diversidade de informação, os ficheiros georreferenciados permitem incluir informação que de outra forma não seria suportada numa estrutura universal |
| Estado: | Implementada - desenvolvida no âmbito do estágio |

ANEXO II

Implementação do modelo físico de dados

Implementação do modelo físico de dados

Este tópico aborda a temática da implementação do modelo físico de dados, com recurso à linguagem SQL. A implementação foi realizada num servidor do Grupo, num sistema de gestão de base de dados Postgresql com a extensão espacial Postgis.

Abaixo, apresentam-se os comandos SQL DDL utilizados para criar cada uma das tabelas, segundo (Ramakrishnan, Database Management Systems, Third Edition).

Tabela raw_material_areas

```
drop table if exists raw_material_areas cascade;
create table raw_material_areas (
gid serial primary key,
quarry_id integer unique,
pedreira varchar(256));
```

Tabela dbo_quarriesclassification

```
drop table if exists dbo_quarriesclassification cascade;
CREATE TABLE dbo_quarriesclassification(
gid serial primary key,
fabm_code integer,
quarry_plant character varying(32),
quarry_id integer references raw_material_areas (quarry_id),
quarry_name character varying(64),
quarry_rmcod integer,
quarry_rm character varying(32),
quarry_localname character varying(64),
quarry_2010classification character varying(16));
```

Tabela indicators

```
drop table if exists indicators cascade;
CREATE TABLE indicators(
gid serial primary key,
code character varying(32) unique,
description character varying(256),
short_description character varying(256),
unit varchar(32),
definitions character varying(2048));
drop table if exists dbo_organic_units cascade;
create table dbo_organic_units(
```

```
gid serial primary key,  
fabm_code integer unique,  
fabm_name varchar(64),  
fabm_country varchar(64));
```

Tabela dbo_unidadesoperacionais

```
drop table if exists dbo_unidadesoperacionais cascade;  
CREATE TABLE dbo_unidadesoperacionais(  
gid serial NOT NULL,  
fabm_code integer references dbo_organic_units(fabm_code),  
tempo_year integer,  
fabm_shortcode character varying(32),  
fabm_name character varying(64),  
fabm_country character varying(64),  
ratedcapacity double precision,  
grindingcapacity double precision,  
productionraw double precision,  
clinkercapacity double precision,  
cementproduction double precision,  
rawmixclinker double precision,  
ckk double precision,  
CONSTRAINT dbo_unidadesoperacionais_pkey PRIMARY KEY (gid));
```

Tabela dbo_consumosmateriasprimas

```
drop table if exists dbo_consumosmateriaprims cascade;  
CREATE TABLE dbo_consumosmateriaprims(  
gid serial NOT NULL primary key,  
year integer,  
fabm_country character varying(64),  
plantkey integer references dbo_organic_units(fabm_code),  
plant character varying(32),  
rawmaterial character varying(64),  
consumption double precision,  
rm_qty character varying(32),  
CONSTRAINT indicators_fkey FOREIGN KEY (rm_qty)  
REFERENCES indicators (code) MATCH SIMPLE  
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE);
```

Tabela organic_unit

```
drop table if exists organic_unit cascade;
```

```

CREATE TABLE organic_unit(
gid serial primary key,
fabm_name character varying(256),
fabm_code integer unique references dbo_organic_units (fabm_code),
last_update integer,
approximate_surface double precision,
utm_fuso26n geometry (polygon, 32626),
utm_fuso29n geometry (Polygon, 32629),
CONSTRAINT check_surface CHECK (approximate_surface > 0::double precision));

```

Tabela dbo_reserves

```

drop table if exists dbo_reserves cascade;
CREATE TABLE dbo_reserves(
gid serial primary key,
fabm_code integer,
fabm_name character varying(64),
fabm_country character varying(64),
quarry_id integer references raw_material_areas (quarry_id),
pedreira character varying(256),
tipomateriaprima character varying(256),
percrawmixr1 character varying(64),
consumorm double precision,
percfgr1 character varying(64),
consumogrinding double precision,
outsider1 character varying(64),
reservasn character varying(64),
lifetimer1 character varying(64),
estimatedreservesr2a character varying(64),
lifetimer2a double precision,
estimatedreservesr2b character varying(64),
lifetimer2b double precision,
estimatedreservesr2c character varying(64),
lifetimer2c double precision,
lifetimer2 character varying(64),
estimatedreservesr3 character varying(64),
lifetimer3 character varying(64));

```

Tabela explotations_status

```

drop table if exists explotation_status cascade;
CREATE TABLE explotation_status(

```

gid serial primary key,
explotation_code integer unique,
status character varying(256),
status_shortname varchar(32),
description character varying(2048),
last_update date);

Tabela Raw_material_area

```
drop table if exists raw_material_area cascade;  
CREATE TABLE raw_material_area(  
gid serial primary key,  
ou_code integer references organic_unit (fabm_code),  
rma_code integer REFERENCES raw_material_areas (quarry_id),  
explotation_status integer  
references explotation_status (explotation_code),  
geology character varying(2048),  
last_update date,  
utm_fuso26n geometry (Polygon, 32626),  
utm_fuso29n geometry (Polygon, 32629),  
CONSTRAINT raw_material_area_rma_code_key UNIQUE (rma_code));
```

Tabela raw_material_licence

```
drop table if exists raw_material_licence_type cascade;  
CREATE TABLE raw_material_licence_type(  
gid serial primary key,  
lic_code integer unique,  
rm_name varchar (256),  
rm_shortname varchar(32),  
description character varying(2048));
```

Tabela associated_licences

```
drop table if exists associated_licenses cascade;  
CREATE TABLE associated_licenses(  
gid serial NOT NULL,  
rma_code integer not null,  
lic_code integer  
references raw_material_licence_type (lic_code),  
issue_date date,  
validity_date date,  
renewall_application_date date,
```

```

renewal_period integer,
max_nr_renewals integer,
nr_renewall_applications integer,
documents character varying(2048),
last_update date,
oficial_surface double precision,
gis_surface double precision,
utm_fuso26n geometry (polygon, 32626),
utm_fuso29n geometry (Polygon, 32629),
CONSTRAINT associated_licenses_pkey PRIMARY KEY (gid, rma_code),
CONSTRAINT associated_licenses_rma_code_fkey FOREIGN KEY (rma_code)
REFERENCES raw_material_area (rma_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT check_oficial_surface
CHECK (oficial_surface > 0::double precision),
CONSTRAINT check_gis_surface
CHECK (gis_surface > 0::double precision));

```

Tabela transport_type

```

drop table if exists transport_type cascade;
CREATE TABLE transport_type(
gid serial primary key,
type_code integer,
type_name character varying(256),
CONSTRAINT transport_type_type_code_key UNIQUE (type_code));

```

Tabela transport

```

drop table if exists transport cascade;
CREATE TABLE transport(
gid serial primary key,
code character varying(32) unique,
rma_code integer,
distance_to_crusher double precision,
type_code integer,
last_update date,
utm_fuso26n geometry (LineString, 32626),
utm_fuso29n geometry (LineString, 32629),
CONSTRAINT transport_rma_code_fkey FOREIGN KEY (rma_code)
REFERENCES raw_material_area (rma_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT transport_type_code_fkey FOREIGN KEY (type_code)

```

```
REFERENCES transport_type (type_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE );
```

Tabela final_pit

```
drop table if exists final_pit cascade;
CREATE TABLE final_pit(
gid serial primary key,
rma_code integer,
legal_base_level character varying(64),
max_bench_height double precision,
min_berm_width double precision,
max_bench_slope character varying(64),
overall_slope character varying(64),
gis_surface double precision,
observations character varying(2048),
last_update date,
utm_fuso26n geometry (Polygon, 32626),
utm_fuso29n geometry (Polygon, 32629),
CONSTRAINT final_pit_rma_code_fkey FOREIGN KEY (rma_code)
REFERENCES raw_material_area (rma_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE );
```

Tabela administrative_reference

```
drop table if exists administrative_reference cascade;
CREATE TABLE administrative_reference(
gid serial primary key,
dicofre integer unique,
distrito varchar(64),
concelho varchar(64),
freguesia varchar(64));
```

Tabela use_type

```
drop table if exists use_type cascade;
CREATE TABLE use_type(
gid serial primary key,
use_code integer,
use_type_name character varying(64),
description character varying(256),
CONSTRAINT use_type_use_code_key UNIQUE (use_code));
```

Tabela ownership_cadastre

```
drop table if exists ownership_cadastre cascade;
CREATE TABLE ownership_cadastre(
  gid serial primary key,
  owner_code character varying(32),
  ownership_status character varying(64),
  description character varying(256),
  CONSTRAINT ownership_cadastre_owner_code_key UNIQUE (owner_code));
```

Tabela land_title_cadastre

```
drop table if exists land_title_cadastre cascade;
CREATE TABLE land_title_cadastre(
  gid serial primary key,
  rma_code integer references raw_material_area (rma_code),
  administrative_name character varying(256),
  dicofre integer references administrative_reference(dicofre),
  oficial_surface double precision,
  gis_surface double precision,
  use_code integer references use_type (use_code),
  owner_code character varying(32) references ownership_cadastre(owner_code),
  owner_name character varying(256),
  last_update date,
  utm_fuso26n geometry (MultiPolygon, 32626),
  utm_fuso29n geometry (MultiPolygon, 32629),
  CONSTRAINT check_gis_surface CHECK (gis_surface > 0::double precision));
```

Tabela drillhole_type

```
drop table if exists drillhole_type cascade;
CREATE TABLE drillhole_type(
  gid serial primary key,
  code character varying(32),
  type character varying(64),
  description character varying(256),
  CONSTRAINT drillhole_type_code_key UNIQUE (code));
```

Tabela drillhole_database_collar

```
drop table if exists drillhole_database_collar cascade;
CREATE TABLE drillhole_database_collar(
```

```

gid serial primary key,
rma_code integer,
hole_id character varying(32) unique,
x_coord double precision,
y_coord double precision,
z_coord double precision,
max_depth double precision,
drillhole_type character varying(32),
year character varying(32),
utm_fuso26n geometry (Point, 32626),
utm_fuso29n geometry (Point, 32629),
CONSTRAINT collar_drillhole_type_fkey FOREIGN KEY (drillhole_type)
    REFERENCES drillhole_type (code) MATCH SIMPLE
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT collar_rma_code_fkey FOREIGN KEY (rma_code)
    REFERENCES raw_material_area (rma_code) MATCH SIMPLE
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT drillhole_database_collar_hole_id_key UNIQUE (hole_id));

```

Tabela drillhole_database_survey

```

drop table if exists drillhole_database_survey cascade;
CREATE TABLE drillhole_database_survey(
gid serial primary key,
hole_id character varying(32),
depth double precision,
dip double precision,
azimuth double precision,
CONSTRAINT drillhole_database_survey_hole_id_fkey FOREIGN KEY (hole_id)
    REFERENCES drillhole_database_collar (hole_id) MATCH SIMPLE
    ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE );

```

Tabela drillhole_database_chemistry

```

drop table if exists drillhole_database_chemistry cascade;
CREATE TABLE drillhole_database_chemistry(
gid serial primary key,
hole_id character varying(32),
sample_id character varying(32),
depth_from double precision,
depth_to double precision,
lab_id character varying(64),

```

```

moisture double precision,
loi double precision,
sio2 double precision,
al2o3 double precision,
fe2o3 double precision,
cao double precision,
mgo double precision,
so3 double precision,
k2o double precision,
na2o double precision,
tio2 double precision,
p2o5 double precision,
mno double precision,
sro double precision,
litocode character varying(16),
ug character varying(16),
total double precision,
cl_ double precision,
f_ double precision,
s_ double precision,
hg double precision,
gu_1 character varying(256),
gu_2 character varying(256),
    CONSTRAINT drillhole_database_chemistry_hole_id_fkey FOREIGN KEY (hole_id)
        REFERENCES drillhole_database_collar (hole_id) MATCH SIMPLE
        ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT unique_chemistry UNIQUE (hole_id, sample_id));

```

Tabela geology_lithology

```

drop table if exists geology_lithology cascade;
CREATE TABLE geology_lithology(
gid serial primary key,
lithology_code integer,
lithology_name character varying(16),
lithology_percent double precision,
lithology_color character varying(32),
CONSTRAINT geology_lithology_lithology_code_key UNIQUE (lithology_code));

```

Tabela drillhole_database_geology

```

drop table if exists drillhole_database_geology cascade;

```

```

CREATE TABLE drillhole_database_geology(
gid serial primary key,
hole_id character varying(32),
sample_id character varying(32),
depth_from double precision,
depth_to double precision,
gu character varying(64),
geological_description character varying(256),
lithology_code integer,
weathering_simr integer,
observations character varying(2048),
CONSTRAINT drillhole_database_geology_hole_id_fkey FOREIGN KEY (hole_id)
REFERENCES drillhole_database_collar (hole_id) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT geology_lithology_code_fkey FOREIGN KEY (lithology_code)
REFERENCES geology_lithology (lithology_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE,
CONSTRAINT unique_geology UNIQUE (hole_id, sample_id));

```

Tabela drillhole_recuperation_rqd

```

drop table if exists drillhole_recuperation_rqd cascade;
CREATE TABLE drillhole_recuperation_rqd(
gid serial primary key,
hole_id character varying(32),
depth_from double precision,
depth_to double precision,
core_recovery double precision,
percent_core_recovery double precision,
rqd_measurement double precision,
percent_rqd_measurement double precision,
CONSTRAINT drillhole_recuperation_rqd_hole_id_fkey FOREIGN KEY (hole_id)
REFERENCES drillhole_database_collar (hole_id) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE );

```

Tabela dbo_elementos

```

drop table if exists dbo_elementos cascade;
CREATE TABLE dbo_elementos(
gid serial primary key,
unique_code serial unique,
elemcodg integer,

```

```

fabricacodg character varying(32),
desig character varying(64),
elemtipo character varying(64),
stkcodg integer,
desigstock character varying(64),
desig_eng character varying(64),
desigstock_eng character varying(64),
CONSTRAINT dbo_elementos_unique UNIQUE (gid,stkcodg, fabricacodg));

```

Tabela waste_material

```

drop table if exists waste_material cascade;
CREATE TABLE waste_material(
gid serial primary key,
unique_code integer,
rma_code integer references raw_material_area (rma_code),
waste_material character varying(32),
waste_material_density double precision,
descriptions character varying(2048),
CONSTRAINT unique_code_fkey FOREIGN KEY (unique_code)
REFERENCES dbo_elementos (unique_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE);

```

Tabela raw_mix_composition

```

drop table if exists raw_mix_composition cascade;
CREATE TABLE raw_mix_composition(
gid serial primary key,
fabm_code integer,
raw_material_name character varying(32),
rm_local_designation character varying(256),
rm_consumption_raw_mix double precision,
CONSTRAINT raw_mix_composition_fkey FOREIGN KEY (fabm_code)
REFERENCES organic_unit (fabm_code) MATCH SIMPLE
ON UPDATE CASCADE ON DELETE CASCADE );

```

Tabela unrefered_type

```

drop table if exists unrefered_type cascade;
CREATE TABLE unrefered_type(
gid serial primary key,
code character varying(32),
document_type character varying(64),

```

```
description character varying(256),  
CONSTRAINT unrefered_type_code_key UNIQUE (code));
```

Tabela unrefered_files

```
drop table if exists unrefered_files cascade;  
CREATE TABLE unrefered_files(  
gid serial primary key,  
unref_code character varying(32),  
unrefered_type character varying(32),  
document_link character varying(2048),  
document_name character varying(256),  
ou_code integer,  
rma_code integer,  
CONSTRAINT unrefered_files_ou_code_fkey FOREIGN KEY (ou_code)  
REFERENCES organic_unit (fabm_code) MATCH SIMPLE  
ON UPDATE cascade ON DELETE cascade,  
CONSTRAINT unrefered_files_rma_code_fkey FOREIGN KEY (rma_code)  
REFERENCES raw_material_area (rma_code) MATCH SIMPLE  
ON UPDATE cascade ON DELETE cascade,  
CONSTRAINT unrefered_type_fkey FOREIGN KEY (unrefered_type)  
REFERENCES unrefered_type (code) MATCH SIMPLE  
ON UPDATE cascade ON DELETE cascade);
```