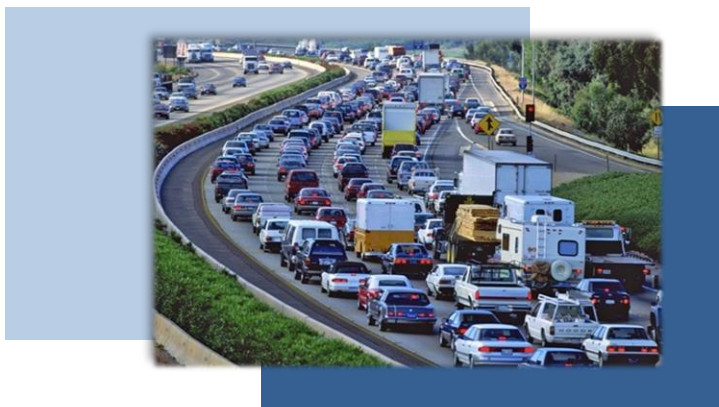


Licenciatura em Informática de Gestão

Trabalho Final de Curso

Plataforma Tempo Real de Gestão de Tráfego



Tiago Filipe Alves de Oliveira Nunes Ferreira

Aluno nº 20081858, 3N1

Orientador: Prof. Rui Pedro Nobre Ribeiro

Co-orientador: António Miguel Oliveira

Data: 15 de Julho de 2011

Agradecimentos

Terminada esta etapa da minha formação académica, gostaria de expressar o meu reconhecimento e referir as pessoas e instituição que contribuíram para este trabalho, sem as quais muito dificilmente teria sido levado a cabo.

As minhas primeiras palavras de agradecimento são dirigidas aos Professores Rui Pedro Nobre Ribeiro e Ana Margarida Alexandre, a quem devo grande parte do meu interesse no mundo do *Bussiness Intelligence*, guiando os meus primeiros passos neste ramo da Informática e incentivando o meu entusiasmo. Os seus contributos foram extremamente importantes na minha formação científica e pessoal durante este período de tempo.

Noutro campo, gostaria de expressar o meu sincero agradecimento, mais uma vez, ao Professor Rui Pedro Nobre Ribeiro e ao António Miguel Oliveira por tudo a que este semestre diz respeito. Começo por agradecer o facto de ter sido tão bem recebido na sua equipa de Telemática do Gabinete de Sistemas de Informação da Estradas de Portugal, proporcionando-me as condições que se podem desejar quando se desenvolve um trabalho desta natureza. A orientação de excelência com que o Professor Rui Ribeiro conduziu este trabalho foi um dos factores mais importantes para o sucesso do mesmo. Ao António Miguel Oliveira quero expressar o meu sincero agradecimento pela sua amizade. O seu acompanhamento incondicional das diferentes etapas e a sua disponibilidade inolvidável em ajudar, discutir e iluminar todas as minhas dúvidas e dificuldades foi inexcedível. Muito Obrigado!

Um agradecimento especial aos colegas da Estradas de Portugal, da *World Vision* e da *EXpand it* (Rui Barata, Dário Diogo, Elsa Martins, Armando Rodrigues e André Simões), com quem aprendi muito e de tudo um pouco. Todos foram responsáveis por terem tornado este local de trabalho único, repleto de companheirismo, boa disposição e óptimo espírito. No entanto, gostava de agradecer em especial ao Rui Barata e ao Armando Rodrigues, pela ajuda concedida e pelos conhecimentos partilhados, que permitiram o bom desenvolvimento deste trabalho, em especial pelo conhecimento do Sistema

Alqueva (Rui Barata) e pelo conhecimento de construção de cubos (Armando Rodrigues).

À Estradas de Portugal agradeço as facilidades concedidas para a realização deste trabalho, bem como a oportunidade de, ao longo do semestre, me ter cruzado com diversos profissionais que, de uma forma directa ou indirecta, me marcaram e contribuíram na minha formação pessoal e académica.

Finalmente os últimos e mais especiais agradecimentos à minha família, amigos e à Andreia, pertencendo-lhes também este meu caminho e trabalho. Ao longo de todo este tempo, tem sido vital o apoio incondicional e a compreensão inexcedível do meu avô e tia. São eles os verdadeiros responsáveis pelo trabalho diário nos bastidores. Aos meus amigos agradeço todo o apoio que me têm dado ao longo do tempo. À Andreia, minha fonte de inspiração, queria agradecer-lhe profundamente o estar comigo nos momentos mais importantes da minha vida, desafiando-me e apoiando-me constantemente. Obrigado por tudo.

Muito obrigado a todos,

Índice

Agradecimentos	I
Índice	III
Índice de Figuras	V
Índice de Tabelas.....	VII
Resumo	1
Abstract.....	2
1. Introdução e Enquadramento Teórico.....	3
1.1 Sistemas Business Intelligence (BI)	3
1.2 Data Warehouse	6
1.3 Modelação Dimensional	7
1.4 Online Analytical Processing (OLAP)	9
1.5 Integração de dados.....	10
2. Desenvolvimento	12
2.1 Sistema Integrado de Controlo e Informação de Tráfego.....	12
2.2 Modelo de dados	14
2.2.1 Caracterização do modelo de dados	14
2.3 ETL e carregamento do modelo de dados	17
2.3.1 Carregamento da tabela “dim_date”	17
2.3.2 Carregamento da tabela “dim_time”	18
2.3.3 Carregamento da tabela “dim_estradas”	19
2.3.4 Carregamento da tabela “dim_classes”	20
2.3.5 Carregamento da tabela “dim Equipamento”	21
2.3.6 Carregamento da tabela “fact_dadosTráfego”	21
2.4 Desenvolvimento do Cubo “trafego_bxAlentejo”	23
2.5 Desenvolvimento do Dashboard “Dashboard EP”	24
3 Resultados	26
3.1 Resultado do processo de carregamento “dim_date”	26
3.2 Resultado do processo de carregamento “dim_time”	26
3.3 Resultado do processo de carregamento “dim_estradas”	26
3.4 Resultado do processo de carregamento “dim_classes”	27

3.5	Resultado do processo de carregamento “dim Equipamento” ..	27
3.6	Resultado do processo de carregamento “fact_dadosTrafego” .	28
3.7	Resultados do Cubo “trafego_bxALENTEJO”	29
3.8	Resultados do “Dashboard EP”	30
4	Conclusões e Trabalho Futuro	34
5	Bibliografia	36
	Anexos	i
1.	Configuração Pentaho BI Suite Community Edition	i
2	Scripts de criação das tabelas do Modelo de dados Dimensional	vi
3	Resultados dos processos ETL de carregamento do Modelo Dimensional.....	xi
4	Código Fonte do Cubo “trafego_bxALENTEJO”	xiv
5	Exemplos de Queries MDX traduzidas em SQL	xvii
6	Código Fonte do “Dashboard EP”	xx

Índice de Figuras

Figura 1: Pilha de componentes do Pentaho BI Suite	4
Figura 2: Camadas de modelos de Metadados	5
Figura 3: Consola de Utilizador Pentaho	5
Figura 4: Arquitectura genérica de um data warehouse	7
Figura 5: Exemplo de um modelo de dados em estrela	8
Figura 6: Exemplo de um modelo de dados em floco de neve	9
Figura 7: Exemplo de um cubo OLAP	10
Figura 8: Ferramentas e componentes de integração de dados do Pentaho ...	11
Figura 9: Modelo conceptual do repositório de dados de tráfego	13
Figura 10: Modelo de dados Dimensional Alqueva	15
Figura 11: Processo carregamento dim_date	17
Figura 12: Exemplo do código JavaScript utilizado na transformação	18
Figura 13: Processo carregamento "dim_time"	18
Figura 14: Passo Calculate Time do processo de carregamento	19
Figura 15: Processo carregamento "dim_estradas"	19
Figura 16: Processo carregamento "dim_classes"	20
Figura 17: Processo carregamento "dim_equipamento"	21
Figura 18: Processo carregamento "fact_dadosTrafego"	22
Figura 19: Passo de extracção dos dados	23
Figura 20: Visão <i>default</i> do cubo	29
Figura 21: Vista com todas as métricas definidas	29
Figura 22: Query MDX da vista anterior do cubo	30
Figura 23: Vista do dia 4 JAN às 15h00	30
Figura 24: Vista inicial do Dashboard EP	31
Figura 25: Gráficos seguintes do Dashboard EP (1)	31
Figura 26: Gráfico seguinte do Dashboard EP (2)	32
Figura 27: Gráfico seguinte do Dashboard EP (3)	32
Figura 28: Gráfico seguinte do Dashboard EP (4)	32
Figura 29: Gráfico seguinte do Dashboard EP (5)	33
Figura 30: Último gráfico do Dashboard EP (6)	33
Figura 31: Edição do ficheiro de segurança JDBC	iii

Figura 32: Edição do ficheiro de segurança hibernate	iii
Figura 33: Edição do ficheiro de hibernate-settings	iii
Figura 34: Edição do ficheiro contexto.xml	iv
Figura 35: Edição do ficheiro contexto.xml (2)	iv
Figura 36: Edição do ficheiro web.xml	iv
Figura 37: Edição do ficheiro web.xml (2)	v
Figura 38: Edição do ficheiro publisher_config.xml	v
Figura 39: Edição do ficheiro Mondrian.properties	v

Índice de Tabelas

Tabela 1: Excerto tabela "dim_date"	26
Tabela 2: Excerto tabela "dim_time"	26
Tabela 3: Excerto tabela "dim_estradas"	27
Tabela 4: Excerto tabela "dim_classes"	27
Tabela 5: Excerto tabela "dim Equipamento"	28
Tabela 6: Excerto tabela "fact_dadosTrafego"	28
Tabela 7: Excerto maior da tabela "dim_date"	xi
Tabela 8: Excerto maior da tabela "dim_classes"	xii
Tabela 9: Excerto maior da tabela "dim Equipamento"	xiii

Resumo

A implementação de um *data warehouse* numa empresa é um passo extremamente importante, dado que permite transformar dados em informação e concentrá-la num único local, tornando o seu acesso bastante rápido e intuitivo. Recorre normalmente a técnicas de modelação dimensional, utilizando tabelas de dimensões e tabelas de factos.

Por sua vez, os sistemas de *Business Intelligence* recorrem a *data warehouses* para identificar, extrair e analisar dados de negócio, permitindo análises OLAP e utilização de *dashboards* para visionar a informação crítica à tomada de decisão.

Neste projecto foi efectuado um modelo de dados dimensional para solucionar o problema de acesso aos dados de tráfego em tempo real. Neste contexto foi também desenvolvido um cubo e um *dashboard* para análise de forma gráfica.

O desenvolvimento de sistemas deste género nunca termina na fase de entrada em produção, uma vez que a informação não é estática, mas dinâmica, tornando-se necessária a adaptação dos modelos e ferramentas de análise desenvolvidas.

Abstract

A data warehouse implementation on a company is a very important step as it permits the transformation of data to information, concentration of the information on one single location and easy and quick access. Usually, the implementation uses dimensional data modelling techniques, resorting to dimensional and fact tables.

In turn, Business Intelligence systems resort to data warehouses to identify, extract and analyse business data, allowing OLAP analysis and the usage of dashboards to visualize important information that can be critical to decision making.

In this particular project, a dimensional data model was made to solve the real time traffic data access. Also, in this context, a cube and a dashboard to graphic analysis were developed.

The development of this kind of systems never ends at the starting of the production phase, since the information is dynamic instead of static. This determines the necessity of model and tools adaptation over time.

1. Introdução e Enquadramento Teórico

No âmbito do programa do curso de Licenciatura de Informática de Gestão, foi proposta a realização de um Trabalho Final de Curso. O tema escolhido para o desenvolvimento do mesmo foi “Plataforma Tempo Real de Gestão de Tráfego”, sob a orientação do Professor Rui Ribeiro e em parceria com a Entidade externa Estradas de Portugal.

Foi dada a seguinte descrição do tema acima mencionado: recepção em tempo real de dados de tráfego de diversos sistemas existentes nas infra-estruturas rodoviárias, nomeadamente sensores de contagem, painéis de mensagem, sistemas SOS, mensagens de concessionárias de estradas, entre outras. Esta informação deverá estar disponível de forma gráfica e intuitiva em vários ecrãs do Centro de Controlo da EP para que os operadores possam mais facilmente, para além da informação das câmaras que dispõem, verificar as diferentes ocorrências de trânsito.

No ponto seguinte são apresentados os conceitos teóricos subjacentes ao tema.

1.1 **Sistemas Business Intelligence (BI)**

Em 1958, o investigador da IBM Hans Peter Luhn, escreveu um artigo para a *IBM Systems Journal*, intitulado “*A Business Intelligence System*”. Este artigo é considerado o percussor do desenvolvimento de sistemas BI. Ao longo dos anos a sua caracterização e definição foi mudando e, em 1993, Howard Dresner reintroduziu o tema, definindo-o da seguinte forma: “*Métodos e conceitos para melhorar a tomada de decisão utilizando sistemas de suporte baseados em factos.*” (1).

Business Intelligence refere-se principalmente a técnicas baseadas em computador utilizadas para identificar, extrair e analisar dados de negócio. As funções comuns de tecnologias BI são a elaboração de relatórios, processamento analítico *online*, *data mining*, *process mining*, gestão de performance de negócio (BPM) e análise preditiva. Estes sistemas visam apoiar e melhorar o processo de tomada de decisão.

Os sistemas BI utilizam dados recolhidos de um *data warehouse* ou de um *data mart*, levando assim a uma outra definição: “*Business Intelligence é*

um conjunto de metodologias, processo, arquitecturas e tecnologias que transformam dados em bruto em informação significativa e útil utilizada para permitir uma estratégia mais eficaz, melhores conhecimentos táticos e operacionais e melhor tomada de decisão.”

Assim, com esta definição, os sistemas BI utilizam também tecnologias como integração de dados, qualidade de dados, *data warehousing*, entre muitas outras. (2).

Relativamente ao tema em estudo, foi utilizado o *Pentaho Business Intelligence Suite (Community Edition)*, suite que oferece diversas funcionalidades, tais como relatórios, cubos e análise OLAP, *dashboards*, integração de dados, entre outras funcionalidades que permitem a criação de soluções robustas de BI. Pode ver-se esta suite como uma colecção de programas, ou uma pilha de componentes que levam a funcionalidade cada vez mais próxima do utilizador final (Figura 1 **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**).

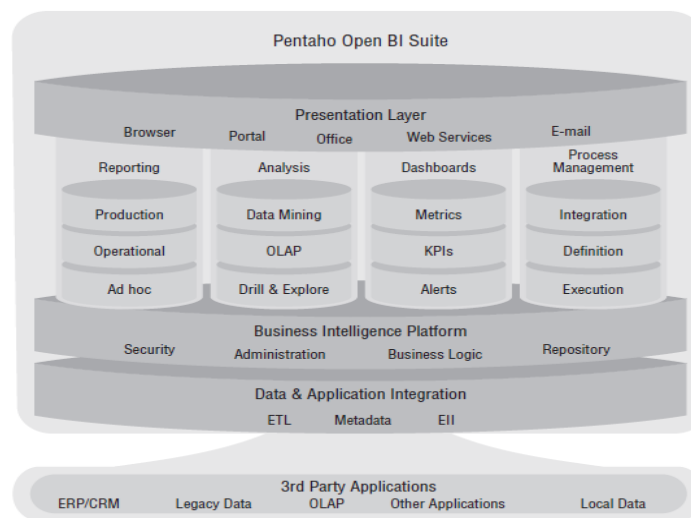


Figura 1: Pilha de componentes do Pentaho BI Suite

A tecnologia subjacente à *Pentaho BI Suite* é a tecnologia Java, tornando-se assim numa solução extremamente móvel para diversas arquitecturas de *hardware* e sistemas operativos. Pode-se dizer que esta solução está disponível, virtualmente, para qualquer sistema operativo existente.

O *Pentaho BI Server* é uma colecção de programas que trabalham em conjunto de maneira a fornecer as funcionalidades básicas do *Pentaho BI Suite*. A nível funcional, o *Pentaho BI Server* pode ser caracterizado em três

camadas, sendo elas a plataforma, os componentes BI e a camada de apresentação.

A camada plataforma fornece os serviços “repositório de solução” e “o motor de solução”, “gestão de conexões” às diversas bases de dados, “autenticação de utilizadores” e “serviços de autorização”, “serviços de registo” e “auditoria”, “agendamento de tarefas” e “serviços de email”.

A camada componentes BI fornece a “camada de metadados”, o “serviço de relatórios”, o “motor ETL” (*Extract, Transform and Loading*), o “motor de relatórios”, o “motor OLAP” e o “motor de *data mining*”.

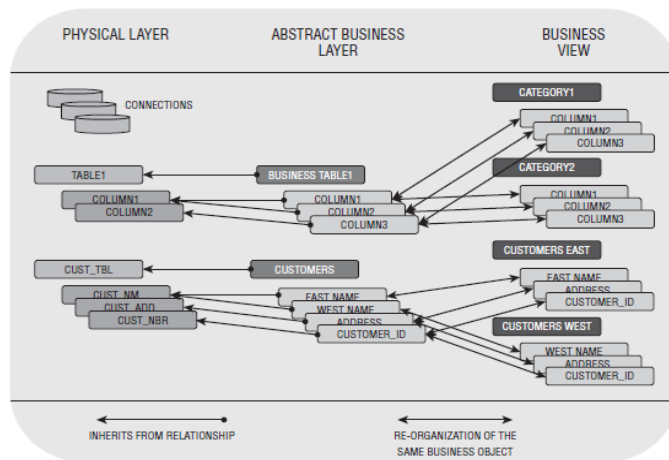


Figura 2: Camadas de Modelos de Metadados

A camada de apresentação é uma interface *web* intitulada de consola de utilizador. Esta consola é uma ferramenta *front-end* permitindo ao utilizador interagir com o servidor, navegar e abrir relatórios, *dashboards* e cubos OLAP. (1).

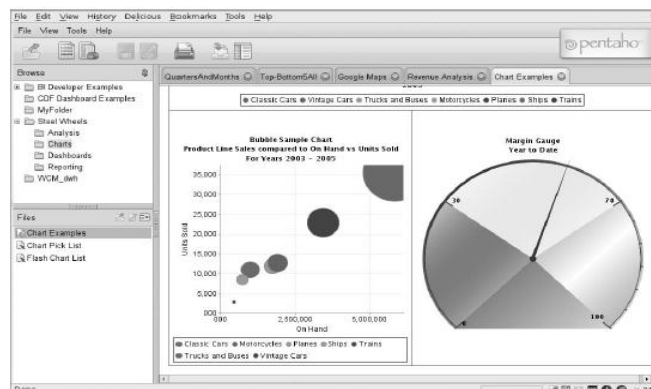


Figura 3: Consola de Utilizador Pentaho

No Anexo 1 são apresentadas informações sobre a forma de instalar e configurar a ferramenta.

1.2 *Data Warehouse*

Antes de entrar nas definições de *data warehouse*, é necessário esclarecer em primeiro lugar qual a importância deste.

Num *data warehouse* toda informação está concentrada num único lugar, encontrando-se actualizada, a informação é de acesso rápido. Não existe um limite de tamanho no *data warehouse*, o histórico encontra-se todo disponível, a informação é de fácil entendimento e as definições são claras e uniformes. (3), (4).

Existem duas grandes definições de *data warehouse*. Bill Inmon, considerado o pai do *data warehousing*, definiu formalmente *data warehouse* da seguinte forma: orientado ao assunto, em que os dados são organizados de forma a que todos os elementos de dados relativos ao mesmo evento estejam interligados, variável no tempo, em que as mudanças dos dados são monitorizadas e guardadas de forma a que se possa produzir relatórios mostrando as mudanças ao longo do tempo, não volátil, em que os dados nunca são apagados ou sobrescritos, e integrado, em que a base de dados contém dados consistentes de todos, ou maior parte, dos sistemas operacionais da organização.

Assim, Inmon considera uma aproximação centralizada com um modelo de dados normalizado e integrado que contém todos os dados necessários para relatórios e análise e em que os *data marts* são utilizados unicamente para acesso por parte do utilizador final.

Por outro lado, Ralph Kimball, que introduziu a aproximação dimensional para construção de um *data warehouse*, definiu o mesmo da seguinte forma: cópia de dados transaccionais estruturados especificamente para questões (*query*) e análise. Kimball afirmou também que um *data warehouse* não é mais que a união dos *data marts* existentes.

Desta forma, Kimball considera uma aproximação descentralizada com um modelo de dados dimensional. A informação é organizada em dimensões, que contêm toda a informação relativa a um determinado objecto de negócio, que são, por sua vez, ligadas a tabelas de factos, contendo todas as métricas relativas à informação. (1)

Na Figura 4 está representado um esquema que pretende demonstrar a arquitectura genérica de um *data warehouse*, onde se podem observar as

diferentes fontes de dados (ficheiros, bases de dados, informação oriunda de sistemas integrados de gestão empresarial (ERP), entre outras), processos de extracção, transformação e carregamento (ETL), o *data warehouse* e zero ou mais *data marts* e a camada de utilizador final, que contém as diversas ferramentas para trabalhar os dados, como ferramentas de relatórios e *dashboards*

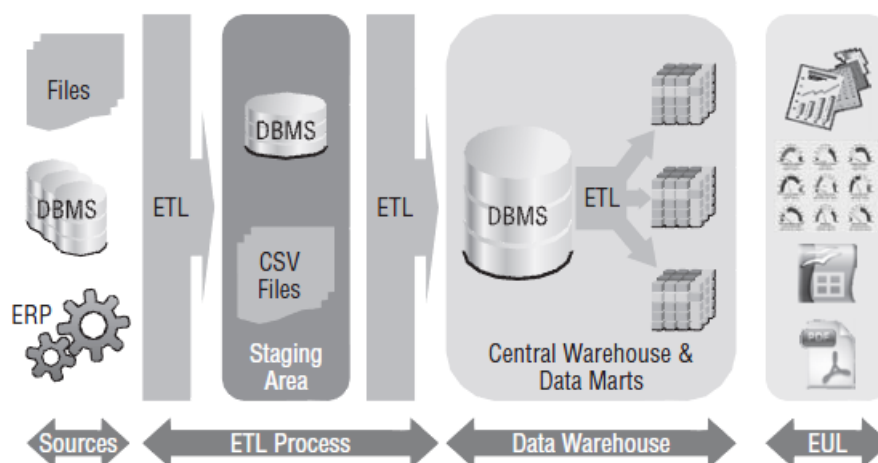


Figura 4: Arquitectura genérica de um data warehouse

1.3 Modelação Dimensional

A principal diferença entre a modelação dimensional e outros tipos de modelação de dados, é o facto de a modelação dimensional recorrer a técnicas de “des-normalização”. Assim num esquema “des-normalizado”, toda a informação é guardada numa única tabela, criando informação redundante. O objectivo de um modelo multidimensional é a análise de dados, em que é mostrado e descrito o que é realmente importante.

Um modelo de dados dimensional baseia-se em dimensões e factos, em que as dimensões são perspectivas de negócio ou vistas sobre factos, e os factos são eventos de negócio com interesse de análise para utilizadores de negócio.

As tabelas de dimensão contêm a descrição do negócio, e cada uma é definida por uma única chave primária. Os seus atributos são a chave para tornarem o *data warehouse* útil e de fácil entendimento. Estas tabelas são também os pontos de entrada na tabela de factos, e os seus atributos fornecem capacidades robustas de divisão e separação analítica. Os seus atributos representam também relações hierárquicas, permitindo uma análise *drill-up* e *drill-down* (exemplo de uma dimensão tempo: ano, semestre, trimestre). Pode

ver-se assim que as tabelas de dimensão são, normalmente, altamente “des-normalizadas”.

Uma tabela de factos é constituída por métricas, em que estas são características que qualificam um evento. Estas tabelas são constituídas por chaves estrangeiras que conectam às chaves primárias das tabelas de dimensão. Assim, a sua chave primária é constituída pelo subconjunto de chaves estrangeiras. As métricas que são mais úteis numa tabela de factos são numéricas e aditivas, permitindo assim a agregação de dados. (1).

Os esquemas mais usuais numa modelação dimensional são o esquema em estrela e o esquema em floco de neve. (5), (6)

O esquema em estrela é dos mais simples esquemas de modelação dimensional (Figura 5).

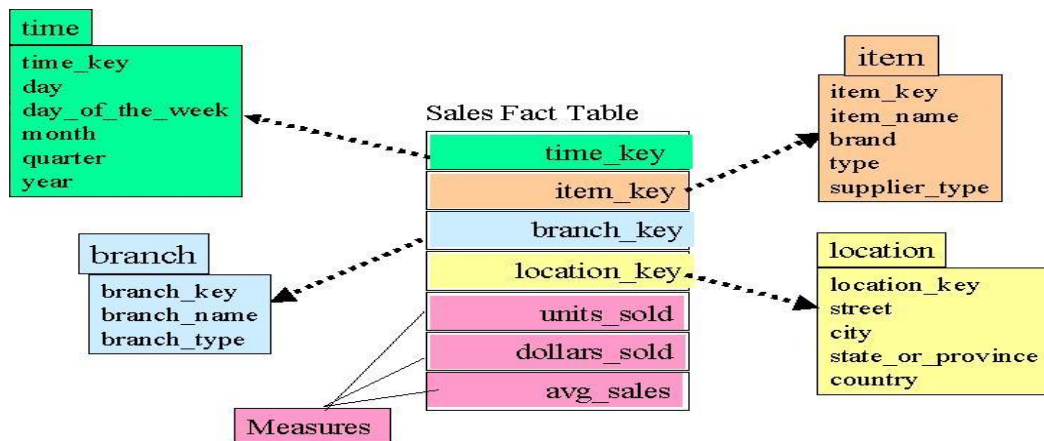


Figura 5: Exemplo de um modelo de dados em estrela

Este esquema é caracterizado por uma ou mais tabelas de factos, que contém a informação primária do *data warehouse*, e por um número de tabelas de dimensão, cada uma contendo informação sobre as entradas de um qualquer atributo da tabela de factos.

As suas principais vantagens são a performance de *queries* altamente optimizadas e o seu suporte pela larga maioria de ferramentas de BI, o facto de ser facilmente extensível para acomodar mudanças e os dados serem fáceis de entender e navegar.

O esquema em floco de neve é, na maioria dos aspectos, similar ao esquema em estrela, excepto no que diz respeito ao design das dimensões (Figura 6). Estes esquemas são caracterizados pela normalização das

dimensões de forma a eliminar redundância. Desta forma, a performance de *query* é reduzida devido ao maior número de *joins* requerido. (7)

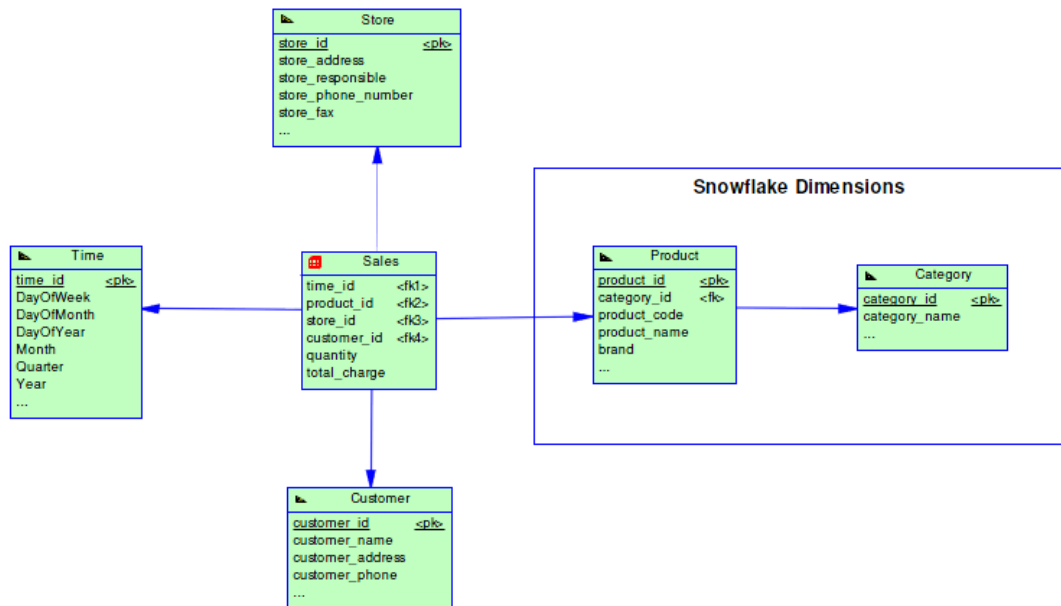


Figura 6: Exemplo de um modelo de dados em floco de neve

1.4 Online Analytical Processing (OLAP)

Processamento analítico online (OLAP) é o processamento por computador que permite ao utilizador extrair e ver dados, fácil e selectivamente, através de diferentes pontos de vista. A ferramenta OLAP de eleição é a construção de cubos. Assim os dados são extraídos do *data warehouse* e preenchem as células do cubo, permitindo a agregação dos valores presentes na tabela de factos pelas dimensões pretendidas e aumentando significativamente a performance da *query* (Figura 7).

Um cubo permite, assim, a análise de dados através das métricas (sejam as definidas na tabela de factos ou outras métricas necessárias obtidas através de cálculos das já definidas) pelas dimensões que o utilizador necessita (sejam um ou vários atributos das mesmas). (8)

Uma forma alternativa de explicar, será dizer que um cubo representa um esquema em estrela em que as suas dimensões correspondem às tabelas de dimensão e as métricas correspondem à tabela de factos.

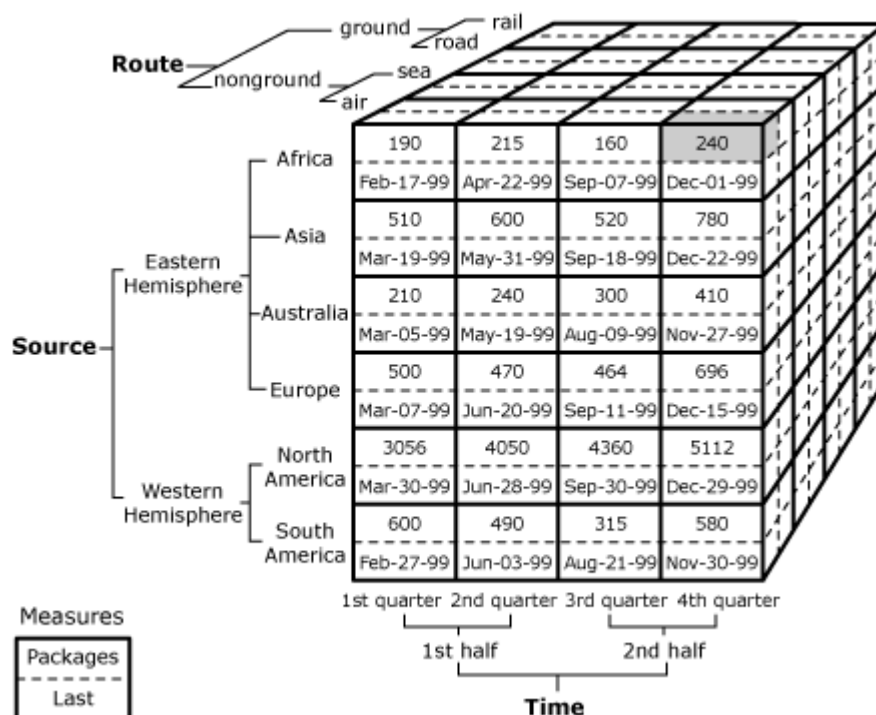


Figura 7: Exemplo de um cubo OLAP

Existem três variações de formatos de armazenamento OLAP, o MOLAP, que é OLAP multidimensional, MOLAP, ou OLAP multidimensional, ROLAP, ou OLAP relacional, e HOLAP, ou OLAP híbrido.

Em vez de se usar SQL para efectuar *queries* a cubos, utiliza-se uma sintaxe especializada chamada MDX (*MultiDimensional eXpressions*). Pode dizer-se que a linguagem MDX é para o modelo dimensional aquilo que a linguagem SQL é para o modelo relacional. (1).

1.5 Integração de dados

Integração de dados é o processo que combina dados de diferentes fontes numa única vista dos mesmos e é conseguido pelo ETL (extração, transformação e carregamento). A extração é o processo de reunir dados das diferentes fontes, a transformação corresponde ao processo de alterar a forma e/ou o conteúdo dos dados de forma a adaptá-los ao *data warehouse* e o carregamento é o processo de armazenar os dados no *data warehouse*. De notar que estes processos podem não ser executados obrigatoriamente por esta ordem.

Dentro dos três processos descritos acima existem variadas fases. No processo de extração pode existir a fase de *data staging*, em que os dados que são extraídos são armazenados até poderem ser processados nas

restantes fases. No processo de transformação podem existir as fases de validação de dados, onde é feito o reconhecimento de dados válidos e inválidos (considera-se dados os inválidos aqueles que apresentam erros lógicos), a fase de limpeza de dados, em que os dados inválidos são conhecidos e são rejeitados, a fase de decodificação e renomeação, onde se torna a informação mais acessível ao utilizador e a fase de agregação, onde são feitos cálculos de agregação consoante a necessidade do *data warehouse*. Na fase de carregamento existem as fases de carregamento e gestão de tabelas de dimensão, em que os seus conteúdos têm de se adaptar às mudanças ocorridas nos sistemas de origem (como por exemplo a adição de um novo troço de estrada na tabela de dimensão estradas) e a fase de carregamento de tabelas de factos, em que as chaves das tabelas de dimensão precisam de serem procuradas para cada linha de métricas que irão ser armazenadas na tabela. (1).

A Figura 8 mostra o diagrama da arquitectura do motor de integração de dados do Pentaho.

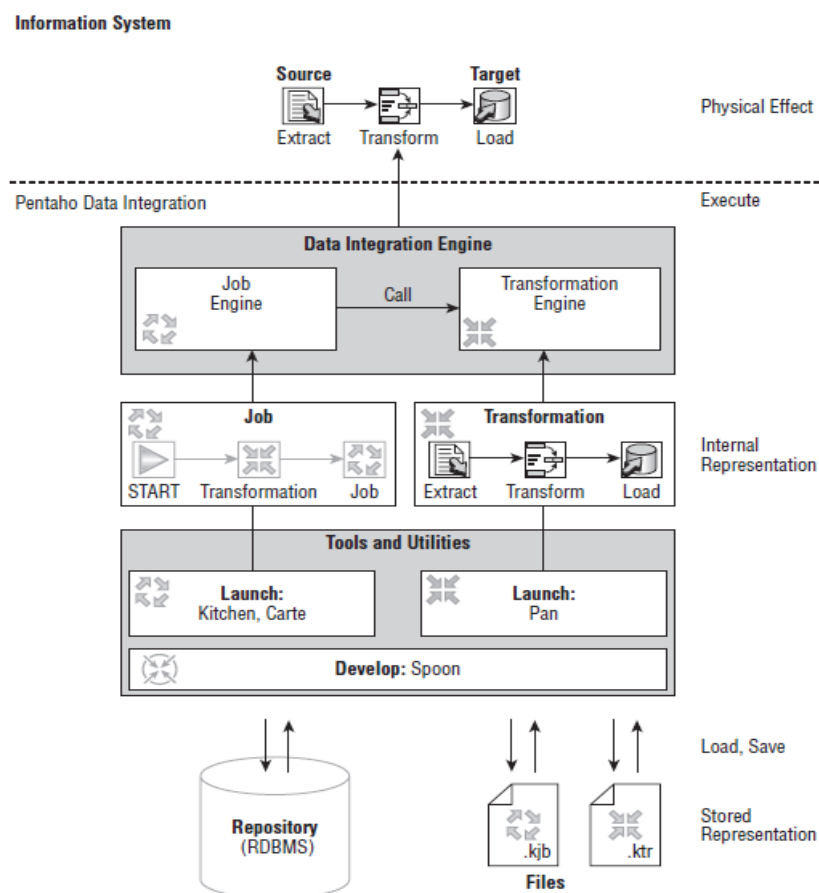


Figura 8: Ferramentas e componentes de integração de dados do Pentaho

2. Desenvolvimento

Nesta secção irá ser feita uma breve introdução ao sistema que está actualmente implementado (Sistema Integrado de Controlo e Informação de Tráfego, vulgo Alqueva), identificando os objectivos pretendidos para a construção do novo sistema. Irá ser demonstrado todo o método de desenvolvimento do novo modelo de dados e fases seguintes de implementação. Na secção de resultados irão ser apresentados todos os resultados relativos às diferentes fases apresentadas nesta secção.

2.1 *Sistema Integrado de Controlo e Informação de Tráfego*

O Sistema Integrado de Controlo e Informação de Tráfego, vulgo Alqueva, consiste num conjunto de equipamentos e de aplicações informáticas destinado à recolha, tratamento e divulgação de dados de tráfego em tempo real, com vista ao reforço da segurança rodoviária, ao conforto dos condutores e a uma gestão mais eficiente da rede rodoviária.

Neste âmbito foi criada uma aplicação específica, destinada a garantir o acesso imediato e generalizado a toda a informação de tráfego disponível.

Os dados disponibilizados através desta aplicação são de diversas naturezas: volume, classificação, categoria, peso e velocidade média do tráfego, podendo ser consultados em diferentes intervalos de tempo. Todos os dados têm em comum o facto de serem recolhidos por equipamentos automáticos, uns instalados na rede de estradas explorada directamente pela EP, outros nas estradas exploradas em regime de concessão. O *link* para acesso externo a esta aplicação é <http://telematica.estradasdeportugal.pt/pls/alqueva/f?p=105:1:1753610089909880>.

Na Figura 9 está representada a arquitectura do sistema Alqueva, na qual os itens a verde representam a realidade do sistema, e os itens a cinzento representam componentes que não chegaram a ser implementados. Como demonstrado pela Figura 9, a aplicação Alqueva é utilizada com o fim de efectuar o inventário dos equipamentos telemáticos da Rede Rodoviária Nacional (quer sejam os que são operados directamente pela EP, quer sejam os que são operados por entidades rodoviárias com as quais a EP interage),

efectuar a integração dos dados alfanuméricos fornecidos por estes equipamentos (volumes, velocidades, classificação de veículos, mensagens variáveis, meteorologia e SOSs), efectuar a gestão da qualidade destes dados e efectuar a sua disponibilização às entidades interessadas e público em geral.

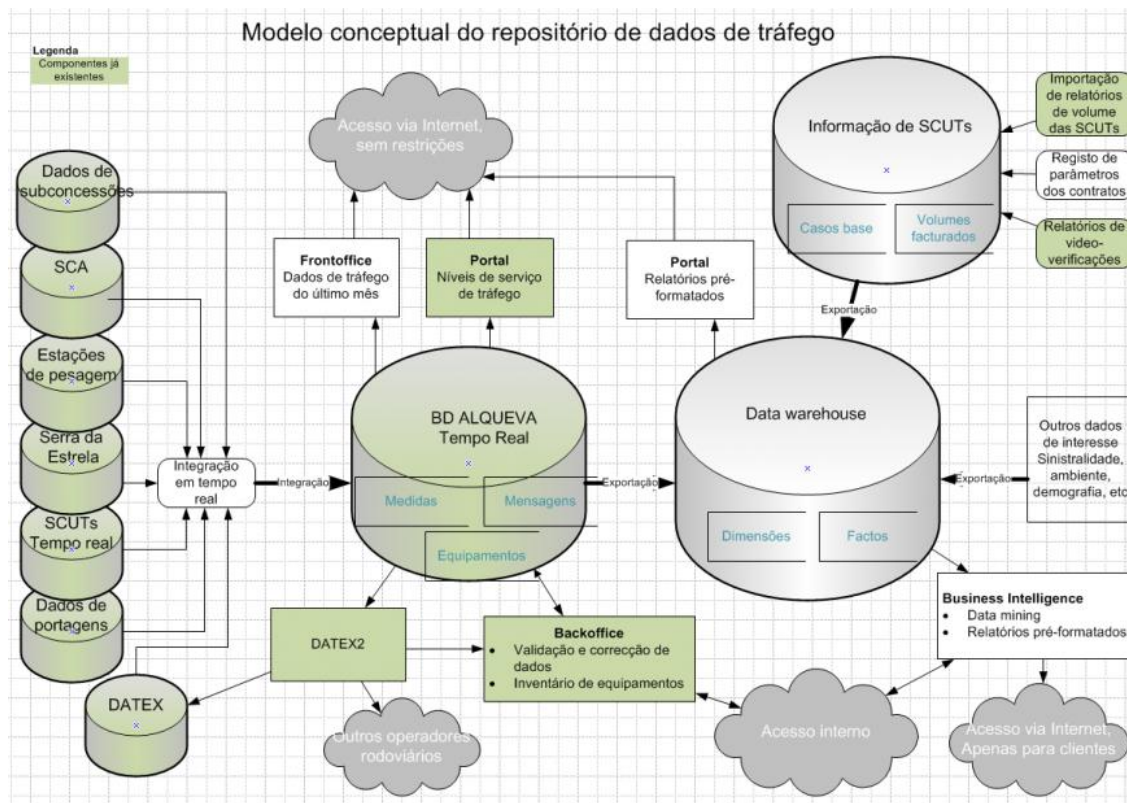


Figura 9: Modelo conceptual do repositório de dados de tráfego

A base de dados Alqueva compreende então três tipos principais de dados: o inventário de equipamentos telemáticos, respectivas características, áreas de influência e localização, medidas, dados obtidos desses equipamentos e mensagens colocadas em qualquer suporte de informação ao condutor.

Esta base de dados está assente sobre uma arquitectura Oracle 11G, o seu ambiente aplicacional é Oracle APEX e a linguagem de programação utilizada é PL/SQL.

A base de dados Alqueva é alimentada por diversas fontes de dados, bases de dados, ficheiros Access, ficheiros de texto e ficheiros Excel, sendo estas tratadas tanto por processos ETL do Pentaho, como por procedimentos, funções e *packages* do Oracle.

2.2 Modelo de dados

Surgiu a necessidade de criar um sistema que permitisse o acesso à informação de tráfego de forma gráfica e intuitiva em vários ecrãs do Centro de Controlo da EP, para que os operadores pudessem mais facilmente verificar as diferentes ocorrências de trânsito. Após análise do sistema Alqueva, propôs-se um novo modelo de dados dimensional para ajudar a resolver esta questão.

Na Figura 10 encontra-se a demonstração do novo modelo de dados. Este modelo é constituído por cinco tabelas de dimensão e três tabelas de factos.

2.2.1 Caracterização do modelo de dados

A tabela de dimensão “dim_date” é constituída por 34 campos de dados, sendo que o primeiro, “ID_DATE”, é chave primária da tabela. Os restantes campos permitem a caracterização hierárquica da data, desde os vários formatos até anos, semestres, trimestres, entre outros.

A tabela de dimensão “dim_time” é constituída por cinco campos de dados, sendo que o primeiro, “ID_TIME”, é chave primária da tabela. Os restantes campos permitem também a caracterização hierárquica da hora, com identificação da altura do dia (tarde, noite, etc).

A tabela de dimensão “dim_estrada” é constituída por dez campos de dados, sendo que o primeiro, “id_estrada”, é chave primária da tabela. O campo “classificação_estrada” permite saber se a estrada é uma auto-estrada, estrada nacional, entre outros tipos possíveis. Os campos de “nome” e “descrição” permitem saber os vários nomes e descrições que as estradas possam ter.

A tabela de dimensão “dim_classes” é constituída por quatro campos de dados, sendo que o primeiro, “id_classe_veiculo”, é chave primária da tabela. Os campos “código_classe” e “descricao_classe” identificam qual a classe e sua respectiva descrição. O campo “tipo_classe” identifica se é uma classe de peso ou portagem.

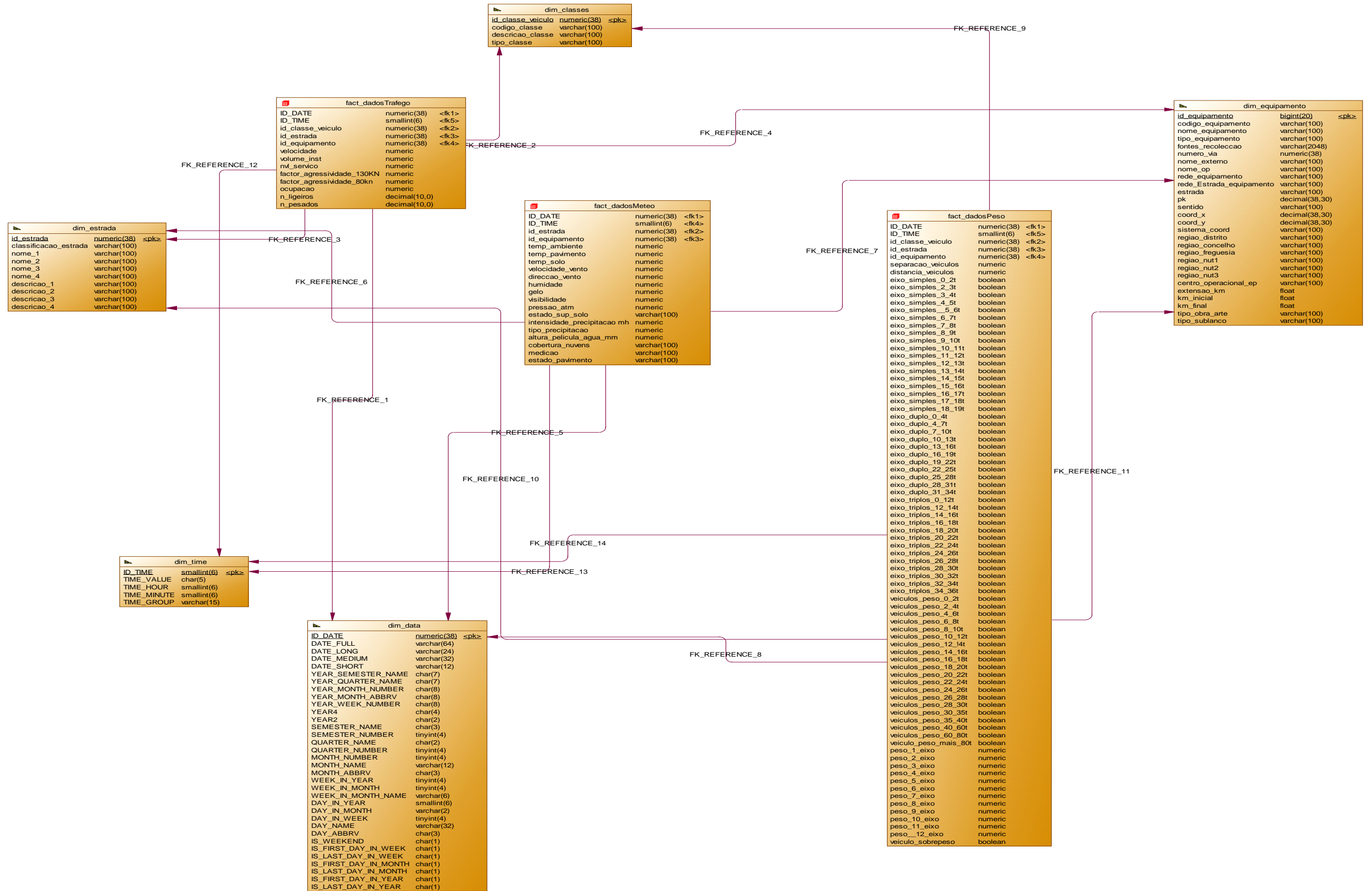


Figura 10: Modelo de dados Dimensional Alqueva

A tabela de dimensão “dim_equipamento” é constituída por 28 campos de dados, sendo que o primeiro, “id_equipamento”, é chave primária da tabela. Os campos “código_equipamento” e “nome_equipamento” identificam um nome abreviado e o nome do equipamento. O campo “tipo_equipamento” identifica se o equipamento é meteorológico ou de outro tipo existente, o campo “fontes_recolecção” identifica qual a origem dos dados e o campo “numero_via” identifica a via da estrada em que o equipamento está instalado. Os campos “nome_externo” e “nome_op” identificam o nome na origem de dados e o nome operacional (nome único) e os restantes campos indicam as localizações dos equipamentos.

A tabela de factos “fact_dadosTrafego” é constituída por 13 campos de dados, sendo que os campos “id_date”, “id_time”, “id_classe_veiculo”, “id_estrada” e “id_equipamento” são chaves estrangeiras da tabela que vão apontar às respectivas tabelas de dimensão. Os restantes campos são campos de métricas, em que se pode encontrar, velocidade, “nvl_serv” (o nível de serviço identifica a situação de trânsito numa determinada via, ou seja, se o trânsito se encontra congestionado, fluido, ou numa outra situação possível), factor de agressividade a 130 e 80km (é um factor calculado de acordo com o peso do veículo) e ocupação (percentagem de tempo que um sensor está sob um veículo).

A tabela de factos “fact_dadosMeteo” é constituída por 19 campos de dados, sendo que os campos “id_date”, “id_time”, “id_estrada” e “id_equipamento” são chaves estrangeiras que vão apontar às respectivas tabelas de dimensão. Os restantes campos são métricas em que existem vários tipos de medição de temperatura (ambiente, pavimento e solo), velocidade e direcção do vento, humidade, gelo, visibilidade, pressão atmosférica, estado de superfície do solo, intensidade e tipo de precipitação, altura da película de água, cobertura de nuvens, se existiu ou não medição no período de tempo e estado do pavimento.

A tabela de factos “fact_dadosPeso” é constituída por 82 campos de dados, sendo que os campos “id_date”, “id_time”, “id_classe_veiculo”, “id_estrada” e “id_equipamento” são chaves estrangeiras da tabela que vão apontar às respectivas tabelas de dimensão. Os restantes campos são métricas, sendo que a maior parte representa dados booleanos. As métricas

são separação e distancia entre veículos, qual a categoria de tipos de eixos e pesos a que o veículo pertence, o peso de cada eixo e se esse veículo se encontra em sobrepeso.

Este modelo foi implementado recorrendo a tecnologia MySQL, utilizando para esse efeito a base de dados “bdtráfego” existente na EP.

No Anexo 2 são apresentados os *scripts* de criação das tabelas deste modelo.

2.3 ETL e carregamento do modelo de dados

Nesta secção irão ser demonstrados todos processos utilizados para fazer o carregamento do modelo de dados proposto. Todos os resultados de cada fase apresentada de seguida serão apresentados no Anexo 3.

Todas as fases de carregamento de dados recorreram à ferramenta de integração de dados de *Pentaho BI Suite*.

2.3.1 Carregamento da tabela “dim_date”

Na Figura 11 é demonstrado o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_date”.

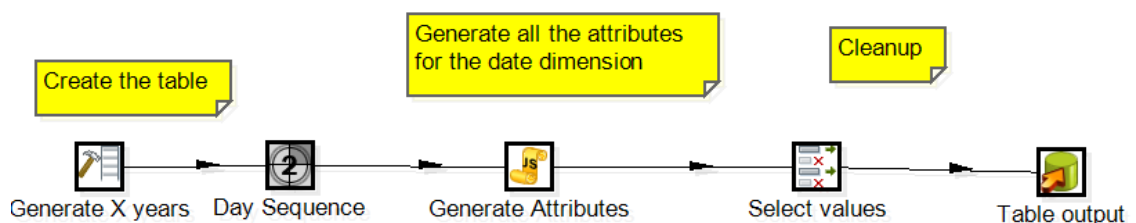


Figura 11: Processo carregamento dim_date

Os diferentes passos representados na Figura 11 vão gerar, ou executar diferentes funções:

- “Generate X years” gera anos de 1950 até 2100.
- “Day Sequence” cria todos os dias correspondentes aos anos criados no passo anterior.
- “Generate Attributes” executa código *JavaScript* para gerar todos os atributos da tabela “dim_date” (Figura 12).
- “Select values” escolhe os campos que irão ser posteriormente carregados na tabela.

- “Table output” faz o mapeamento dos campos escolhidos no passo anterior com os campos existentes na tabela, carregando-os de seguida.

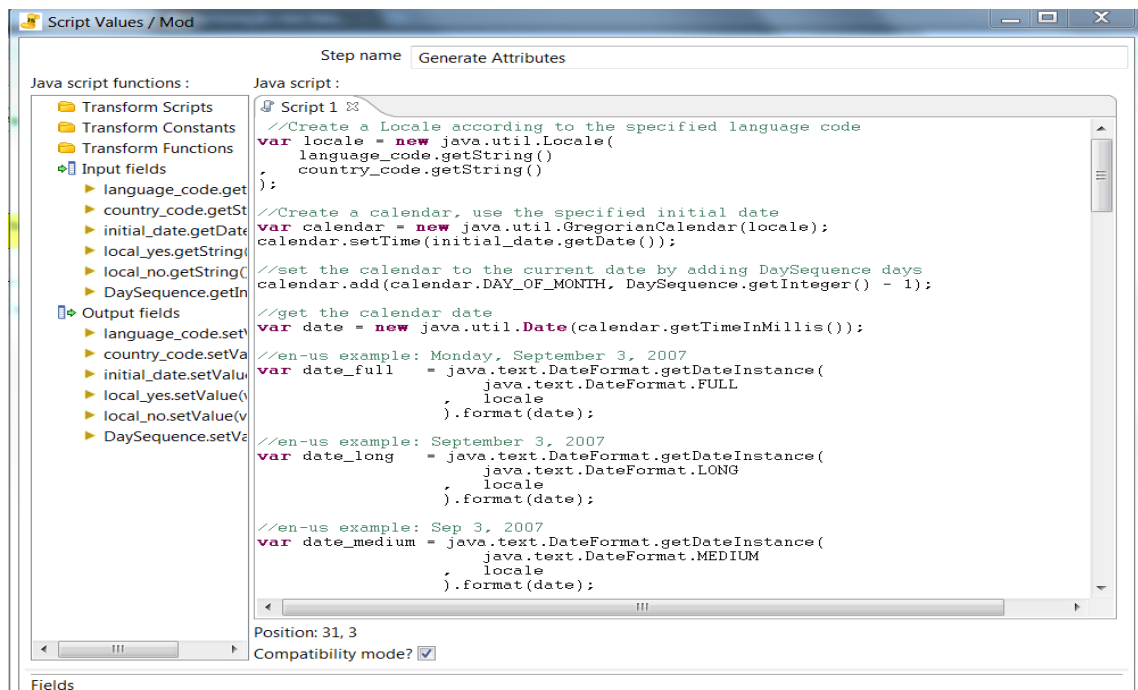


Figura 12: Exemplo do código JavaScript utilizado na transformação

O resultado deste processo encontra-se no ponto 3.1.

2.3.2 Carregamento da tabela “dim_time”

Na Figura 13 é demonstrado o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_time”.

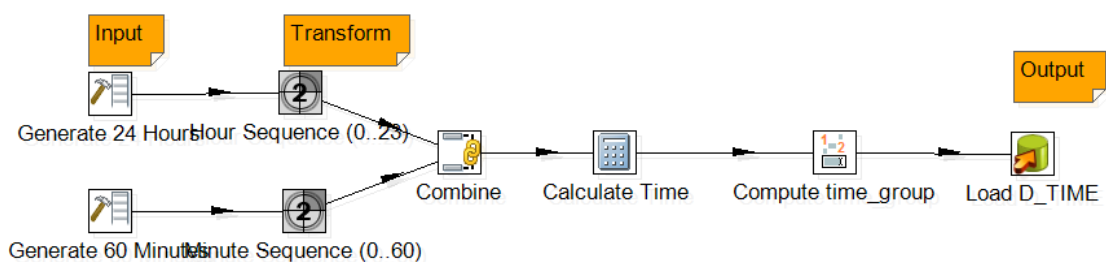


Figura 13: Processo carregamento "dim_time"

Os diferentes passos representados na Figura 13 vão gerar, ou executar diferentes funções:

- “Generate 24 Hours” e “Generate 60 Minutes” geram, respectivamente, 24 horas e 60 minutos.

- “Hour Sequence” e “Minute Sequence” organizam os valores pela ordem correcta.
- “Combine” combina, através de um *script JavaScript*, os valores obtidos no passo anterior.
- “Calculate Time” calcula os valores dos campos “id_time” e “time_value” da tabela “dim_time” (Figura 14).
- “Compute time_group” identifica, consoante o valor de “hour”, se é manhã, almoço, tarde ou noite.
- “Load D_TIME” faz o mapeamento dos campos obtidos nos passos anteriores com os campos da tabela “dim_time”, carregando-a de seguida.

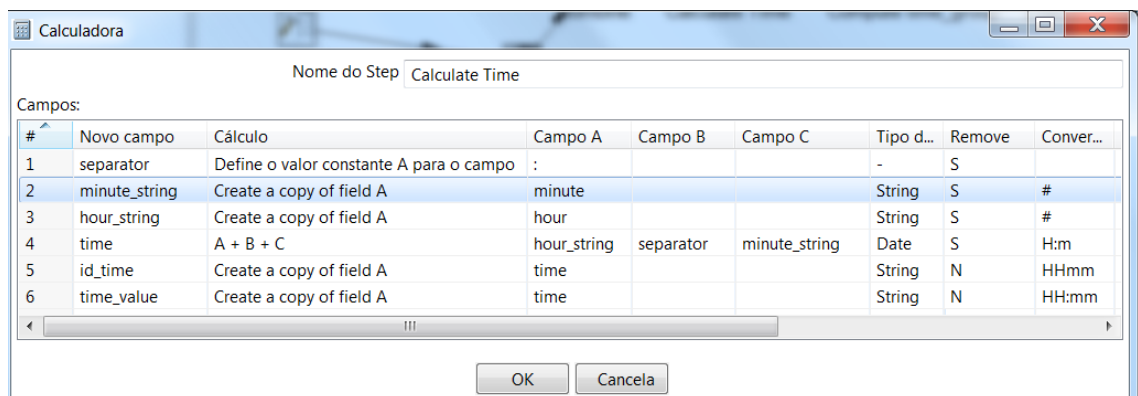


Figura 14: Passo Calculate Time do processo de carregamento

O resultado deste processo encontra-se apresentado no ponto 3.2.

2.3.3 Carregamento da tabela “dim_estradas”

Na Figura 15 é demonstrado o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_estradas”

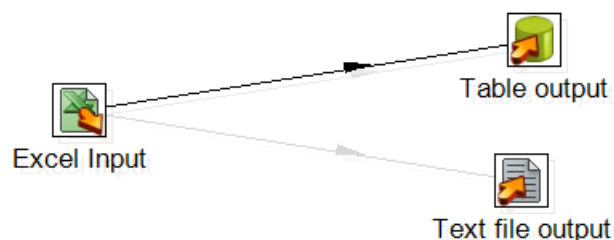


Figura 15: Processo carregamento "dim_estradas"

Por dificuldade de ligação da ferramenta de integração de dados do *Pentaho* à base de dados *Alqueva*, foi efectuado um *select* às tabelas

“estradas”, “zonasEstradas” e “estradasClasses” da base de dados Alqueva, e exportação dos resultados obtidos do mesmo para um ficheiro excel (Anexo 3).

O processo de transformação e carregamento apresentado na Figura 15 é, também, realizado em diferentes passos:

- Em “Excel Input” é realizada a extracção dos campos necessários do ficheiro excel obtido com a exportação dos resultados do *select*.
- O passo “Text file output” foi necessário para efectuar um teste dos dados obtidos.
- “Table Output” efectua o mapeamento dos campos obtidos no passo “Excel Input” com os campos da tabela “dim_estradas”, carregando-a de seguida.

O resultado deste processo encontra-se no ponto 3.3.

2.3.4 Carregamento da tabela “dim_classes”

Na Figura 16 é demonstrado o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_classes”.



Figura 16: Processo carregamento "dim_classes"

Dado o problema de ligação da ferramenta de integração de dados *Pentaho* à base de dados, já descrito no ponto 2.3.3, recorreu-se a uma estratégia semelhante à descrita: foi efectuado um *select* às tabelas “veiculoClasses” e “veiculoClassesTipos” e “estradasClasses” da base de dados Alqueva, e exportação dos resultados obtidos do mesmo para um ficheiro excel (Anexo 3).

Os diferentes passos representados na Figura 16 vão gerar, ou executar diferentes funções:

- Em “dados_extraídos_excel” é feita a extracção dos campos necessários do ficheiro excel obtido com a exportação dos resultados do *select*.

- O passo “Table Output” efectua o mapeamento dos campos obtidos no passo “dados_extraídos_excel” com os campos da tabela “dim_classes”, carregando-a de seguida.

O resultado deste processo encontra-se no ponto 3.4.

2.3.5 Carregamento da tabela “dim_equipamento”

Na Figura 17 é demonstrado o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_equipamento”.



Figura 17: Processo carregamento "dim_equipamento"

Neste ponto foi encontrado o mesmo obstáculo, referido nos dois pontos anteriores pelo que a estratégia utilizada foi de realizar um *select* às tabelas “estradas”, “zonasEstradas”, “redezonas”, “localizaçãoPontos”, “aparelhos”, “aparelhosTipos”, “estradasClasses”, “fontes_recoleccion”, “viaPosicoes”, “redes”, “directions”, “geoSistemas”, “obraTipos” e “zonasTipos” da base de dados Alqueva, e exportação dos resultados obtidos do mesmo para um ficheiro excel (Anexo 3).

Abaixo é apresentada a descrição das funções dos passos apresentados na Figura 17:

- No passo “Excel Input” é realizada a extracção dos campos necessários do ficheiro excel obtido com a exportação dos resultados do *select*.
- “Table Output” efectua o mapeamento dos campos obtidos no passo “Excel Input” com os campos da tabela “dim_equipamento”, carregando-a de seguida.

O resultado deste processo encontra-se no ponto 3.5.

2.3.6 Carregamento da tabela “fact_dadosTrafego”

Na Figura 18 é demonstrado o processo de transformação e carregamento da tabela “fact_dadosTrafego”.

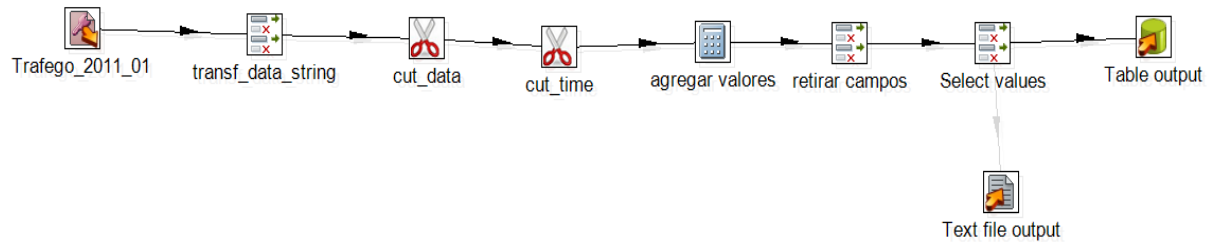
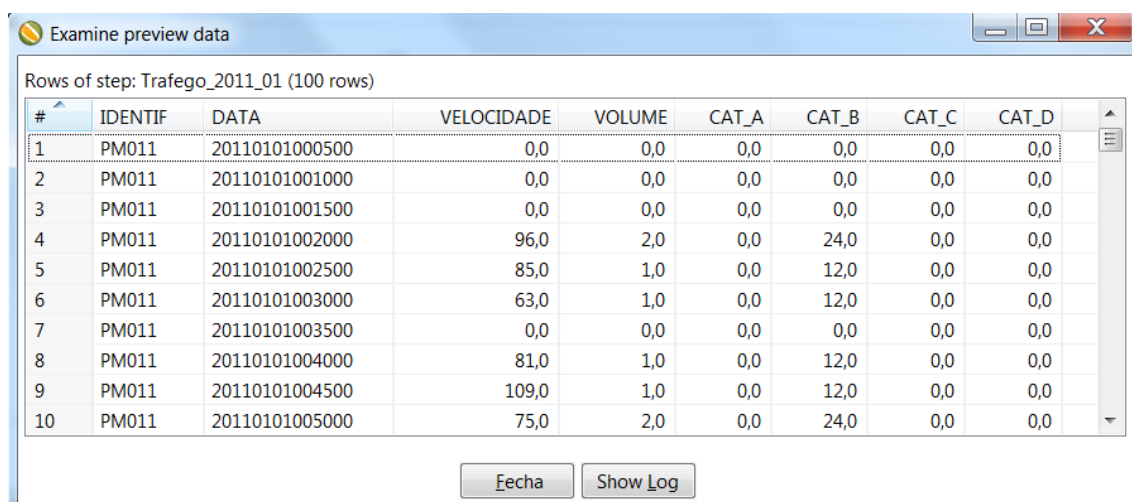


Figura 18: Processo carregamento "fact_dadosTrafego"

Foi fornecido um ficheiro Access contendo dados de tráfego do baixo Alentejo, relativos a Janeiro de 2011. Na Figura 18 está descrito o processo de transformação dos dados recolhidos desse ficheiro e posterior carregamento na tabela de factos, cujos passos e respectivas funções são descritas abaixo.

O primeiro passo efectua a extracção dos dados do ficheiro Access, onde se pode também observar a estrutura original dos dados (Figura 19). Como se pode observar na mesma figura, o campo de "DATA" vem num formato incompatível com as tabelas de dimensão "dim_date" e "dim_time", assim o passo seguinte será a transformação desse campo de dados para um formato *string*. Estando este campo de dados em *string* é possível separá-lo em 2 campos, correspondendo esses ao "id_date" e "id_time". Essa separação é possível com os passos "cut_date" e "cut_time". De seguida, o passo "agregar valores", permite somar os valores dos campos "CAT_A" e "CAT_B" para obter um campo idêntico ao "n_ligeiros", e os valores dos campos "CAT_C" e "CAT_D" para obter um campo idêntico ao "n_pesados". Os passos "retirar campos" e "Select Values" permitem retirar os campos de dados que não interessam e seleccionar os que interessam para serem carregados na tabela de factos. O passo "Table Output" efectua o mapeamento dos campos obtidos nos passos anteriores com os campos da tabela "fact_dadosTrafego", carregando-a de seguida.

O resultado deste processo encontra-se no ponto 3.6.



#	IDENTIF	DATA	VELOCIDADE	VOLUME	CAT_A	CAT_B	CAT_C	CAT_D
1	PM011	20110101000500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	PM011	20110101001000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	PM011	20110101001500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	PM011	20110101002000	96,0	2,0	0,0	24,0	0,0	0,0
5	PM011	20110101002500	85,0	1,0	0,0	12,0	0,0	0,0
6	PM011	20110101003000	63,0	1,0	0,0	12,0	0,0	0,0
7	PM011	20110101003500	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	PM011	20110101004000	81,0	1,0	0,0	12,0	0,0	0,0
9	PM011	20110101004500	109,0	1,0	0,0	12,0	0,0	0,0
10	PM011	20110101005000	75,0	2,0	0,0	24,0	0,0	0,0

Figura 19: Passo de extracção dos dados

2.4 Desenvolvimento do Cubo “trafego_bxAlentejo”

Nesta secção irá ser demonstrado o desenvolvimento de um cubo, o cubo “trafego_bxAlentejo” pertencente ao esquema “dados_trafego1”, desenvolvido com recurso à ferramenta *Schema Workbench*, módulo integrante do *Pentaho BI Suite*.

O processo de desenvolvimento do cubo é relativamente simples com a ferramenta referida acima, que efectua a validação dos dados inseridos, permitindo testes à solução através de *queries* MDX e também a exploração dos objectos presentes na base de dados à qual está conectada.

O primeiro passo foi adicionar um cubo ao esquema criado, tendo de seguida sido adicionada a tabela de factos “fact_dadosTrafego”. De seguida foram criadas duas dimensões partilhadas (de forma a que no futuro possam ser utilizadas em novos cubos desenvolvidos dentro do esquema), após o que foram definidas as respectivas tabelas de dimensão, as tabelas “dim_date” e “dim_time”. Seguidamente foram criados os níveis hierárquicos de cada dimensão: para a dimensão “Tempo_Data” foram definidos os níveis “Ano”, “Semestre”, “Trimestre”, “Mês”, “Semana no Mês”, “Dia no Mês”, “Dia”, “Data completa” e “Data pequena”, tendo cada um destes níveis sido identificado com a respectiva coluna da tabela de dimensão “dim_date”; para a dimensão “Tempo_Hora” foram definidos os níveis “Hora” e “Altura dia”, tendo cada um deles sido identificado com a respectiva coluna da tabela de dimensão “dim_time”. Sendo estas dimensões partilhadas, foi necessário definir no cubo a sua utilização, tendo identificado para isso as respectivas chaves primárias

(das tabelas de dimensão) e chaves estrangeiras (da tabela de factos). Após estes passos foram definidas, no cubo, as métricas a ser utilizadas, tendo também sido identificadas com as respectivas colunas da tabela de factos. O último passo consistiu em fazer a publicação do esquema no servidor *Pentaho*.

O código XML deste cubo encontra-se apresentado no Anexo 4, enquanto que os resultados desta fase serão apresentados no ponto 3.7.

2.5 **Desenvolvimento do Dashboard “Dashboard EP”**

O “Dashboard EP” foi desenvolvido com recurso a *plugins* desenvolvidos para a ferramenta *Pentaho*, o *plugin* CDF (*Community Dashboard Framework*) e o *plugin* CDA (*Community Data Access*). O CDF permite a utilização da biblioteca JFreeChart, para gerar gráficos com recurso a código JavaScript, e o CDA permite utilizar *queries* MDX (realizadas ao cubo) para gerar os dados dos gráficos do *dashboard*.

O *dashboard* é carregado na plataforma *Pentaho* e é constituído por vários ficheiros:

- Um ficheiro “dash.html”, que vai conter a chamada de ficheiros *JavaScript* e a localização de todo o texto e objectos presentes no *dashboard*. Contém também uma função que dá início à renderização dos componentes do *dashboard*.
- O ficheiro “dash.xcdf” identifica que o *dashboard* utiliza o *plugin* CDF.
- O ficheiro “data.cda” define a conexão pretendida, tendo neste caso sido definida uma conexão directa ao cubo “trafego_bxAlentejo”, permitindo assim o uso de *queries* MDX para obtenção dos dados que irão ser utilizados nos gráficos. O *plugin* CDA permite também pre-visionar o resultado das *queries* na plataforma *Pentaho*.
- O ficheiro “metalayer.js” contém todo o código *JavaScript* necessário à definição dos gráficos e tabelas a ser utilizados pelo *dashboard*. Essa definição contém, além dos parâmetros base de construção dos gráficos, os parâmetros do tipo de *query* que é utilizada para a obtenção dos gráficos, o ficheiro onde se encontram as *queries* (neste caso o ficheiro “data.cda”) e o

numero da *query* utilizada para obter os dados do respectivo gráfico. Permite também a implementação de *listeners*, que dão a possibilidade de iniciar um *dashboard* com poucos gráficos, e à medida que se quer avançar no *dashboard*, clica-se num gráfico e o *dashboard* é actualizado, mostrando assim os novos gráficos.

- O ficheiro “componentes.js” contém a inicialização dos componentes do *dashboard* com o seu respectivo *layout* na página *web*, e se são inicializados no inicio da renderização ou não. Contém também uma função que permite a inicialização dos componentes, função essa que é chamada no ficheiro “dash.html”.

Assim, para este *dashboard*, foram desenvolvidos vários componentes, todos relativos ao mês de Janeiro:

- Tabela, com o resumo por semana.
- Gráfico de barras com a informação do número de veículos, ligeiros e pesados, mensal.
- Gráfico circular com a percentagem de veículos ligeiros semanais.
- Gráfico circular com a percentagem de veículos pesados semanais.
- Gráfico de barras horizontal em pilha com o número de veículos ligeiros e pesados semanais.
- Gráfico de linhas com a velocidade média semanal.
- Gráfico de linhas com o volume médio semanal.
- Gráfico de linhas com a velocidade média diária.
- Gráfico de linhas com o numero de veículos, ligeiros e pesados, que passaram diariamente.

3 Resultados

Nesta secção serão apresentados os resultados das diversas fases de desenvolvimento.

3.1 Resultado do processo de carregamento “dim_date”

A tabela seguinte é um excerto do carregamento da tabela de dimensão “dim_date”:

Tabela 1: Excerto tabela "dim_date"

ID_DATE	DATE_FULL	DATE_LONG	DATE_MEDIUM	DATE_SHORT
0	NA	NA	NA	NA
19500101	Domingo, 1 de Janeiro de 1950	1 de Janeiro de 1950	01-Jan-50	01-01-1950
19500102	Segunda-feira, 2 de Janeiro de 1950	2 de Janeiro de 1950	02-Jan-50	02-01-1950
19500103	Terça-feira, 3 de Janeiro de 1950	3 de Janeiro de 1950	03-Jan-50	03-01-1950
19500104	Quarta-feira, 4 de Janeiro de 1950	4 de Janeiro de 1950	04-Jan-50	04-01-1950
19500105	Quinta-feira, 5 de Janeiro de 1950	5 de Janeiro de 1950	05-Jan-50	05-01-1950
19500106	Sexta-feira, 6 de Janeiro de 1950	6 de Janeiro de 1950	06-Jan-50	06-01-1950
19500107	Sábado, 7 de Janeiro de 1950	7 de Janeiro de 1950	07-Jan-50	07-01-1950
19500108	Domingo, 8 de Janeiro de 1950	8 de Janeiro de 1950	08-Jan-50	08-01-1950
19500109	Segunda-feira, 9 de Janeiro de 1950	9 de Janeiro de 1950	09-Jan-50	09-01-1950

Uma vez que a tabela é muito extensa para ser apresentada neste ponto, encontra-se no Anexo 3 um excerto maior da mesma.

3.2 Resultado do processo de carregamento “dim_time”

A tabela seguinte é um excerto do carregamento da tabela de dimensão “dim_time”:

Tabela 2: Excerto tabela "dim_time"

ID_TIME	TIME_VALUE	TIME_HOUR	TIME_MINUTE	TIME_GROUP
0	00:00	0	0	Noite
100	01:00	1	0	Noite
200	02:00	2	0	Noite
300	03:00	3	0	Noite
400	04:00	4	0	Noite
500	05:00	5	0	Noite
600	06:00	6	0	Manhã
700	07:00	7	0	Manhã
800	08:00	8	0	Manhã
900	09:00	9	0	Manhã

3.3 Resultado do processo de carregamento “dim_estradas”

A tabela seguinte é um excerto do carregamento da tabela de dimensão “dim_estradas”:

Tabela 3: Excerto tabela "dim_estradas"

ID_ESTRADA	NOME_1	DESCRICAO_1	CLASSIFICACAO_ESTRADA
50	A22	A22	Auto-Estrada
51	A23	A23	Auto-Estrada
62	A44	A44	Auto-Estrada
144	A12	A12	Auto-Estrada
226	A15	A15	Auto-Estrada
28.452	A21	A21	Auto-Estrada
28.573	IP5-VAR	IP5-VAR	Itinerário Principal
86	IP7	IP7	Itinerário Principal
79	IC2	IC2	Itinerário complementar
83	IC3	IC3	Itinerário complementar

3.4 Resultado do processo de carregamento “dim_classes”

A tabela seguinte é um excerto do carregamento da tabela de dimensão “dim_classes”:

Tabela 4: Excerto tabela "dim_classes"

ID_CLASSE_VEICULO	CODIGO_CLASSE	DESCRICAO_CLASSE
7	L.A.C	Motociclos com ou sem side-car
5	L	Ligeiros
6	L.A	Motociclos
8	L.B	Automóveis Ligeiros (passageiros e mercadorias)
9	L.B.D	automóveis ligeiros de passageiros e automóveis mistos
10	L.B.E	automóveis ligeiros de mercadorias
11	P	Pesados
12	P.C	Automóveis Pesados de Mercadorias
13	P.C.F	Automóveis pesados de mercadorias, sem reboque
14	P.C.G	Automóveis pesados de mercadorias, com reboque
15	P.C.H	Automóveis pesados de mercadorias, com semi-reboque
16	P.C.J	Automóveis especiais
17	P.D	Automóveis Pesados de passageiros
18	P.D.I	Automóveis Pesados de Passageiros
19	P.C.F.1	Automóveis Pesados dois eixos simples
20	P.C.F.2	Automóveis Pesados eixo dianteiro simples, eixo traseiro duplo
21	P.C.F.3	Automóveis Pesados eixo dianteiro duplo, eixo traseiro simples
22	P.C.F.4	Automóveis Pesados dois eixos duplos
23	P.C.F.0	Automóveis Pesados dois eixos não conformes
24	P.C.G.0	Automóveis Pesados quatro eixos não conformes

A Tabela acima é de grandes dimensões, pelo que se tornaria confuso apresenta-la neste ponto, encontrando-se no Anexo 3 um excerto maior.

3.5 Resultado do processo de carregamento “dim Equipamento”

A tabela seguinte é um excerto do carregamento da tabela de dimensão “dim Equipamento”:

Tabela 5: Excerto tabela "dim Equipamento"

ID_EQUIPAMENTO	CODIGO_EQUIPAMENTO	NOME_EQUIPAMENTO	TIPO_EQUIPAMENTO
2344	PM/158	PM4IC17273	sensor de contagem (2 classes)
3113	PM/100155	CON005k1225NN	sensor de contagem (8 classes)
2013	PM/928	CON004k1288NN	sensor de contagem (8 classes)
3125	PM/100167	CON004k1268NN	sensor de contagem (8 classes)
2631	EP/21/1	EP/21/1	estação de pesagem VBV
1997	PM/1097	48	sensor de contagem (8 classes)
6147	PM/208212	CAV0005-2	sensor de contagem (4 classes)
2299	PM/113	PM4EINS103	sensor de contagem (2 classes)
2613	PM/1141	CON020k0084NN	sensor de contagem (8 classes)
2685	PM/1213	PM0BE1271B	sensor de contagem (8 classes)
2701	PM/1229	CAV821-1	sensor de contagem (8 classes)
2061	PM/1092	43	sensor de contagem (8 classes)
2672	PM/1200	PM0BE1202A	sensor de contagem (8 classes)
2697	PM/1225	CAV819-1	sensor de contagem (8 classes)
3813	PM/100473	PM4EN06213	sensor de contagem (2 classes)
2088	PM/1001	CAV 402-0	sensor de contagem (8 classes)
2318	PM/132	PM4IC01804	sensor de contagem (2 classes)
2662	PM/1190	PM0BE1152A	sensor de contagem (8 classes)
2668	PM/1196	PM0BE1182A	sensor de contagem (8 classes)
3180	PM/100217	CON018k0226NS	sensor de contagem (8 classes)

Uma tabela mais completa, relativa aos dados apresentados acima, encontra-se no Anexo 3.

3.6 Resultado do processo de carregamento

"fact_dadosTrafego"

A tabela seguinte é um excerto do carregamento da tabela de factos "fact_dadosTrafego":

Tabela 6: Excerto tabela "fact_dadosTrafego"

ID_DATE	ID_TIME	VELOCIDADE	VOLUME_INST	n_ligeiros	n_pesados
20110101	5	0	0	0	0
20110101	10	0	0	0	0
20110101	15	0	0	0	0
20110101	20	96	2	24	0
20110101	25	85	1	12	0
20110101	30	63	1	12	0
20110101	35	0	0	0	0
20110101	40	81	1	12	0
20110101	45	109	1	12	0
20110101	50	75	2	24	0
20110101	55	0	0	0	0
20110101	100	81	1	12	0
20110101	105	104	1	12	0
20110101	110	0	0	0	0
20110101	115	76	4	48	0

ID_DATE	ID_TIME	VELOCIDADE	VOLUME_INST	n_ligeiros	n_pesados	
20110101	120		100	1	12	0
20110101	125		78	1	12	0
20110101	130		60	1	12	0
20110101	135		0	0	0	0
20110101	140		85	1	12	0

3.7 Resultados do Cubo “trafego_bxA lentejo”

Nesta secção serão apresentados vários resultados da análise do cubo “trafego_bxA lentejo”. A análise do cubo na plataforma *Pentaho* permite uma análise gráfica do mesmo, com recurso a *drill down*, *drill up*, *slice and dice*.

Ao iniciar a análise do cubo na plataforma a primeira vista do cubo que aparece está apresentada na Figura 20.



Figura 20: Visão default do cubo

É possível adicionar as restantes métricas, que se encontram neste momento desactivadas:

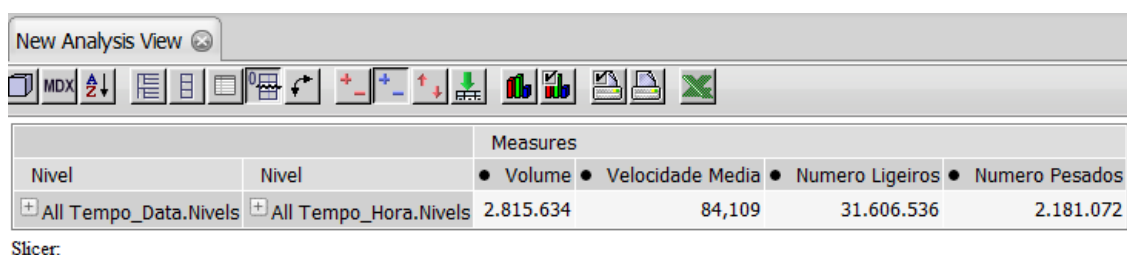


Figura 21: Vista com todas as métricas definidas

É possível também ver o código MDX associado a esta vista do cubo, sendo possível editá-lo de maneira a obter outras vistas do cubo (Figura 22).

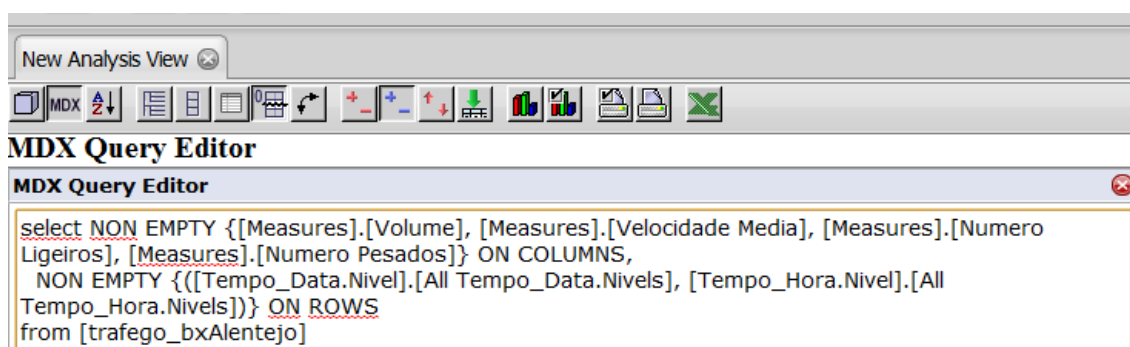


Figura 22: Query MDX da vista anterior do cubo

É possível obter vistas do cubo com os mais variados níveis das dimensões (Figura 23).

		Measures			
Nivel	Nivel	● Volume	● Velocidade Media	● Numero Ligeiros	● Numero Pesados
+ 4	+ 15:00	509	83,25	5.520	588

Slicer:

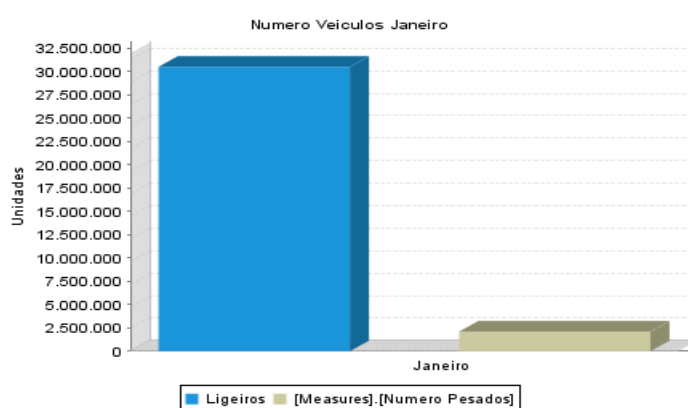
Figura 23: Vista do dia 4 JAN às 15h00

De cada vez que é seleccionada uma nova vista do cubo é gerada uma *query* MDX que é interpretada pelo servidor *Pentaho*, sendo posteriormente traduzida numa *query* SQL feita à base de dados da qual os dados são oriundos. No Anexo 5 encontram-se alguns exemplos destas traduções.

3.8 Resultados do “Dashboard EP”

Nesta secção serão apresentados os vários componentes do *dashboard* desenvolvido, “Dashboard EP”.

Numero Ligeiros e Pesados Janeiro



Na

Figura 24 é apresentado o “dashboard EP” no momento em que é iniciado, mostrando o acesso à tabela resumo semanal de Janeiro e ao gráfico de barras de número de veículos ligeiros e pesados no mês de Janeiro.

Ao clicar nesse gráfico de barras, é possível aceder aos restantes gráficos presentes no *dashboard*, apresentados nas Figuras 25 a 30.

Dashboard Estradas Portugal

Tabela Resumo Semanal de Janeiro

Semana	Ligeiros	Pesados	Volume	Velocidade Média
S0	1,878,936	24,048	158,582	80.08
S1	7,170,648	447,948	634,883	83.02
S2	7,201,524	523,140	643,722	85.08
S3	7,100,964	539,736	636,725	85.14
S4	7,161,672	547,920	642,466	84.21
S5	1,092,792	98,280	99,256	85.06

Numero Ligeiros e Pesados Janeiro

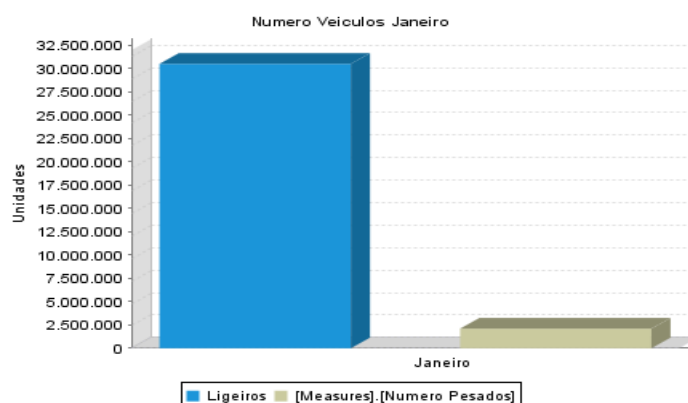
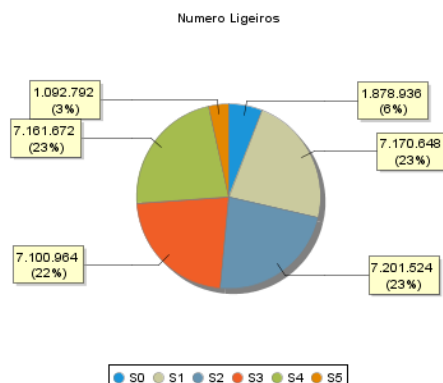


Figura 24: Vista inicial do Dashboard EP

Numero Ligeiros Semanal Janeiro



Numero Pesados Semanal Janeiro

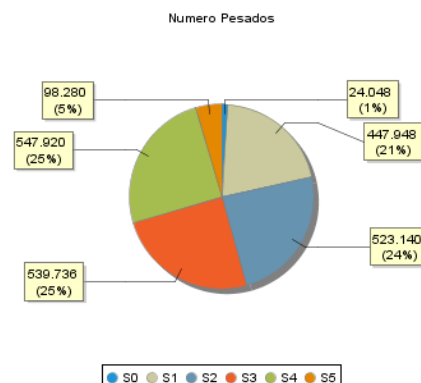


Figura 25: Gráficos seguintes do Dashboard EP (1)

Ligeiros/Pesados Media Semanal Janeiro

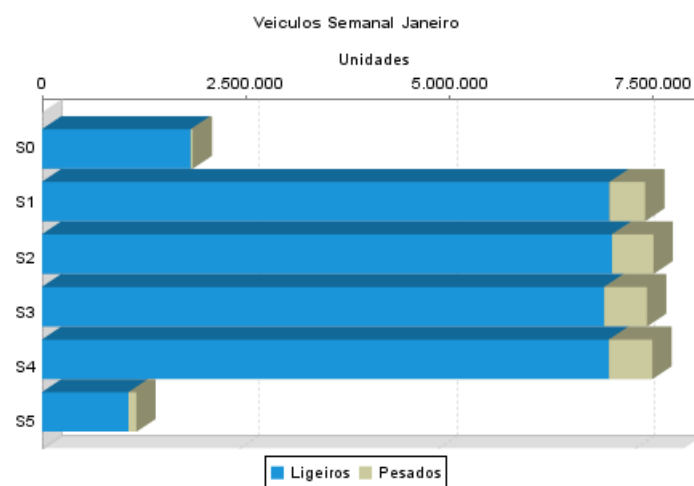


Figura 26: Gráfico seguinte do Dashboard EP (2)

Velocidade Media Semanal Janeiro

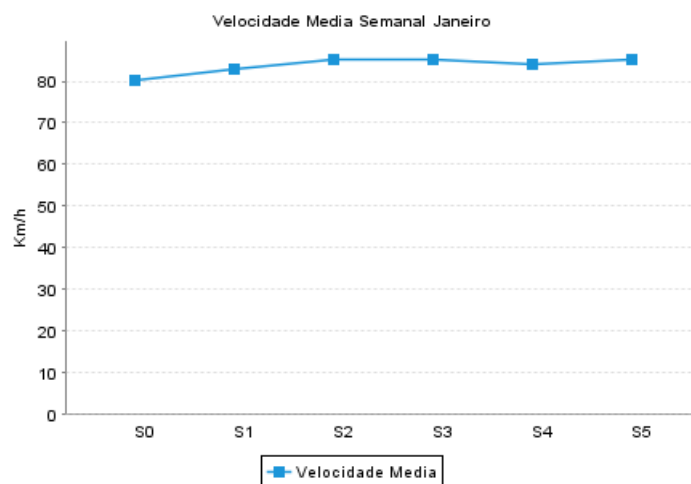


Figura 27: Gráfico seguinte do Dashboard EP (3)

Volume Semanal Janeiro

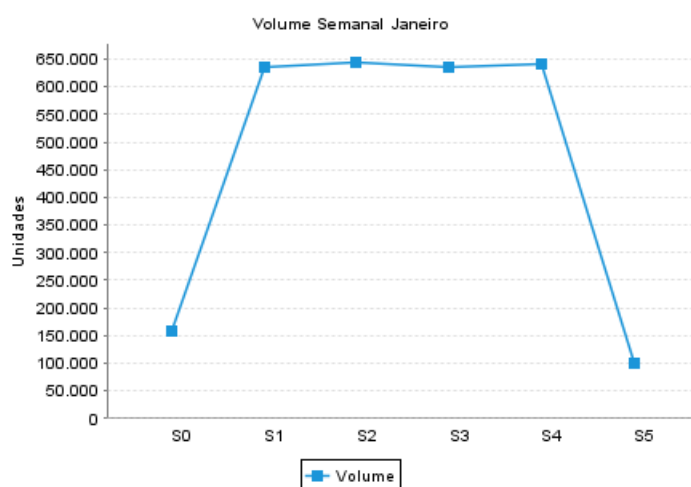


Figura 28: Gráfico seguinte do Dashboard EP (4)

Velocidade Media diaria Janeiro

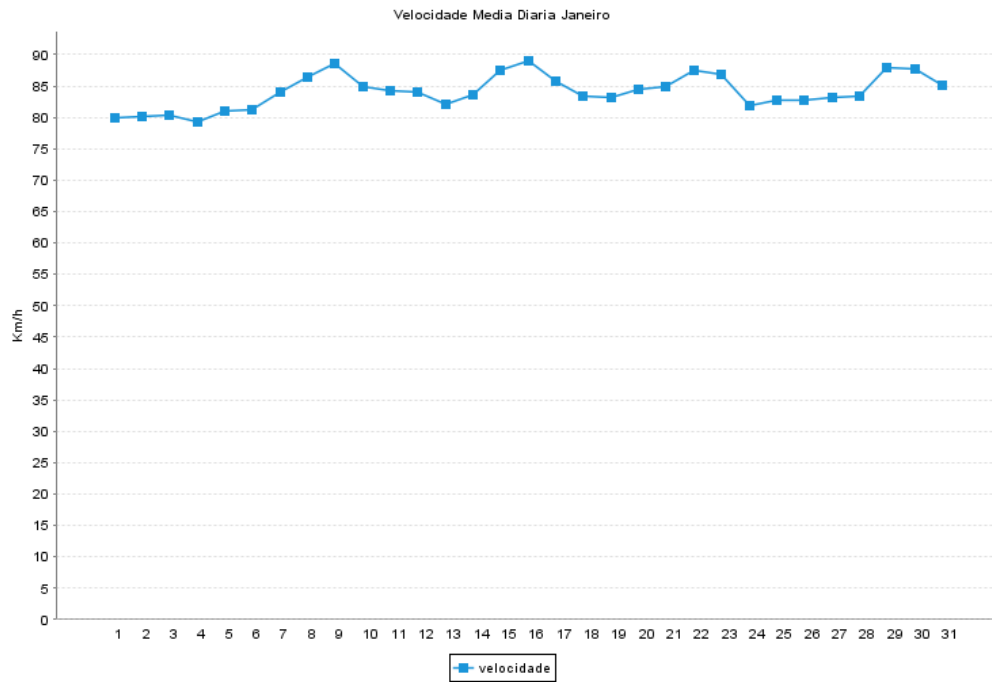


Figura 29: Gráfico seguinte do Dashboard EP (5)

Numero de veiculos Diarios em Janeiro

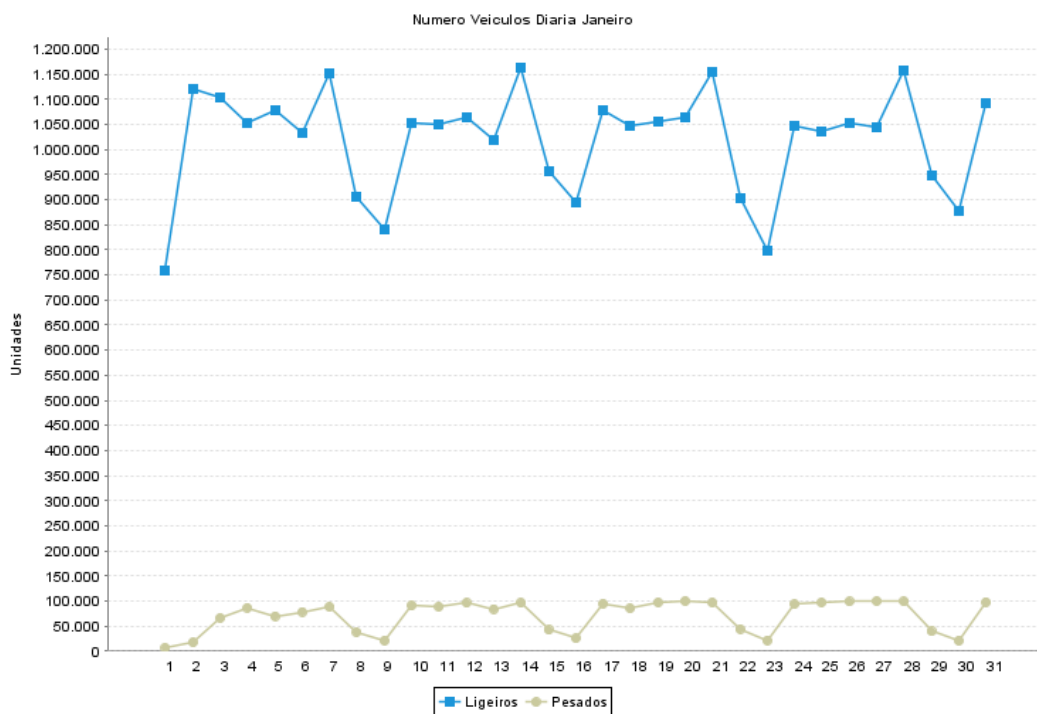


Figura 30: Último gráfico do Dashboard EP (6)

4 Conclusões e Trabalho Futuro

Um sistema de *Business Intelligence* não é um sistema estático, está em constante mudança. Por esta razão e com o avançar do tempo surgirá a necessidade de alterar o modelo de dados apresentado, quer acrescentando dimensões, sejam elas novas ou alterar as existentes, quer acrescentando novas tabelas de factos ou novas linhas de métricas às já existentes, de forma a adaptar o modelo às constantes mudanças que poderão surgir.

À medida que o modelo for sendo carregado na sua totalidade, surgirá também a necessidade de desenvolver novos cubos e *dashboards*, de forma a permitir a análise OLAP e gráfica dos novos dados adicionados, aumentando assim a riqueza do sistema implementado.

A utilização de *queries* MDX abre também novos horizontes neste tipo de sistemas, uma vez que permite uma maior facilidade em executar *queries* directamente nos cubos, e permite também a sua utilização para obter dados para os gráficos e tabelas dos *dashboards*.

Existe a necessidade de desenvolver os restantes processos ETL de carregamento do modelo de dados, e construção também de *jobs* que permitam correr esses processos de forma automática, à medida que surjam novos dados para serem adicionados.

À medida que o *data warehouse* for crescendo, as *queries* vão tornar-se cada vez mais “pesadas”, comprometendo a performance, uma vez que ao serem realizadas pesquisas com um nível de agregação muito baixo, a base de dados terá de ler todos os registos até chegar à agregação pretendida. Por esta razão será necessário criar tantas tabelas agregadas quanto as necessárias, uma vez que estas irão conter métricas pré-agregadas das tabelas de factos utilizadas pelos cubos. Estas tabelas poderão ser criadas tanto de forma manual como com recurso à ferramenta *Pentaho Aggregation Designer*, tendo cada uma das formas as suas vantagens e desvantagens.

A execução deste projecto constituiu um imenso desafio, uma vez que permitiu a aplicação dos conhecimentos adquiridos nas várias cadeiras da Licenciatura em Informática de Gestão. No entanto e, pelas razões referidas acima, existe muito trabalho pela frente, no que diz respeito ao trabalho realizado durante este semestre.

Sendo uma área em que nunca tinha realizado qualquer trabalho prático, foi necessário despende muito tempo e esforço, quer no estudo e aprofundamento teórico das bases do tema em si, quer na formação prática, de forma a melhorar a minha *performance* e produtividade.

Creio, com este trabalho, ter desenvolvido apetências importantes para a minha futura, quer académica, quer profissional, visto esta área ser uma área na qual pretendo especializar-me.

5 Bibliografia

1. **Bouman, Roland e Dongen, Jos van.** *Pentaho Solutions Business Intelligence and Data Warehouse with Pentaho and MySQL*. Indianapolis : WILEY, 2009.
2. **fontes, Várias.** Business intelligence. *Wikipedia*. [Online] 12 de Julho de 2010. [Citação: 4 de Julho de 2011.] http://en.wikipedia.org/wiki/Business_intelligence.
3. **Greenfield, Larry.** A Definition of Data Warehousing. *The Data Warehousing Information Center*. [Online] [Citação: 3 de Julho de 2011.] <http://www.dwinfocenter.org/defined.html>.
4. **Fagundes, Eduardo.** O que é um data warehouse? *efagundes.com*. [Online] [Citação: 4 de Julho de 2011.] <http://www.efagundes.com/artigos/O%20que%20eum%20data%20warehouse.htm>.
5. **MiH.** DIMENSIONAL MODEL SCHEMAS- STAR, SNOW-FLAKE AND CONSTELLATION. *Execution-MiH*. [Online] [Citação: 5 de Julho de 2011.] <http://www.executionmih.com/data-warehouse/star-snowflake-schema.php>.
6. **datawarehouse4u.** Star schema. *datawarehouse4u*. [Online] 2008. [Citação: 5 de Julho de 2011.] <http://datawarehouse4u.info/Data-warehouse-schema-architecture-star-schema.html>.
7. **Utley, Craig.** Designing the Star Schema Database. *CIOBriefings*. [Online] 2009. [Citação: 6 de Julho de 2011.] <http://www.ciobriefings.com/Publications/WhitePapers/DesigningtheStarSchemaDatabase/tabid/101/Default.aspx>.
8. **PedroCGD.** What is an OLAP cube? *BI SSAS*. [Online] 2009. [Citação: 6 de Julho de 2011.] <http://bi-resort.net/blogs/pedrocgd/archive/2009/06/04/bi-ssas-what-is-a-cube.aspx>.

Anexos

1. Configuração Pentaho BI Suite Community Edition

O software necessário, bem como os respectivos links para *download* do *Pentaho BI Suite Community Edition* são os seguintes:

- **Business Intelligence Server:** versão 3.7.0 Stable;
- **Data Integration:** versão 4.1.0 Stable;
- **Report Designer:** 3.7.0 Stable;
 - <http://sourceforge.net/projects/pentaho/files/>
- **Schema Workbench:** versão 3.2.1 Stable;
- **Aggregation Designer:** versão 1.2.1 Stable;
 - <http://sourceforge.net/projects/mondrian/files/>
- **MySQL 5.1;**
 - <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/5.1.html>
- **Toad for MySql;**
 - <http://www.quest.com/toad-for-mysql/>
- **Java;**
 - <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>
- **Pentaho_3.6.0_MySQL_SQL_Pack.zip**
 - https://docs.google.com/leaf?id=0B9Jmocc0fj_EN2MyZjc4ZjEtNzFkNC00NzIzLTljZTctZjIzZWQ1NjU3MzJk&hl=en

Em primeiro lugar é necessário criar uma variável ambiente “**JAVA_HOME**”. Para isso podemos ir ao **Painel de Controlo, Sistema, Definições Avançadas de Sistema e Variáveis de Ambiente**. O passo seguinte será ir a “Novo” nas **Variáveis de Sistema** e no campo de “Nome” inserir **JAVA_HOME**, e no campo “Valor da Variável” inserir a localização da instalação do **Java**.

De seguida é também aconselhável criar uma outra variável de ambiente, “**CATALINA_OPTS**”. Segue-se o mesmo método para a variável anterior, só que desta vez no campo de “Nome” inserir **CATALINA_OPTS** e no campo “Valor” inserir

**Xms256m-Xmx768m-XX:MaxPermSize=256m-
 Dsun.rmi.dgc.client.gclInterval=3600000-
 Dsun.rmi.dgc.server.gclInterval=3600000:.**

Depois de ter sido feito o *download* do software, é necessário descompactar o mesmo. Para este guia foi considerada a descompactação em **c:\pentaho**.

De seguida é necessário copiar o **MySQL Java Connector**. O nome do ficheiro é **mysql-connector-java-5.0.7.jar**. Este ficheiro, senão estiver já copiado, deve ser copiado para **C:\pentaho\biserver-ce\tomcat\lib**, **C:\pentaho\schema-workbench\drivers**.

O ponto seguinte será instalar o **MySQL 5.1** e proceder à sua configuração, cujo processo depois de completo irá iniciar o serviço MySQL no computador.

De seguida, e após ter sido feito o *download* do **Pentaho_3.6.0_MySQL_SQL_Pack.zip**, deverá ser feita a extracção para uma pasta temporária à escolha. A pasta irá conter cinco *scripts* que deverão ser corridos pela ordem fornecida.

Estas bases de dados são necessárias por algumas razões:

- **hibernate**: base de dados usada para guardar a autenticação de utilizadores e dados de autorização, o repositório de soluções e fontes de dados;
- **quartz**: esta base de dados actua como um repositório para a calendarização Quartz.
- **Sampledata**: base de dados que é usada na maior parte dos exemplos que se encontra na maioria dos tutoriais da ferramenta Pentaho.

Por defeito a Plataforma Pentaho BI aponta para uma base de dados HSQL. Assim o próximo passo será configurar a segurança JDBC, para a Plataforma apontar para a base de dados **hibernate** no servidor MySQL.

Em primeiro lugar aceder à edição do ficheiro **applicationContext-spring-security-jdbc.xml** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\pentaho-solutions\system**. De seguida deverá ser localizado o seguinte pedaço de código, e efectuar as alterações de maneira a ficar da seguinte forma:

```

<!-- This is only for Hypersonic. Please update this section for any
other database you are using -->
<bean id="dataSource"
class="org.springframework.jdbc.datasource.DriverManagerDataSource">
<property name="driverClassName" value="com.mysql.jdbc.Driver" />
<property name="url"
value="jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate" />
<property name="username" value="hibuser" />
<property name="password" value="password" />
</bean>

```

Figura 31: Edição do ficheiro de segurança JDBC

O passo seguinte será aceder à edição do ficheiro **applicationContext-spring-security-hibernate.properties** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\pentaho-solutions\system**. Deverá ser localizado o seguinte pedaço de código, e efectuar as alterações de maneira a ficar da seguinte forma:

```

jdbc.driver=com.mysql.jdbc.Driver
jdbc.url=jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate
jdbc.username=hibuser
jdbc.password=password
hibernate.dialect=org.hibernate.dialect.MySQLDialect

```

Figura 32: Edição do ficheiro de segurança hibernate

O passo seguinte será aceder à edição do ficheiro **hibernate-settings.xml** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\pentaho-solutions\system\hibernate**. Deverá ser localizado o seguinte pedaço de código, e efectuar as alterações de maneira a ficar da seguinte forma:

```

<config-file>system/hibernate/mysql5.hibernate.cfg.xml</config-file>

```

Figura 33: Edição do ficheiro de hibernate-settings

O passo seguinte será aceder à edição do ficheiro **context.xml** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\tomcat\webapps\pentaho\META-INF**. Deverá ser localizado o seguinte pedaço de código, e efectuar as alterações de maneira a ficar da seguinte forma:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Context path="/pentaho" docbase="webapps/pentaho/">
<Resource name="jdbc/Hibernate" auth="Container"
type="javax.sql.DataSource"
factory="org.apache.commons.dbcp.BasicDataSourceFactory"
maxActive="20" maxIdle="5"
maxWait="10000" username="hibuser" password="password"
driverClassName="com.mysql.jdbc.Driver"
url="jdbc:mysql://localhost:3306/hibernate"
validationQuery="select 1" />
```

Figura 34: Edição do ficheiro contexto.xml

```
<Resource name="jdbc/Quartz" auth="Container"
type="javax.sql.DataSource"
factory="org.apache.commons.dbcp.BasicDataSourceFactory"
maxActive="20" maxIdle="5"
maxWait="10000" username="pentaho_user" password="password"
driverClassName="com.mysql.jdbc.Driver"
url="jdbc:mysql://localhost:3306/quartz"
validationQuery="select 1"/>
</Context>
```

Figura 35: Edição do ficheiro contexto.xml (2)

Existem mais alguns parâmetros a ser configurados, desta vez no ficheiro **web.xml** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\tomcat\webapps\pentaho\WEB-INF**. Deverá ser localizado o pedaço de código que contém a definição do **Solution Path**, de maneira a ficar da seguinte forma:

```
<context-param>
  <param-name>solution-path</param-name>
  <param-value>C:\pentaho\biserver-ce\pentaho-solutions</param-
value>
</context-param>
```

Figura 36: Edição do ficheiro web.xml

Por defeito a base de dados HSQL inicia-se automaticamente. De forma a que isto não aconteça devemos localizar o seguinte pedaço de código, e comentar o mesmo.


```

<!--
<context-param>
<param-name>hsqldb-databases</param-name>
<param-value>sampladata@../../data/hsqldb/sampladata,hibernate@../../
data/hsqldb/hibernate,quartz@../../data/hsqldb/quartz</param-value>
</context-param>

<listener>
<listener-class>org.pentaho.platform.web.http.context.Hsqldb
StartupListener</listener-class>
</listener>
-->

```

Figura 37: Edição do ficheiro web.xml (2)

De seguida será necessário aceder ao ficheiro **Publisher_config.xml** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\pentaho-solutions\system**. Deverá ser localizado o seguinte pedaço de código e inserir a *password* desejada:

```

<publisher-config>
<publisher-password></publisher-password>
</publisher-config>

```

Figura 38: Edição do ficheiro publisher_config.xml

De maneira a se poder usar funções um pouco mais avançadas na construção de cubos (como o uso de tabelas agregadas) será necessário aceder ao ficheiro **Mondrian.properties** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\pentaho-solutions\system\mondrian**. Deverá ser localizado o seguinte pedaço de código, e efectuar as alterações de maneira a ficar da seguinte forma:

```

# Allow the use of aggregates
mondrian.rolap.aggregates.Use=true
mondrian.rolap.aggregates.Read=true

# Boolean property which controls SQL pretty-print mode.
mondrian.rolap.generate.formatted.sql=true

```

Figura 39: Edição do ficheiro Mondrian.properties

Por último aceder ao ficheiro **log4j.xml** localizado em **C:\pentaho\biserver-ce\tomcat\webapps\pentaho\WEB-INF\classes**. Deverá ser feito *scroll down* e no fim do ficheiro tirar o comentário a todo o código que se encontra comentado.

2 Scripts de criação das tabelas do Modelo de dados Dimensional

Neste anexo são apresentados os *scripts* de criação de cada tabela do modelo de dados dimensional.

Para a tabela “dim_date”:

```
CREATE TABLE `dim_date` (
  `ID_DATE` int(11) NOT NULL,
  `DATE_FULL` varchar(64) DEFAULT NULL,
  `DATE_LONG` varchar(24) DEFAULT NULL,
  `DATE_MEDIUM` varchar(32) DEFAULT NULL,
  `DATE_SHORT` varchar(12) DEFAULT NULL,
  `YEAR_SEMESTER_NAME` char(7) DEFAULT NULL,
  `YEAR_QUARTER_NAME` char(7) DEFAULT NULL,
  `YEAR_MONTH_NUMBER` char(8) DEFAULT NULL,
  `YEAR_MONTH_ABBRV` char(8) DEFAULT NULL,
  `YEAR_WEEK_NUMBER` char(8) DEFAULT NULL,
  `YEAR4` char(4) DEFAULT NULL,
  `YEAR2` char(2) DEFAULT NULL,
  `SEMESTER_NAME` char(3) DEFAULT NULL,
  `SEMESTER_NUMBER` tinyint(4) DEFAULT NULL,
  `QUARTER_NAME` char(2) DEFAULT NULL,
  `QUARTER_NUMBER` tinyint(4) DEFAULT NULL,
  `MONTH_NUMBER` tinyint(4) DEFAULT NULL,
  `MONTH_NAME` varchar(12) DEFAULT NULL,
  `MONTH_ABBRV` char(3) DEFAULT NULL,
  `WEEK_IN_YEAR` tinyint(4) DEFAULT NULL,
  `WEEK_IN_MONTH` tinyint(4) DEFAULT NULL,
  `WEEK_IN_MONTH_NAME` varchar(6) DEFAULT NULL,
  `DAY_IN_YEAR` smallint(6) DEFAULT NULL,
  `DAY_IN_MONTH` varchar(2) NOT NULL,
  `DAY_IN_WEEK` tinyint(4) DEFAULT NULL,
  `DAY_NAME` varchar(32) DEFAULT NULL,
  `DAY_ABBRV` char(3) DEFAULT NULL,
  `IS_WEEKEND` char(1) DEFAULT NULL,
  `IS_FIRST_DAY_IN_WEEK` char(1) DEFAULT NULL,
  `IS_LAST_DAY_IN_WEEK` char(1) DEFAULT NULL,
  `IS_FIRST_DAY_IN_MONTH` char(1) DEFAULT NULL,
  `IS_LAST_DAY_IN_MONTH` char(1) DEFAULT NULL,
  `IS_FIRST_DAY_IN_YEAR` char(1) DEFAULT NULL,
  `IS_LAST_DAY_IN_YEAR` char(1) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID_DATE`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “dim_time”:

```
CREATE TABLE `dim_time` (
  `ID_TIME` smallint(6) NOT NULL DEFAULT '0',
  `TIME_VALUE` char(5) DEFAULT NULL,
  `TIME_HOUR` smallint(6) DEFAULT NULL,
  `TIME_MINUTE` smallint(6) DEFAULT NULL,
  `TIME_GROUP` varchar(15) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID_TIME`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “dim_classes”:

```
CREATE TABLE `TIAGO_DIM_CLASSES` (
  `ID_CLASSE_VEICULO` decimal(38,0) NOT NULL,
  `CODIGO_CLASSE` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `DESCRICAO_CLASSE` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `TIPO_CLASSE` varchar(100) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID_CLASSE_VEICULO`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “dim Equipamento”:

```
CREATE TABLE `TIAGO_DIM_EQUIPAMENTO` (
  `ID_EQUIPAMENTO` bigint(20) NOT NULL,
  `CODIGO_EQUIPAMENTO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_EQUIPAMENTO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `TIPO_EQUIPAMENTO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `FONTES_RECOLECCAO` varchar(2048) DEFAULT NULL,
  `NUMERO_VIA` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_EXTERNO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_OP` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REDE_EQUIPAMENTO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REDE_ESTRADA_EQUIPAMENTO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `ESTRADA` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `PK` decimal(38,30) DEFAULT NULL,
  `SENTIDO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `COORD_X` decimal(38,30) DEFAULT NULL,
  `COORD_Y` decimal(38,30) DEFAULT NULL,
  `SISTEMA_COORD` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REGIAO_DISTrito` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REGIAO_CONCELHO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REGIAO_FREGUESIA` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REGIAO_NUT1` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REGIAO_NUT2` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `REGIAO_NUT3` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `CENTRO_OPERACIONAL_EP` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `EXTENSAO_KM` float DEFAULT NULL,
  `KM_INICIAL` float DEFAULT NULL,
  `KM_FINAL` float DEFAULT NULL,
  `TIPO_OBRA_ARTE` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `TIPO_SUBLANCO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID_EQUIPAMENTO`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “dim_estrada”:

```
CREATE TABLE `TIAGO_DIM_ESTRADA` (
  `ID_ESTRADA` decimal(38,0) NOT NULL,
  `CLASSIFICACAO_ESTRADA` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_1` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_2` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_3` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `NOME_4` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `DESCRICAO_1` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `DESCRICAO_2` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `DESCRICAO_3` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `DESCRICAO_4` varchar(100) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`ID_ESTRADA`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “fact_dadosTrafego”:

```
CREATE TABLE `TIAGO_FACT_DADOSTRAFEJO` (
  `ID_DATE` int(11) DEFAULT NULL,
  `ID_TIME` smallint(6) DEFAULT NULL,
  `ID_CLASSE_VEICULO` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `ID_ESTRADA` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `ID_EQUIPAMENTO` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `VELOCIDADE` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `VOLUME_INST` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `NVL_SERVICO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `FACTOR_AGRESSIVIDADE_130KN` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `FACTOR_AGRESSIVIDADE_80KN` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `OCUPACAO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `n_ligeiros` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `n_pesados` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  KEY `FK_REFERENCE_1` (`ID_DATE`),
  KEY `FK_REFERENCE_2` (`ID_TIME`),
  KEY `FK_REFERENCE_3` (`ID_CLASSE_VEICULO`),
  KEY `FK_REFERENCE_4` (`ID_ESTRADA`),
  KEY `FK_REFERENCE_5` (`ID_EQUIPAMENTO`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “fact_dadosMeteo”:

```
CREATE TABLE `TIAGO_FACT_DADOSMETEO` (
  `ID_DATE` int(11) DEFAULT NULL,
  `ID_TIME` smallint(6) DEFAULT NULL,
  `ID_ESTRADA` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `ID_EQUIPAMENTO` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `TEMP_AMBIENTE` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `TEMP_PAVIMENTO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `TEMP_SOLO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `VELOCIDADE_VENTO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `DIRECCAO_VENTO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `HUMIDADE` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `GELO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `VISIBILIDADE` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `PRESSAO_ATM` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `ESTADO_SUP_SOLO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `INTENSIDADE_PRECIPITACAO_MH` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `TIPO_PRECIPITACAO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `ALTURA_PELICULA_AGUA_MM` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `COBERTURA_NUVENS` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `MEDICAO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  `ESTADO_PAVIMENTO` varchar(100) DEFAULT NULL,
  KEY `FK_REFERENCE_6` (`ID_DATE`),
  KEY `FK_REFERENCE_7` (`ID_TIME`),
  KEY `FK_REFERENCE_8` (`ID_ESTRADA`),
  KEY `FK_REFERENCE_9` (`ID_EQUIPAMENTO`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Para a tabela “fact_dadosPeso”:

```
CREATE TABLE `TIAGO_FACT_DADOSPEO` (
  `ID_DATE` int(11) DEFAULT NULL,
  `ID_TIME` smallint(6) DEFAULT NULL,
  `ID_CLASSE_VEICULO` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `ID_ESTRADA` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `ID_EQUIPAMENTO` decimal(38,0) DEFAULT NULL,
  `SEPARACAO_VEICULOS` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `DISTANCIA_VEICULOS` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_0_2T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_2_3T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_3_4T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_4_5T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_5_6T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_6_7T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_7_8T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_8_9T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_9_10T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_10_11T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_11_12T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_12_13T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_13_14T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_14_15T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_15_16T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_16_17T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_17_18T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_SIMPLES_18_19T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_0_4T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_4_7T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_7_10T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_10_13T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_13_16T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_16_19T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_19_22T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_22_25T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_25_28T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_28_31T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_DUPLO_31_34T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_0_12T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_12_14T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_14_16T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_16_18T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_18_20T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_20_22T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_22_24T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_24_26T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_26_28T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_28_30T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_30_32T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_32_34T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `EIXO_TRIPLOS_34_36T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_0_2T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_2_4T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_4_6T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_6_8T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_8_10T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_10_12T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_12_14T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_14_16T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
  `VEICULOS_PESO_16_18T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
```

```

`VEICULOS_PESO_18_20T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_20_22T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_22_24T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_24_26T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_26_28T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_28_30T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_30_35T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_35_40T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_40_60T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULOS_PESO_60_80T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`VEICULO_PESO MAIS_80T` tinyint(1) DEFAULT NULL,
`PESO_1_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_2_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_3_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_4_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_5_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_6_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_7_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_8_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_9_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_10_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_11_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`PESO_12_EIXO` decimal(10,0) DEFAULT NULL,
`VEICULO_SOBREPESO` tinyint(1) DEFAULT NULL,
KEY `FK_REFERENCE_13` (`ID_ESTRADA`),
KEY `FK_REFERENCE_14` (`ID_EQUIPAMENTO`),
KEY `FK_REFERENCE_10` (`ID_DATE`),
KEY `FK_REFERENCE_11` (`ID_TIME`),
KEY `FK_REFERENCE_12` (`ID_CLASSE_VEICULO`)
) ENGINE=MyISAM DEFAULT CHARSET=latin1

```

3 Resultados dos processos ETL de carregamento do Modelo Dimensional

Resultado do processo ETL de carregamento da tabela “dim_date”:

ID_DATE	DATE_FULL	DATE_LONG	DATE_MEDIUM	DATE_SHORT	YEAR_SEMESTER_NAME	YEAR_QUARTER_NAME	YEAR_MONTH_NUMBER	YEAR_MONTH_ABBRV	YEAR_WEEK_NUMBER
0	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
19500101	Domingo, 1 de Janeiro de 1950	1 de Janeiro de 1950	01-Jan-50	01-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-52
19500102	Segunda-feira, 2 de Janeiro de 1950	2 de Janeiro de 1950	02-Jan-50	02-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500103	Terça-feira, 3 de Janeiro de 1950	3 de Janeiro de 1950	03-Jan-50	03-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500104	Quarta-feira, 4 de Janeiro de 1950	4 de Janeiro de 1950	04-Jan-50	04-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500105	Quinta-feira, 5 de Janeiro de 1950	5 de Janeiro de 1950	05-Jan-50	05-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500106	Sexta-feira, 6 de Janeiro de 1950	6 de Janeiro de 1950	06-Jan-50	06-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500107	Sábado, 7 de Janeiro de 1950	7 de Janeiro de 1950	07-Jan-50	07-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500108	Domingo, 8 de Janeiro de 1950	8 de Janeiro de 1950	08-Jan-50	08-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-01
19500109	Segunda-feira, 9 de Janeiro de 1950	9 de Janeiro de 1950	09-Jan-50	09-01-1950	1950-S1	1950-Q1	1950-01	1950-Jan	1950-02

Tabela 7: Excerto maior da tabela "dim_date"

Select efectuado para o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_estradas”:

“select distinct E.id as id_estrada, E.codigo as nome_1, E.descricao as descricao_1, EC.DESCRICAO as classificacao_estrada
from estradas E, zonasEstradas ZE, estradasClasses EC
where E.id=ZE.estrada_id and ZE.principal=1 and EC.id=E.estradasClasse_id”

Select efectuado para o processo de transformação e carregamento da tabela “dim_classes”:

“select VC.id as id_classe_veiculo, VC.CODIGO as codigo_classe, VC.descricao as descricao_classe, VCT.descricao as tipo_classe
from veiculoclasses VC, veiculoclassesestipos VCT”

Resultado do processo ETL de carregamento da tabela “dim_classes”:

ID_CLASSE_VEICULO	CODIGO_CLASSE	DESCRICAO_CLASSE	TIPO_CLASSE
7	L.A.C	Motociclos com ou sem side-car	2 classes: Ligeiros/Pesados
5	L	Ligeiros	2 classes: Ligeiros/Pesados
6	L.A	Motociclos	2 classes: Ligeiros/Pesados
8	L.B	Automóveis Ligeiros (passageiros e mercadorias)	2 classes: Ligeiros/Pesados
9	L.B.D	automóveis ligeiros de passageiros e automóveis mistos	2 classes: Ligeiros/Pesados
10	L.B.E	automóveis ligeiros de mercadorias	2 classes: Ligeiros/Pesados
11	P	Pesados	2 classes: Ligeiros/Pesados
12	P.C	Automóveis Pesados de Mercadorias	2 classes: Ligeiros/Pesados
13	P.C.F	Automóveis pesados de mercadorias, sem reboque	2 classes: Ligeiros/Pesados
14	P.C.G	Automóveis pesados de mercadorias, com reboque	2 classes: Ligeiros/Pesados
15	P.C.H	Automóveis pesados de mercadorias, com semi-reboque	2 classes: Ligeiros/Pesados
16	P.C.J	Automóveis especiais	2 classes: Ligeiros/Pesados

17	P.D	Automóveis Pesados de passageiros	2 classes: Ligeiros/Pesados
18	P.D.I	Automóveis Pesados de Passageiros	2 classes: Ligeiros/Pesados
19	P.C.F.1	Automóveis Pesados dois eixos simples	2 classes: Ligeiros/Pesados
20	P.C.F.2	Automóveis Pesados eixo dianteiro simples, eixo traseiro duplo	2 classes: Ligeiros/Pesados
21	P.C.F.3	Automóveis Pesados eixo dianteiro duplo, eixo traseiro simples	2 classes: Ligeiros/Pesados
22	P.C.F.4	Automóveis Pesados dois eixos duplos	2 classes: Ligeiros/Pesados
23	P.C.F.0	Automóveis Pesados dois eixos não conformes	2 classes: Ligeiros/Pesados
24	P.C.G.0	Automóveis Pesados quatro eixos não conformes	2 classes: Ligeiros/Pesados

Tabela 8: Excerto maior da tabela "dim_classes"

Select efectuado para o processo de transformação e carregamento da tabela “dim Equipamento”:

“select E.codigo as nome_estrada, E.descricao as descricao_estrada, EC.descricao as classe_estrada, AP.id as id_equipamento,
AP.nome_op as nome_op, AP.nome as nome_equipamento, AP.codigo as codigo_equipamento,
AT.descricao as tipo_equipamento, FC.path_origem as fontes_recolecção, VP.descricao as numero_via,
R.descricao as rede_equipamento, LP.PK, D.descricao as sentido, X as coord_x, Y as coord_y, G.descricao as sistema_coord,
OT.descricao as tipo_obra_arte, ZT.descricao as tipo_sublancamento

from estradas E, zonasEstradas ZE, redeZonas Z, localizacaoPontos LP,
aparelhos AP, aparelhoTipos AT, estradasClasses EC, fontes_recolecção FC,
viaPosicoes VP, redes R, directions D, geoSistemas G, obraTipos OT, zonasTipos ZT

where E.id=ZE.estrada_id and Z.id=ZE.redeZona_id and ZE.principal=1
and LP.redeZona_id=Z.id
and AP.localizacaoPonto_id=LP.id
and AT.id=AP.APARELHOTIPO_ID
and AT.codigo in ('PM','EM','PM','PM7','EP','PMC','PM0','PMB')
and EC.id=E.estradasClasse_id
and AP.fontesRecolecção_id=FC.id
and VP.id=AP.nvia
and R.id=Z.rede_id
and D.id=LP.direction_id
and G.id=LP.geoSistema_id
and Z.obraTipo_id=OT.id
and Z.ZONASTIPO_ID=ZT.id”

Resultado do processo ETL de carregamento da tabela “dim Equipamento”:

ID_EQUIPAMENTO	CODIGO_EQUIPAMENTO	NOME_EQUIPAMENTO	TIPO_EQUIPAMENTO	FONTES_RECOLECAO	NUMERO_VIA	NOME_EXTERNO	NOME_OP
2344	PM/158	PM4IC17273	sensor de contagem (2 classes)	DBLINK:ITSUSER@HISTUSER	todas as vias		EP-PM4IC17273
3113	PM/100155	CON005k1225NN	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\inorte	todas as vias		INOR- CON005k1225NN
2013	PM/928	CON004k1288NN	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\inorte	todas as vias		INOR- CON004k1288NN
3125	PM/100167	CON004k1268NN	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\inorte	todas as vias		CON004k1268NN
2631	EP/21/1	EP/21/1	estação de pesagem VBV	C:\Programas\HI-COMM 100\5001	todas as vias		EP-EP/21/1
1997	PM/1097	48	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\Inorte	todas as vias		LNOR-PM0NL18N
6147	PM/208212	CAV0005-2	sensor de contagem (4 classes)	D:\Concessoes\glisboa	Vias 1, 2 e 3		GLIS-CAV0005-2
2299	PM/113	PM4EINS103	sensor de contagem (2 classes)	DBLINK:ITSUSER@HISTUSER	todas as vias		EP-PM4EINS103
2613	PM/1141	CON020k0084NN	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\inorte	todas as vias		INOR- CON020k0084NN
2685	PM/1213	PM0BE1271B	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\binterior	todas as vias		BINT-PM0BE1271B
2701	PM/1229	CAV821-1	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\gporto	Vias 1, 2 e 3		GPOR-CAV821-1
2061	PM/1092	43	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\Inorte	todas as vias		LNOR-PM0NL13N
2672	PM/1200	PM0BE1202A	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\binterior	todas as vias		BINT-PM0BE1202A
2697	PM/1225	CAV819-1	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\gporto	Vias 1 e 2		GPOR-CAV819-1
3813	PM/100473	PM4EN06213	sensor de contagem (2 classes)	DBLINK:ITSUSER@HISTUSER	todas as vias		EP-PM4EN06213
2088	PM/1001	CAV 402-0	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\cprata	Vias 1, 2 e 3		CP-CAV_402-0
2318	PM/132	PM4IC01804	sensor de contagem (2 classes)	DBLINK:ITSUSER@HISTUSER	todas as vias		EP-PM4IC01804
2662	PM/1190	PM0BE1152A	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\binterior	todas as vias		BINT-PM0BE1152A
2668	PM/1196	PM0BE1182A	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\binterior	todas as vias		BINT-PM0BE1182A
3180	PM/100217	CON018k0226NS	sensor de contagem (8 classes)	D:\Concessoes\inorte	todas as vias		INOR- CON018k0226NS

Tabela 9: Excerto maior da tabela "dim Equipamento"

4 Código Fonte do Cubo “trafego_bxAlentejo”

Neste anexo é apresentado o código fonte *xml* do cubo “trafego_bxAlentejo”, pertencente ao esquema “dados_trafego1”.

```

<Schema name="dados_trafego1">
  <Dimension type="StandardDimension" name="Tempo_Data">
    <Hierarchy name="Nivel" hasAll="true" primaryKey="ID_DATE">
      <Table name="dim_date" alias="">
        </Table>
        <Level      name="Ano"      column="YEAR4"      type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
          </Level>
          <Level name="Semestre" column="SEMESTER_NAME" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
            </Level>
            <Level name="Trimestre" column="QUARTER_NAME" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
              </Level>
              <Level name="Mes" column="MONTH_NAME" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
                </Level>
                <Level name="Semana no Mes" column="WEEK_IN_MONTH_NAME"
type="String" uniqueMembers="false" levelType="Regular">
                  </Level>
                  <Level name="Dia no Mes" column="DAY_IN_MONTH" type="Integer"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
                    </Level>
                    <Level name="Dia" column="DAY_NAME" type="String"
uniqueMembers="false">
                      </Level>
                      <Level name="Data completa" column="DATE_FULL" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
                        </Level>

```

```

    <Level name="Data pequena" column="DATE_SHORT" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
    </Level>
</Hierarchy>
</Dimension>
<Dimension type="StandardDimension" name="Tempo_Hora">
    <Hierarchy name="Nivel" hasAll="true" primaryKey="ID_TIME">
        <Table name="dim_time" alias="">
            </Table>
            <Level name="Hora" column="TIME_VALUE" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
                </Level>
            <Level name="Altura dia" column="TIME_GROUP" type="String"
uniqueMembers="false" levelType="Regular">
                </Level>
            </Hierarchy>
        </Dimension>
        <Cube name="trafego_bxAlentejo" cache="true" enabled="true">
            <Table name="TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO" alias="">
                </Table>
            <DimensionUsage source="Tempo_Data" name="Tempo_Data"
foreignKey="ID_DATE">
                </DimensionUsage>
            <DimensionUsage source="Tempo_Hora" name="Tempo_Hora"
foreignKey="ID_TIME">
                </DimensionUsage>
            <Measure name="Volume" column="VOLUME_INST"
datatype="Numeric" aggregator="sum" visible="true">
                </Measure>
            <Measure name="Velocidade Media" column="VELOCIDADE"
datatype="Numeric" aggregator="avg" visible="true">
                </Measure>
            <Measure name="Numero Ligeiros" column="n_ligeiros"
datatype="Numeric" aggregator="sum" visible="true">

```

```
</Measure>
<Measure    name="Numero    Pesados"    column="n_pesados"
aggregator="sum" visible="true">
    </Measure>
</Cube>
</Schema>
```

5 Exemplos de Queries MDX traduzidas em SQL

Neste anexo serão apresentados alguns exemplos de *queries* MDX efectuadas pelo cubo “trafego_bxA lentejo”, traduzidas para a linguagem SQL.

Primeira *query* MDX:

```
“select NON EMPTY {[Measures].[Volume]} ON COLUMNS,
    NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[All Tempo_Data.Níveis],
[Tempo_Hora.Nivel].[All Tempo_Hora.Níveis]] ON ROWS
from [trafego_bxA lentejo]”
```

Tradução da *query* acima para SQL:

```
“select
    sum(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`VOLUME_INST`) as `m0`
from
    `TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO` as
`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`”
```

Segunda *query* MDX:

```
“select NON EMPTY {[Measures].[Volume], [Measures].[Velocidade
Media], [Measures].[Numero Ligeiros], [Measures].[Numero Pesados]} ON
COLUMNS,
    NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[All Tempo_Data.Níveis],
[Tempo_Hora.Nivel].[All Tempo_Hora.Níveis]] ON ROWS
from [trafego_bxA lentejo]”
```

Tradução da *query* acima para SQL:

```
“select
    avg(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`VELOCIDADE`) as `m0`,
    sum(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`n_ligeiros`) as `m1`,
```

```

sum(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`n_pesados`) as `m2`
from
`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`
as
`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`”

```

Terceira *query* MDX:

```

“select NON EMPTY {[Measures].[Volume], [Measures].[Velocidade
Media], [Measures].[Numero Ligeiros], [Measures].[Numero Pesados]} ON
COLUMNS,
NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[4],
[Tempo_Hora.Nivel].[15:00]]} ON ROWS
from [trafego_bxAlentejo]”

```

Tradução da *query* acima para SQL:

```

“select
`dim_date`.`YEAR4` as `c0`,
`dim_date`.`SEMESTER_NAME` as `c1`,
`dim_date`.`QUARTER_NAME` as `c2`,
`dim_date`.`MONTH_NAME` as `c3`,
`dim_date`.`WEEK_IN_MONTH_NAME` as `c4`,
`dim_date`.`DAY_IN_MONTH` as `c5`,
`dim_time`.`TIME_VALUE` as `c6`,
sum(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`VOLUME_INST`) as `m0`,
avg(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`VELOCIDADE`) as `m1`,
sum(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`n_ligeiros`) as `m2`,
sum(`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`n_pesados`) as `m3`
from
`dim_date` as `dim_date`,
`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`
as
`TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`,
`dim_time` as `dim_time`
where

```

```

        `TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`ID_DATE`                =
`dim_date`.`ID_DATE` and
        `dim_date`.`YEAR4` = '2011' and
        `dim_date`.`SEMESTER_NAME` = 'S1' and
        `dim_date`.`QUARTER_NAME` = 'Q1' and
        `dim_date`.`MONTH_NAME` = 'Janeiro' and
        `dim_date`.`WEEK_IN_MONTH_NAME` = 'S1' and
        `dim_date`.`DAY_IN_MONTH` = 4 and
        `TIAGO_FACT_DADOSTRAFEGO`.`ID_TIME` = `dim_time`.`ID_TIME`
and
        `dim_time`.`TIME_VALUE` = '15:00'
group by
        `dim_date`.`YEAR4`,
        `dim_date`.`SEMESTER_NAME`,
        `dim_date`.`QUARTER_NAME`,
        `dim_date`.`MONTH_NAME`,
        `dim_date`.`WEEK_IN_MONTH_NAME`,
        `dim_date`.`DAY_IN_MONTH`,
        `dim_time`.`TIME_VALUE`”

```

6 Código Fonte do “Dashboard EP”

Código fonte do ficheiro “dash.html”:

```
<script                                type="text/javascript"
src="GetCDFResource?resource=/estradas/dashboards/Ep4/js/metalayer.js"></
script>
```

```
<script                                type="text/javascript"
src="GetCDFResource?resource=/estradas/dashboards/Ep4/js/components.js"
></script>
```

<!-- A secção seguinte contém o código e a localização de texto e
objectos de gráficos-->

```
<div class="container">
  <hr class="space" />
  <h1>Dashboard Estradas Portugal</h1>
  <hr />
  <div class="span-12 clearfix">
    <h3>Tabela Resumo Semanal de Janeiro</h3>
    <div id="tableObject1"></div>
  </div>
  <hr class="space" />
  <div class="span-12 clearfix">
    <h3>Numero Ligeiros e Pesados Janeiro</h3>
    <div id="chartObject1"></div>
  </div>
  <hr class="space" />
  <div class="span-12 clearfix">
    <h3> Numero Ligeiros Semanal Janeiro</h3>
    <div id="chartObject2"></div>
  </div>
  <div class="span-12 clearfix last">
    <h3> Numero Pesados Semanal Janeiro</h3>
    <div id="chartObject3"></div>
```



```

</div>
<div class="span-13 clearfix">
    <h3>Ligeiros/Pesados Media Semanal Janeiro</h3>
    <div id="chartObject4"></div>
</div>
<div class="span-13 clearfix last">
<h3>Velocidade Media Semanal Janeiro</h3>
    <div id="chartObject5"></div>
</div>
<div class="span-14 clearfix">
<h3>Volume Semanal Janeiro</h3>
    <div id="chartObject6"></div>
</div>
<div class="span-14 clearfix last">
<h3>Velocidade Media diaria Janeiro</h3>
    <div id="chartObject7"></div>
</div>
<div class="span-15 clearfix">
<h3>Numero de veiculos Diarios em Janeiro</h3>
    <div id="chartObject8"></div>
</div>
<hr class="space" />
</div>
<!--A Função seguinte dá inicio a renderização do dashboard-->
<script language="javascript" type="text/javascript">
    $(document).ready(function() { onDashboardLoad(); });
</script>

```

Código fonte do ficheiro “dash.xcdf” (linguagem XML):

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<cdf>
    <title>Dashboard EP</title>
    <author>Tiago</author>
    <description>Dashboard das Estradas de Portugal</description>

```

```

<icon></icon>
<template>dash.html</template>
<style>clean</style>
</cdf>

```

Código fonte do ficheiro “data.cda” (linguagem XML):

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<CDADescriptor>
<!--este campo define a fonte de dados e o seu acesso-->
<DataSources>
  <Connection id="1" type="mondrian.jdbc">
    <Driver>com.mysql.jdbc.Driver</Driver>
    <Url>jdbc:mysql://deslamp2.estradas.pt:3306/bdtrafego</Url>
    <User>dbo_trafego_des</User>
    <Pass>trafego123</Pass>
    <Catalog>../../estradas/cubos/dados_trafego1.xml</Catalog>
    <Cube>trafego_bxAlentejo</Cube>
  </Connection>
</DataSources>

  <!--cada um dos seguinte campos define uma query e o seu tipo à fonte
de dados definida no primeiro campo-->
  <DataAccess id="1" connection="1" type="mdx" access="public">
    <Name>Metricas Semanais Tabela</Name>
    <Query>
      select NON EMPTY {[Measures].[Numero Ligeiros], [Measures].[Numero
Pesados], [Measures].[Volume], [Measures].[Velocidade Media]} ON
COLUMNS,
      NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3],

```

```

[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5]} ON ROWS
from [trafego_bxALENTEJO]
</Query>
<Columns>
  <Column idx="5">
    <Name>Semana</Name>
  </Column>
  <Column idx="6">
    <Name>Ligeiros</Name>
  </Column>
  <Column idx="7">
    <Name>Pesados</Name>
  </Column>
  <Column idx="8">
    <Name>Volume</Name>
  </Column>
  <Column idx="9">
    <Name>Velocidade Media</Name>
  </Column>
</Columns>
<Output indexes="5,6,7,8,9"/>
</DataAccess>

<DataAccess id="2" connection="1" type="mdx" access="public">
  <Name>Numero Veiculos Janeiro</Name>
  <Query>
    select NON EMPTY {[Measures].[Numero Ligeiros], [Measures].[Numero
Pesados]} ON COLUMNS,
    NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro]} ON ROWS
    from [trafego_bxALENTEJO]
  </Query>
  <Columns>
    <Column idx="4">

```

```

        <Name>Mes</Name>
    </Column>
    <Column idx="5">
        <Name>Ligeiros</Name>
    </Column>
</Columns>
    <Column idx="6">
        <Name>Pesados</Name>
    </Column>
<Output indexes="4,5,6"/>
</DataAccess>
<DataAccess id="3" connection="1" type="mdx" access="public">
    <Name>Numero Veiculos Ligeiros Semanal Janeiro</Name>
    <Query>
select NON EMPTY {[Measures].[Numero Ligeiros]} ON COLUMNS,
    NON    EMPTY    {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5]} ON ROWS
from [trafego_bxAlentejo]
    </Query>
<Columns>
    <Column idx="5">
        <Name>Semana</Name>
    </Column>
    <Column idx="6">
        <Name>Ligeiros</Name>
    </Column>
</Columns>
<Output indexes="5,6"/>
</DataAccess>

```

```

<DataAccess id="4" connection="1" type="mdx" access="public">
  <Name>Numero Pesados Semanal Janeiro</Name>
  <Query>
select NON EMPTY {[Measures].[Numero Pesados]} ON COLUMNS,
      NON    EMPTY    {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5]} ON ROWS
      from [trafego_bxALENTEJO]

  </Query>
<Columns>
  <Column idx="5">
    <Name>Semana</Name>
  </Column>
  <Column idx="6">
    <Name>Pesados</Name>
  </Column>
</Columns>
  <Output indexes="5,6"/>
</DataAccess>

```

```

<DataAccess id="5" connection="1" type="mdx" access="public">
  <Name>Veiculos Semanal</Name>
  <Query>
select NON EMPTY {[Measures].[Numero Ligeiros], [Measures].[Numero
Pesados]} ON COLUMNS,
      NON    EMPTY    {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3],

```

```

[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5]} ON ROWS
from [trafego_bxALENTEJO]
</Query>
<Columns>
  <Column idx="5">
    <Name>Semana</Name>
  </Column>
  <Column idx="6">
    <Name>Ligeiros</Name>
  </Column>
  <Column idx="7">
    <Name>Pesados</Name>
  </Column>
</Columns>
<Output indexes="5,6,7"/>
</DataAccess>

<DataAccess id="6" connection="1" type="mdx" access="public">
  <Name>Velocidade Media Janeiro</Name>
  <Query>
select NON EMPTY {[Measures].[Velocidade Media]} ON COLUMNS,
NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5]} ON ROWS
from [trafego_bxALENTEJO]
  </Query>
<Columns>
  <Column idx="5">
    <Name>Semana</Name>
  </Column>

```

```

    <Column idx="6">
        <Name>Velocidade Media</Name>
    </Column>
</Columns>
<Output indexes="5,6"/>
</DataAccess>

```

```

<DataAccess id="7" connection="1" type="mdx" access="public">
    <Name>Volume Semanal Janeiro</Name>
    <Query>
select NON EMPTY {[Measures].[Volume]} ON COLUMNS,
    NON    EMPTY    {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5]} ON ROWS
from [trafego_bxALENTEJO]
    </Query>
<Columns>
    <Column idx="5">
        <Name>Semana</Name>
    </Column>
    <Column idx="6">
        <Name>Volume</Name>
    </Column>
</Columns>
<Output indexes="5,6"/>
</DataAccess>

```

```

<DataAccess id="8" connection="1" type="mdx" access="public">
    <Name>Velocidade diaria Janeiro</Name>
    <Query>
select NON EMPTY {[Measures].[Velocidade Media]} ON COLUMNS,

```

```

        NON    EMPTY    {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0].[1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0].[2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[3],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[5],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[6],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[7],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[8],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[9],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[10],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[11],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[12],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[13],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[14],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[15],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[16],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[17],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[18],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[19],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[20],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[21],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[22],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[23],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[24],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[25],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[26],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[27],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[28],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[29],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[30],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5].[31]} ON ROWS
        from [trafego_bxAlentejo]
        </Query>
        <Columns>

```



```

    <Column idx="6">
      <Name>dia</Name>
    </Column>
    <Column idx="7">
      <Name>velocidade</Name>
    </Column>
  </Columns>
  <Output indexes="6,7"/>
</DataAccess>

```

```

    <DataAccess id="9" connection="1" type="mdx" access="public">
      <Name>Veiculos diaria Janeiro</Name>
      <Query>
        select NON EMPTY {[Measures].[Numero Ligeiros], [Measures].[Numero
Pesados]} ON COLUMNS,
          NON EMPTY {[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0].[1],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S0].[2],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[3],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[4],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[5],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[6],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[7],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[8],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S1].[9],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[10],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[11],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[12],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[13],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[14],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[15],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S2].[16],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[17],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[18],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[19],

```

```
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[20],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[21],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[22],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S3].[23],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[24],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[25],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[26],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[27],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[28],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[29],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S4].[30],
[Tempo_Data.Nivel].[2011].[S1].[Q1].[Janeiro].[S5].[31]} ON ROWS
```

```
from [trafego_bxAlentejo]
```

```
</Query>
```

```
<Columns>
```

```
<Column idx="6">
```

```
<Name>dia</Name>
```

```
</Column>
```

```
<Column idx="7">
```

```
<Name>Ligeiros</Name>
```

```
</Column>
```

```
<Column idx="8">
```

```
<Name>Pesados</Name>
```

```
</Column>
```

```
</Columns>
```

```
<Output indexes="6,7,8"/>
```

```
</DataAccess>
```

```
</CDADescriptor>
```

Código fonte do ficheiro “metalayer.js” (linguagem JS):

```
//Estas variaveis vão permitir a implementação de listeners
var selectedAno = "";
var selectedMes = "";
```

```

//definição dos gráficos
var Metalayer = {

    //esta função permite que quando o listener está activo fazer a
    actualização do dashboard
    selectAno : function (detalhe) {
        Dashboards.fireChange("selectedAno", detalhe);
    },

    //esta função permite que quando o listener está activo fazer a
    actualização do dashboard
    selectMes : function (detalhe) {
        Dashboards.fireChange("selectedMes", detalhe);
    },

    //definição de uma tabela
    metricasJaneiroSemanasTableDefinition :

    {
        colHeaders: ["Semana", "Ligeiros", "Pesados", "Volume", "Velocidade
Media"],
        colTypes: ['string', 'numeric', 'numeric', 'numeric', 'numeric'],
        colFormats: [null, '%.0f', '%.0f', '%.0f', '%.2f'],
        colWidths: ['80px', '80px', '80px', '80px'],
        colSortable: [false, false, false, false, false],
        displayLength: 10,
        tableStyle: "themeroller",
        paginate: false,
        lengthChange: false,
        info: false,
        filter: false,

        path : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda",

```

```

        dataAccessId : 1
    },

    //definição de um gráfico
    nLigPesadosBarChartDefinition : {
        width: 450,
        height: 300,
        chartType: "BarChart",
        datasetType: "CategoryDataset",
        is3d: true,
        byRow: false,
        isStacked: false,
        includeLegend: true,
        domainLabelRotation: 0,
        backgroundColor: "#FFFFFF",
        title: "Numero Veiculos Janeiro",
        rangeTitle: "Unidades",
        parameterName: "ANO",
        urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encodeURIComponent('{ANO}'))",
        orientation: 'vertical',
        markersVisible: true,
        titleFontSize: 10,
        titleFontIsBold: true,
        legendFontSize: 10,
        legendBorderVisible: false,
        rangeTickFormat: "#,##0",

        queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
        cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
        dataAccessId : 2 //identificação da query do ficheiro cda
    },

```

```

//definição de um gráfico
nLigPieChartDefinition : {
    width: 450,
    height: 300,
    chartType: "PieChart",
    datasetType: "CategoryDataset",
    is3d: false,
    byRow: false,
    isStacked: false,
    includeLegend: true,
    domainLabelRotation: 0,
    backgroundColor: "#FFFFFF",
    title: "Numero Ligeiros",
    rangeTitle: "Unidades",
    parameterName: "ANO",
    urlTemplate:
"javascript:Metayer.selectAno(encode_prepare(\"{ANO}\"))",
    orientation: 'vertical',
    markersVisible: true,
    titleFontSize: 10,
    titleFontIsBold: true,
    legendFontSize: 10,
    legendBorderVisible: false,
    rangeTickFormat: "#,##0",

    queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
    cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
    dataAccessId : 3 //identificação da query do ficheiro cda
},

//definição de um gráfico
nPesPieChartDefinition : {
    width: 450,

```

```

    height: 300,
    chartType: "PieChart",
    datasetType: "CategoryDataset",
    is3d: false,
    byRow: false,
    isStacked: false,
    includeLegend: true,
    domainLabelRotation: 0,
    backgroundColor: "#FFFFFF",
    title: "Numero Pesados",
    rangeTitle: "Unidades",
        parameterName: "ANO",
    urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encode__prepare(\"{ANO}\"))",
    orientation: 'vertical',
    markersVisible: true,
    titleFontSize: 10,
    titleFontIsBold: true,
    legendFontSize: 10,
    legendBorderVisible: false,
    rangeTickFormat: "#,##0",

    queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
    cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
    dataAccessId : 4 //identificação da query do ficheiro cda
},

//definição de um gráfico
veiculosVelSemanalChartDefinition : {
    width: 450,
    height: 300,
    chartType: "BarChart",
    datasetType: "CategoryDataset",

```

```

is3d: true,
byRow: false,
isStacked: true,
includeLegend: true,
domainLabelRotation: 0,
backgroundColor: "#FFFFFF",
title: "Veiculos Semanal Janeiro",
rangeTitle: "Unidades",
    parameterName: "ANO",
urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encode_uri_component('{ANO}'))",
orientation: 'horizontal',
markersVisible: true,
titleFontSize: 10,
titleFontIsBold: true,
legendFontSize: 10,
legendBorderVisible: false,
rangeTickFormat: "#,##0 €",

queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
dataAccessId : 5 //identificação da query do ficheiro cda
},

//definição de um gráfico
velSemanalChartDefinition : {
width: 450,
height: 300,
chartType: "LineChart",
datasetType: "CategoryDataset",
is3d: false,
byRow: false,
isStacked: false,

```

```

includeLegend: true,
domainLabelRotation: 0,
backgroundColor: "#FFFFFF",
title: "Velocidade Media Semanal Janeiro",
rangeTitle: "Km/h",
    parameterName: "ANO",
urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encode_prepare(\"{ANO}\"))",
orientation: 'vertical',
markersVisible: true,
titleFontSize: 10,
titleFontIsBold: true,
legendFontSize: 10,
legendBorderVisible: true,
rangeTickFormat: "#,##0 €",

queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
dataAccessId : 6 //identificação da query do ficheiro cda
},

//definição de um gráfico
volSemanalChartDefinition : {
width: 450,
height: 300,
chartType: "LineChart",
datasetType: "CategoryDataset",
is3d: false,
byRow: false,
isStacked: false,
includeLegend: true,
domainLabelRotation: 0,
backgroundColor: "#FFFFFF",

```



```

    title: "Volume Semanal Janeiro",
    rangeTitle: "Unidades",
    parameterName: "ANO",
    urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encode_prepare(\"{ANO}\"))",
    orientation: 'vertical',
    markersVisible: true,
    titleFontSize: 10,
    titleFontIsBold: true,
    legendFontSize: 10,
    legendBorderVisible: true,
    rangeTickFormat: "#,##0 €",

    queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
    cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
    dataAccessId : 7 //identificação da query do ficheiro cda
  },

//definição de um gráfico
velDiariaChartDefinition : {
  width: 750,
  height: 500,
  chartType: "LineChart",
  datasetType: "CategoryDataset",
  is3d: false,
  byRow: false,
  isStacked: false,
  includeLegend: true,
  domainLabelRotation: 0,
  backgroundColor: "#FFFFFF",
  title: "Velocidade Media Diaria Janeiro",
  rangeTitle: "Km/h",
  parameterName: "ANO",

```

```

urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encode_prepare(\"{ANO}\"))",
orientation: 'vertical',
markersVisible: true,
titleFontSize: 10,
titleFontIsBold: true,
legendFontSize: 10,
legendBorderVisible: true,
rangeTickFormat: "#,##0 €",

queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
dataAccessId : 8 //identificação da query do ficheiro cda
},
//definição de um gráfico
veiculosDiariaChartDefinition : {
width: 750,
height: 500,
chartType: "LineChart",
datasetType: "CategoryDataset",
is3d: false,
byRow: false,
isStacked: false,
includeLegend: true,
domainLabelRotation: 0,
backgroundColor: "#FFFFFF",
title: "Numero Veiculos Diaria Janeiro",
rangeTitle: "Unidades",
parameterName: "ANO",
urlTemplate:
"javascript:Metallayer.selectAno(encode_prepare(\"{ANO}\"))",
orientation: 'vertical',
markersVisible: true,

```

```

    titleFontSize: 10,
    titleFontIsBold: true,
    legendFontSize: 10,
    legendBorderVisible: true,
    rangeTickFormat: "#,##0 €",

    queryType: 'cda', //identificação do tipo de query utilizada
    cdaFile : "estradas/dashboards/Ep4/data.cda", //identificação do
ficheiro cda a ser utilizado
    dataAccessId : 9 //identificação da query do ficheiro cda
  }
}

```

Código fonte do ficheiro “componentes.js” (linguagem JS):

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```

var metricasJaneiroSemanasTable = {
  name: "metricasJaneiroSemanasTable",
  type: "tableComponent",
  chartDefinition: Metalayer.metricasJaneiroSemanasTableDefinition,
  htmlObject: "tableObject1",
  executeAtStart: true
};

```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```

var nVeiculosChart = {
  name: "nVeiculosChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.nLigPesadosBarChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject1",
  //listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: true,
};

```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```
var nLigeirosChart = {
  name: "nLigeirosChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.nLigPieChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject2",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```
var nPesadosChart = {
  name: "nPesadosChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.nPesPieChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject3",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```
var VeicSemanalChart = {
  name: "VeicSemanalChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.veiculosVelSemanalChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject4",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```
var VelSemanalChart = {
  name: "VelSemanalChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.velSemanalChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject5",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```
var VolSemanalChart = {
  name: "VolSemanalChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.volSemanalChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject6",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico
contruida no ficheiro metalayer.js

```
var VelDiariaChart = {
  name: "VelDiariaChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.velDiariaChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject7",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição do componente, com a respectiva definição de gráfico contruida no ficheiro metalayer.js

```
var nVeiculosDiariaChart = {
  name: "nVeiculosDiariaChart",
  type: "jFreeChartComponent",
  chartDefinition: Metalayer.veiculosDiariaChartDefinition,
  htmlObject: "chartObject8",
  listeners: ["selectedAno"],
  executeAtStart: false,
};
```

//definição da variavel componentes a ser usada para fazer a renderização

```
var components = [metricasJaneiroSemanasTable,nVeiculosChart,
nLigeirosChart, nPesadosChart, VeicSemanalChart, VelSemanalChart,
VolSemanalChart, VelDiariaChart, nVeiculosDiariaChart];
```

```
//inicialização da renderização
function onDashboardLoad() {
  Dashboards.init(components);
};
```