

PLANO ESTADUAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTES
DO RIO GRANDE DO SUL - PELT/RS

PRODUTO P 13:

MODELO DO PELT-RS E SOFTWARES – REVISÃO 01

PORTO ALEGRE, MARÇO DE 2017.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.....	4
2.1. ATIVIDADE 13: MODELO DO PELT-RS E SOFTWARES.....	4
2.1.1. <i>Considerações Iniciais</i>	4
2.1.2. <i>Arquitetura de Hardware e Software</i>	4
2.1.3. <i>Dados geográficos</i>	6
2.1.4. <i>Automação de extração, transformação e carga de dados</i>	12
2.1.4.1. <i>Leitura de Web Services</i>	13
2.1.4.2. <i>Leitura de arquivos gerados ou mantidos no TransCAD</i>	16
2.1.4.3. <i>Leitura de Banco de Dados de Apoio à Elaboração de Cenários</i>	18
2.1.5. <i>Outras Considerações</i>	19
2.2. INTEGRAÇÃO DE DADOS.....	21
2.2.1. <i>Matriz de Manifesto de Carga da Secretaria da Fazenda Estadual</i>	21
2.2.2. <i>Zoneamento Ecológico e Econômico do RS</i>	21
2.2.3. <i>Dados Hidroviários</i>	22
2.2.4. <i>EGR e Concessionárias de Rodovias</i>	22
2.2.5. <i>Outros Provedores de Informação</i>	22
APÊNDICE 1 – WEB SERVICE SRE-DAER	24
OBJETIVO	24
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	24
DICIONÁRIO DE DADOS	24
EXEMPLOS DE RETORNO DE DADOS	26
OBSERVAÇÕES	26
APÊNDICE 2 – WEB SERVICE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS – SPH	27
OBJETIVO	27
INTERFACE.....	27
PARÂMETROS DE ENTRADA	27
EXEMPLO	27
MENSAGENS DE ERRO	28
RETORNO	28
DICIONÁRIO DE DADOS	29
OBSERVAÇÕES	29
APÊNDICE 3 – MODELO SISPLAN DO DAER.....	31

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se ao Produto P 13 (Modelo do PELT-RS e softwares) do Plano Estadual de Logística e Transportes do Rio Grande do Sul (PELT-RS).

Este Produto é composto pelas seguintes Atividades:

1. Especificação da arquitetura de hardware e software do PELT-RS;
2. Dados geográficos;
3. Automação de extração, transformação e carga de dados.

Luiz Afonso dos Santos Senna
Coordenador Geral do PELT-RS

2. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

2.1. ATIVIDADE 13: Modelo do PELT-RS e softwares

2.1.1. Considerações Iniciais

Diversas atividades executadas ao longo do desenvolvimento do PELT produziram um extenso conjunto de informações que contribuíram para a implementação, na Atividade 10, de um modelo matemático da rede multimodal para a simulação de cenários futuros. Nas atividades seguintes, os cenários modelados foram avaliados (Atividade 11) e foi estabelecido um Plano de Ação (Atividade 12).

Na descrição da Atividade 13 do Termo de Referência é explicitada a relevância das ferramentas de planejamento como legado do PELT. O “Modelo” descrito nessa atividade pode ser materializado como:

- Dados implementados no software de simulação utilizado na modelagem e treinamento da equipe da Secretaria dos Transportes. Adotou-se o software de simulação *TransCAD*, desenvolvido pela empresa norte-americana *Caliper*, cuja licença foi fornecida a essa Secretaria. A descrição completa desse modelo foi apresentada no relatório da Atividade 10;
- Conjunto de dados básicos que subsidiam a manutenção e atualização dos modelos. Os módulos de software que suportam esse conjunto de dados, assim como seus mecanismos de atualização são apresentados no presente Relatório.

A arquitetura de hardware e software para suportar os requisitos foi discutida com a participação da Secretaria dos Transportes, Secretaria Geral de Governo e PROCERGS. Diferentemente do que ocorre com o software de simulação, em que os requisitos somente podem ser atendidos com software proprietário, no segmento de software de armazenamento e atualização de dados, o mercado oferece tanto soluções livres quanto proprietárias. Considerando as dificuldades que o Estado apresenta de manter o pagamento de manutenção de licenças de software, priorizou-se buscar uma solução livre, visto que não gerará demandas futuras relativas ao custo de manutenção das mesmas.

2.1.2. Arquitetura de Hardware e Software

Considerando-se a necessidade de manutenção e atualização de uma base de dados para o “Modelo PELT-RS”, partiu-se para uma configuração de hardware típica de “servidor”. Trata-se de uma configuração diferenciada daquela que foi implementada para o software

TransCAD. Como esse software é licenciado para ser operado por apenas um usuário de cada vez, ele foi instalado em um computador configurado como “estação de trabalho”.

A partir de orientação da Secretaria Geral de Governo, o serviço de implantação de equipamento “servidor” foi atribuído a PROCERGS. Na ocasião da fase de implantação do banco de dados, a máquina virtual disponibilizada pela PROCERGS apresentava as seguintes configurações:

- Nome do computador: STMPAEAS01
- Windows Server 2008R2 SP1;
- 1 processador Intel Xeon E312xx (Sandy Bridge) 2.7 GHz;
- Memória RAM alocada de 8 GB;
- Espaço em disco alocado com 600 GB.

O servidor é acessado apenas na rede interna do Estado. Durante a fase de implantação, o acesso externo foi viabilizado aos técnicos do Consórcio via aplicativo de VPN (*FortiClient*) disponibilizado pela PROCERGS.

Em relação à arquitetura de software, foi proposta a utilização de um *software* SGBD (Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados) como responsável pela manutenção do repositório de dados do "Modelo do PELT-RS" em conjunto com a implementação de rotinas de ETL (*Extract - Transform - Load*) entre as fontes de dados de oferta e demanda e o banco de dados, e entre o banco de dados e os arquivos que suportam as simulações no *TransCAD*.

Como o "Modelo do PELT-RS" também utiliza dados vetoriais, o suporte a dados geográficos tornou-se um requisito fundamental para a solução de SGBD. Nesse caso, dentre os produtos SGBD de *software* livre que possuem esse tipo de suporte, o *PostgreSQL* apresenta larga vantagem em relação a outros produtos, graças à extensão *PostGIS*. O *PostGIS* já é um produto bastante maduro, visto que está disponível desde 2005, e oferece um suporte completo à manipulação de dados geográficos. O *PostgreSQL/PostGIS* é acessado por um extenso conjunto de aplicativos *desktop* GIS livres, onde destaca-se o *Quantum GIS* (atualmente conhecido simplesmente como *QGIS*). O *QGIS* é integrado ao *PostGIS* através da biblioteca de componentes *GDAL* (*Geographic Data Abstraction Library*). O *GDAL* funciona como um mecanismo para construção de ferramentas de ETL (*Extract – Transform - Load*) espacial, ou seja, extraindo, transformando e carregando dados em formatos distintos, em que o formato do *PostGIS* é apenas um dos diversos formatos geográficos suportados. Observa-se, por outro lado, que a maior demanda de atualização deverá ocorrer para os dados descritivos. Para atender essa situação, foi proposto utilizar o *software Pentaho Data Integration*, que possui uma versão aberta (*Community Edition*), com todas as funcionalidades necessárias para

executar a integração de dados entre sistemas heterogêneos através de configuração de rotinas de automação de ETL.

Dessa forma, entendeu-se que a solução composta pelo conjunto de *softwares* descrito a seguir supriria os requisitos necessários à manutenção permanente do "Modelo do PELT-RS":

- *PostgreSQL* com *PostGIS* para SGBD, utilizando o aplicativo *pgAdmin* como interface de administração;
- *Pentaho Data Integration Community Edition* como ferramenta de automação de rotinas ETL para dados descritivos;
- *QGIS* como interface de acesso para edição direta de dados geográficos e descritivos mantidos pelo *PostgreSQL*, que incorpora a biblioteca *GDAL*, que pode ser usada como suporte à construção de rotinas ETL para dados espaciais.

A Figura 01 mostra de forma esquemática os principais componentes da solução de software.

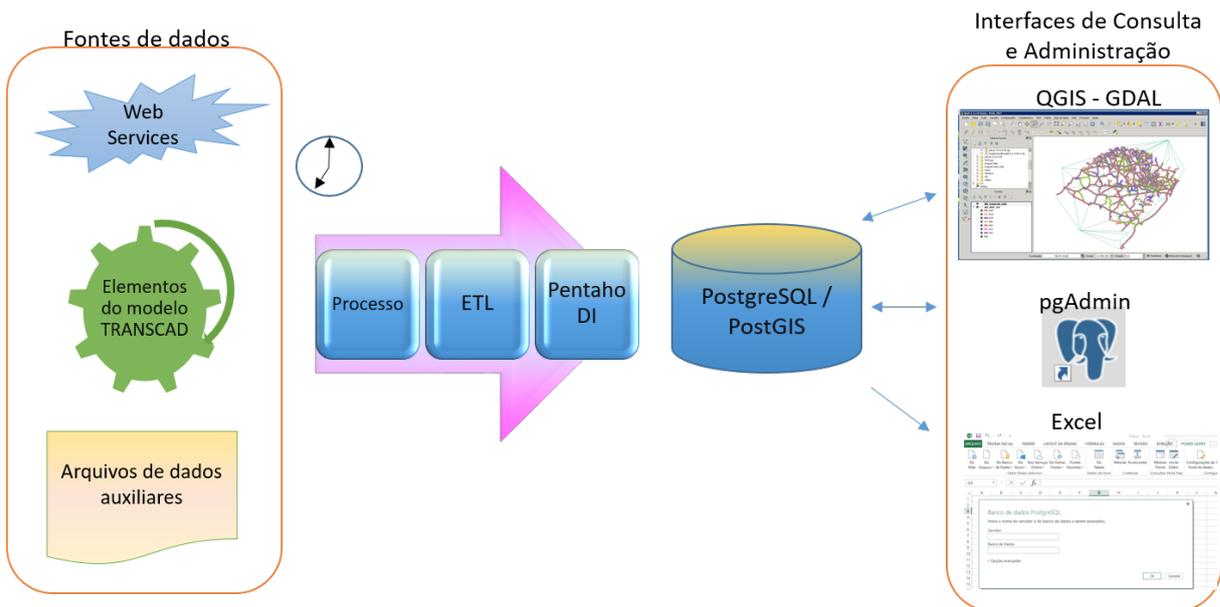


Figura 01: Arquitetura da solução de software
Fonte: Elaboração própria.

2.1.3. Dados geográficos

O “Modelo do PELT-RS” possui um conjunto significativo de informações que podem ser expressas através de dados geográficos com representação vetorial. Tais dados foram utilizados no sistema *TransCAD* para a construção do modelo e para a elaboração de mapas temáticos. O *TransCAD* é integrado ao software *Desktop GIS Maptitude*, desenvolvido pelo mesmo fabricante (*Caliper*). O *Maptitude* utiliza um formato próprio de arquivos para o

armazenamento de dados vetoriais geográficos. Esse formato ainda não é reconhecido por bibliotecas livres de conversão de formatos, como o *GDAL*. Assim, tornou-se necessário utilizar o *Maptitude* para gerar uma exportação em um formato de arquivo de fácil interoperabilidade (como o formato *shapefile*), para que fosse possível utilizar-se os dados geográficos em outros sistemas *Desktop GIS*, assim como importá-los para o *PostgreSQL*.

Dentre os dados geográficos utilizados, o mais relevante é a malha multimodal utilizada como base para a geração do modelo no *TransCAD*. A versão final da malha multimodal desenvolvida pelo Consórcio contemplou 2.475 segmentos. O processo de exportação incluiu todos os atributos utilizados pelo *TransCAD* na execução dos cenários. Portanto, na mesma tabela de atributos são apresentados dados calculados para todos os cenários temporais de simulação (2014, 2019, 2024, 2029, 2034 e 2039). Mesmo não se apresentando como dados normalizados, optou-se em incorporar no banco de dados do “Modelo do PELT-RS” os dados geográficos com a mesma estrutura em que se encontram no software *TransCAD*. Dessa forma, um usuário de qualquer software *Desktop GIS* (ex: *QGIS*, *ArcGIS*) pode acessar esses dados da mesma maneira como seriam apresentados no *TransCAD*.

A Figura 02 apresenta a visualização da camada multimodal, simbolizada por tipo de modal, através do *QGIS*.

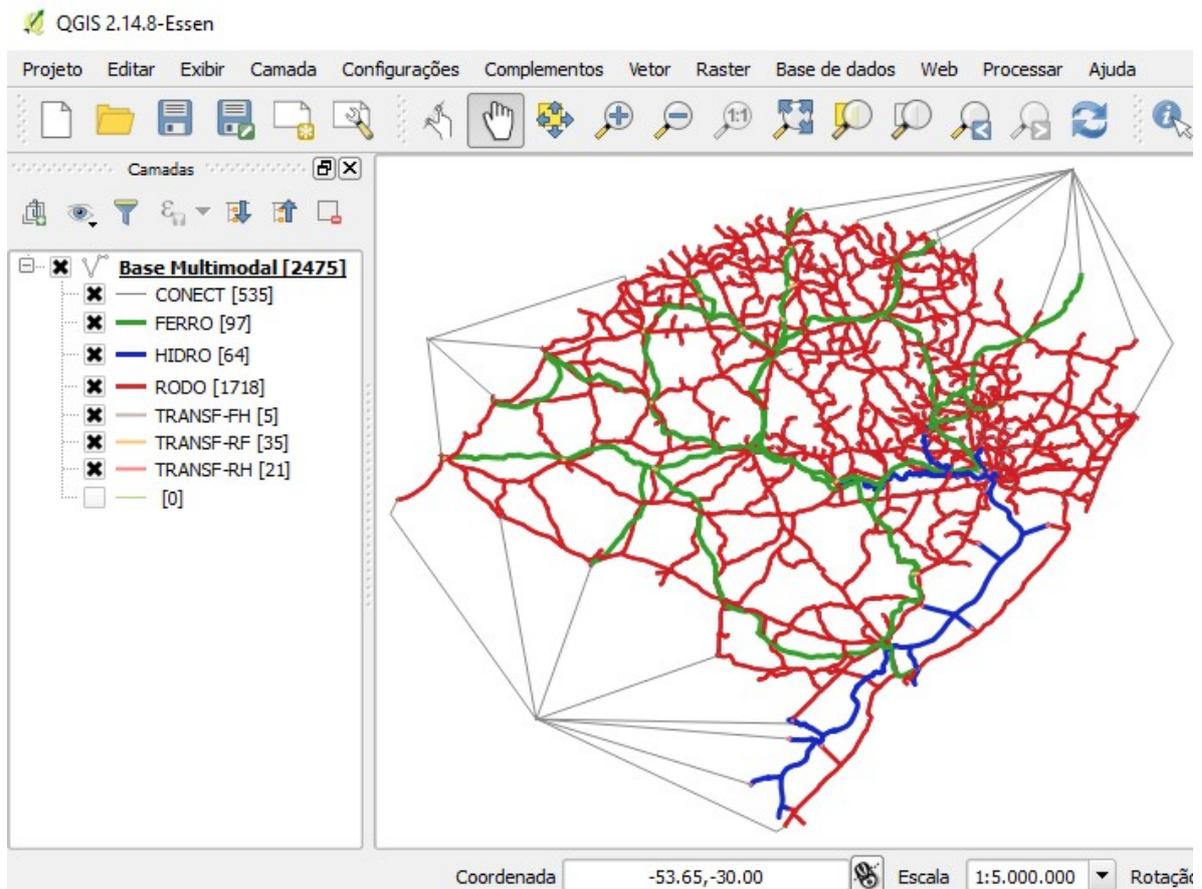


Figura 02: Camada geográfica vetorial da base multimodal visualizada no software *QGIS*

Fonte: Elaboração própria.

Ao utilizar-se a extensão *PostGIS* no banco de dados *PostgreSQL*, torna-se possível armazenar e manipular dados geográficos com os mesmos mecanismos utilizados para a manipulação de dados descritivos. Os dados vetoriais são expressos através de uma sequência de coordenadas, seguindo um sistema de referência (ex: geográfico, UTM), e codificados conforme a representação vetorial (ponto, linha ou polígono). O valor codificado dos dados vetoriais é armazenado em um tipo especial de campo “*geometry*”, definido no *PostGIS*. Essa forma de armazenamento é reconhecida por diversos softwares de GIS. O *QGIS* utiliza a biblioteca livre *GDAL* para acessar e converter esse tipo de dado.

As tabelas geográficas possuem um padrão de nomenclatura, já utilizado em outros bancos de dados geográficos, como o que está sendo construído para o Zoneamento Ecológico e Econômico do RS da seguinte forma:

- *gln** : tabela de dados geográficos com representação de linha
- *gpl** : tabela de dados geográficos com representação de polígono
- *gpt** : tabela de dados geográficos com representação de ponto

O software *QGIS*, através do menu “Gerenciador BD” (acessado através do menu “Base de dados”), conforme apresentado na Figura 03, disponibiliza funcionalidades de importação e exportação de dados do *PostgreSQL*, além de manipulação através de linguagem SQL.



Figura 03: Interface do software *QGIS* para acesso a dados no *PostgreSQL*

Fonte: Elaboração própria.

Utilizou-se o recurso de “Importar Camada/Arquivo” para carregar dados geográficos no formato shapefile para o *PostgreSQL*. A Figura 04 apresenta a interface de carga de dados com o formulário preenchido para a importação de camada de aeroportos (representação de pontos) no banco de dados.

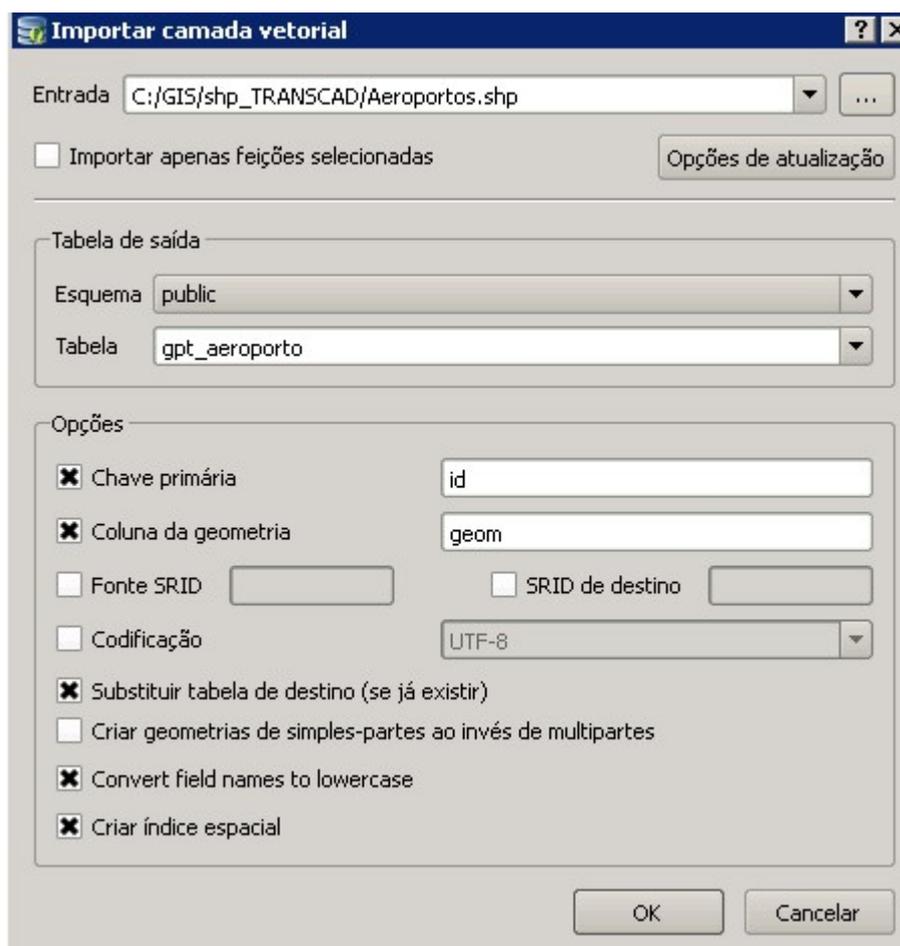


Figura 04: Interface do software QGIS para importação de dados geográficos no PostgreSQL

Fonte: Elaboração própria.

Através do conteúdo desse formulário, pode-se destacar questões relevantes relativas à configuração de dados geográficos no PostgreSQL.

Chave primária: Toda tabela geográfica deve ter um campo com valor único definido como chave primária. Caso não exista identificador único na tabela, recomenda-se a geração automática de uma sequência de valores únicos em um campo tipicamente nomeado como “id”.

Coluna da geometria: Para caracterizar-se como tabela geográfica, a tabela deve contemplar um campo (coluna) com o tipo específico para armazenar a geometria. Utiliza-se como padrão o nome “geom” para esse tipo de campo.

Substituir tabela de destino (se já existir): O conteúdo de um arquivo shapefile é carregado em uma tabela no banco de dados. Se a tabela não existir, ela é criada a partir da estrutura da tabela de atributos do shapefile. Se ela já existir, a cada nova carga é apagada e substituída por uma nova.

Convert field names to lowercase: O banco de dados PostgreSQL possui uma particularidade. Sempre que existir um caractere maiúsculo ou especial (ex: acentuação) em nome de tabela

ou de campo, as expressões de consulta devem ser escritas utilizando aspas nesse campo. Para evitar esse tipo de recurso, procura-se sempre que possível definir nomes de tabelas e de campos apenas com caracteres do alfabeto básico utilizando letra minúscula.

Criar índice espacial: Como cada registro do banco de dados pode armazenar uma representação muito complexa, torna-se necessário a criação de um tipo especial de índice, mantido pelo *PostGIS*, que armazena simplesmente as coordenadas do retângulo envolvente da geometria.

A Tabela 01 apresenta a relação de dados geográficos exportados do *TransCAD* para o formato shapefile e o nome correspondente da tabela gerada no banco de dados *PostgreSQL*.

ARQUIVO SHAPEFILE	TABELA NO BD	REGISTROS	DESCRIÇÃO
Aeroportos.shp	gpt_aeroporto	224	Aeroportos no Brasil
Base Multimodal.shp	gln_rede_pelt	2475	Segmentos da rede multi-modal modelada no <i>TransCAD</i>
Base Multimodal - Nós.shp	gpt_rede_pelt_nos	559	Nós da rede multi-modal modelada no <i>TransCAD</i>
Cidades.shp	gpt_cidade	5810	Cidades no Brasil
Coredes.shp	gpl_corede	28	Divisão do RS por Conselho Regional de Desenvolvimento
Dutovias.shp	gln_dutovia	65	Base de referência de dutovias no RS
Ferrovias.shp	gln_ferrovia	65	Base de referência de ferrovias no RS
Hidrovias.shp	gln_hidrovia	56	Base de referência de hidrovias no RS
Municípios RS.shp	gpl_municipio_rs	496	Divisão municipal do RS
RS - Contorno.shp	gpl_estado_rs	1	Polígono do Estado do RS
Postos de pesquisa.shp	gpt_posto_contagem	125	Postos de contagem de veículos utilizados nos levantamentos
Praças de pedágio.shp	gpt_praca_pedagio	38	Praças de pedágio
Rodovias RS.shp	gln_rodovia_rs_2014	1516	Base de referência de rodovias no RS em 2014
Sedes municipais.shp	gpt_sede_municipio_rs	496	Sede dos municípios do RS
Terminais.shp	gpt_terminal_ferro_hidro	17	Terminais ferroviários e hidroviários

Tabela 01: Relação de dados geográficos

Fonte: Elaboração própria.

Com a incorporação dos dados geográficos utilizados no *TransCAD* no banco de dados do PELT-RS, torna-se possível a elaboração de mapas temáticos equivalentes aos elaborados inicialmente pelo aplicativo *Maptitude* (incluído no *TransCAD*) por outros aplicativos Desktop GIS inclusive, acrescentando novas camadas.

A Figura 05 apresenta um exemplo de mapa construído no *QGIS* que utilizou os mesmos dados que foram manipulados pelo *TransCAD* para geração de mapa apresentado no Relatório P10 (Figura 24 daquele relatório), mostrando o resultado da alocação do fluxo anual de cargas no modo rodoviário em 2014. Para elaboração desse mapa no *QGIS* utilizou-se duas tabelas geográficas (representação do Estado e das sedes dos municípios) e uma camada gerada com

uma consulta em linguagem SQL (*Structured Query Language*, linguagem padrão para manipulação de banco de dados) no *QGIS* que permitiu combinar a tabela da rede multimodal com a tabela de alocação de peso que foi importada do *TransCAD*. A Figura 06 apresenta a interface “Gerenciador BD” do *QGIS* com a definição dessa consulta.

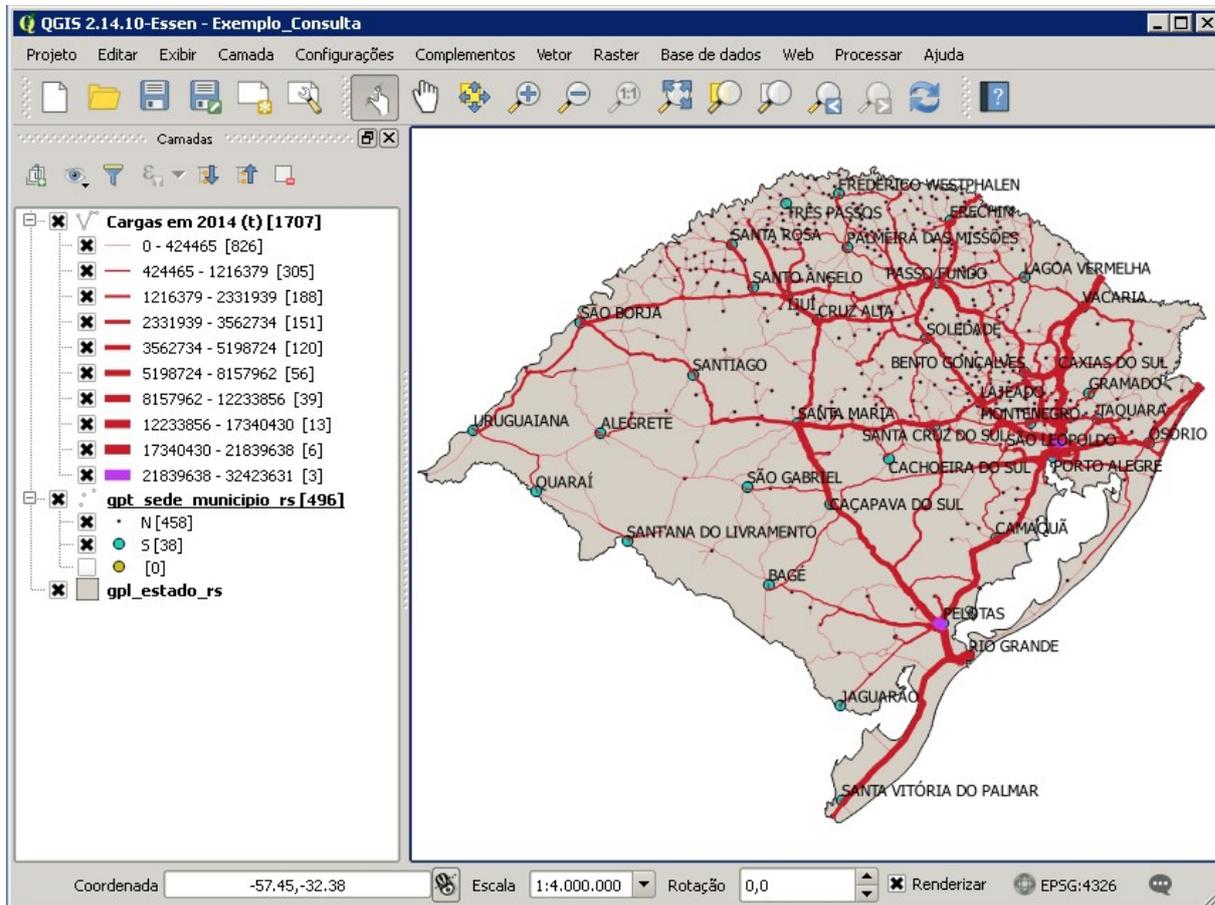


Figura 05: Mapa temático elaborado no *QGIS*
Fonte: Elaboração própria.

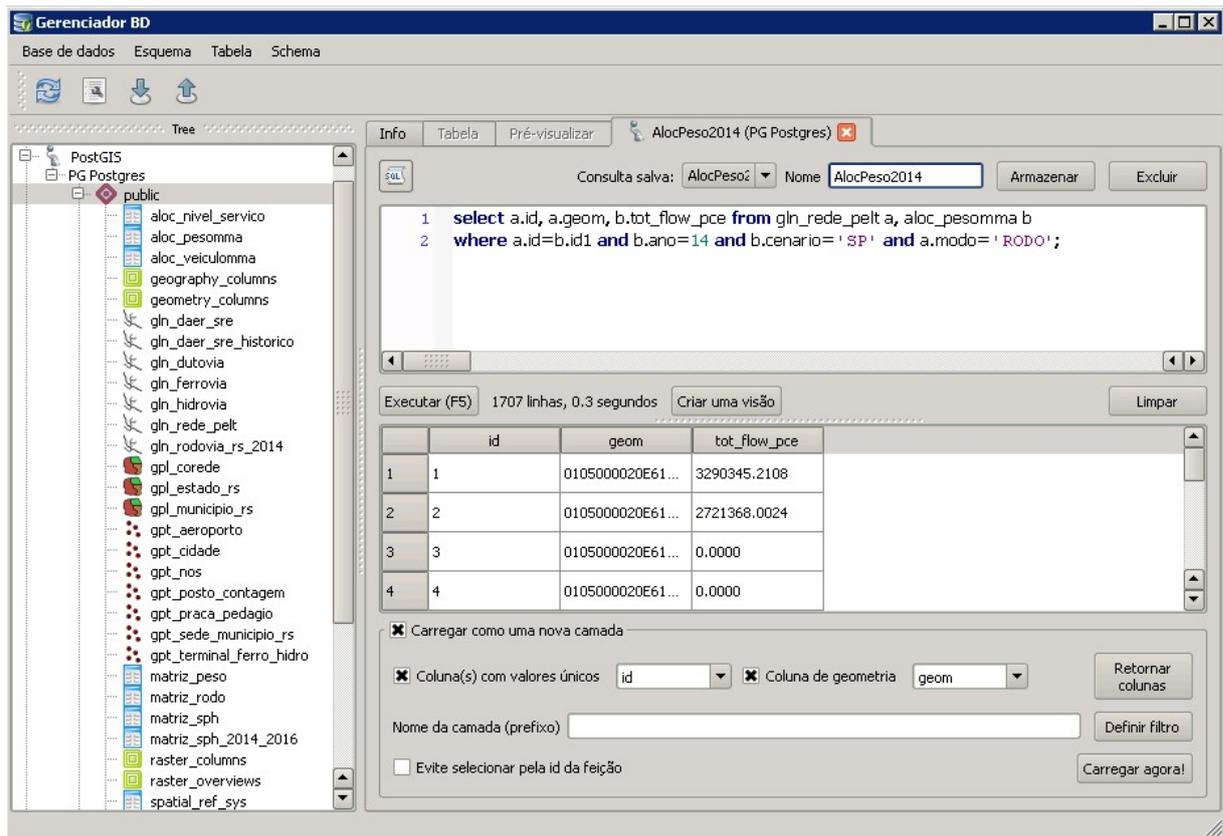


Figura 06: Interface de definição de camada no QGIS a partir de consulta ao banco de dados.

Fonte: Elaboração própria.

2.1.4. Automação de extração, transformação e carga de dados

Ao entender-se o “Modelo do PELT-RS” como uma base de dados em constante evolução, incorporando dados que passam a ser disponibilizados a partir do alcance de novos níveis de maturidade nos sistemas mantidos por instituições estaduais ou federais, percebeu-se a necessidade de criar uma infraestrutura capaz de absorver tais informações.

Dessa forma, priorizou-se configurar mecanismos que permitam incorporar no banco de dados do PELT-RS, de maneira simplificada, dados provenientes de diversas fontes.

A Secretaria Geral de Governo indicou como principal estratégia para atualização de bases de dados do PELT-RS, o consumo de *web services* produzidos pelas instituições do Estado. O *web service*, nesse contexto, trata-se de um aplicativo simples de consulta a uma base de dados, construído pelo responsável pelo sistema que mantém esses dados. Dessa forma, o responsável pelo sistema disponibiliza apenas os dados especificados, reduzindo significativamente questões de segurança que poderiam envolver a disponibilização para terceiros de acesso direto ao banco de dados original.

Na impossibilidade da implantação de *web service* pelo produtor da informação, a alternativa é a leitura de arquivos que foram exportados do sistema original. Conforme o provedor da informação, esses arquivos podem surgir em diversos formatos, sendo que o mais comum é em formato texto separado por vírgulas. Entretanto, também é comum que dados sejam disponibilizados em formatos de planilhas (ex: XLSX) ou de bancos de dados desktop (ex: Access).

Com o objetivo de fornecer à equipe que fará a manutenção do PELT-RS a capacidade de extrair dados de diversas fontes, aplicar processos de transformação e incorporar os dados no *PostgreSQL*, configurou-se no servidor do PELT-RS o aplicativo *Pentaho Data Integrator Community Edition* ou, simplesmente, *Pentaho DI*.

O *Pentaho DI* oferece os seguintes recursos:

- Definição de processos de Transformação: através de um conjunto de ferramentas, que contempla leitura (*input*), gravação (*output*) e manipulação (*transform*, *flow*) possibilita a definição de conversão de dados, que pode até incluir critérios mais complexos, sem a necessidade de utilização de linguagem de programação.
- Definição de execução programada: toda transformação pode ser executada através de uma ação do usuário ou, com a configuração de um *Job*, executada automaticamente pelo sistema. A definição de *Job* é importante no acesso a dados que possuem atualização dinâmica e são disponibilizados por terceiros, como ocorre com os *web services*.

Nas seções a seguir são descritos os processos já configurados para acesso a dados dinâmicos disponibilizados por *Web Services*, assim como conversão de dados provenientes de arquivos, como ocorre tipicamente com dados provenientes de simulações do *TransCAD*.

2.1.4.1. Leitura de Web Services

- *Web Service DAER - SRE*

O modal rodoviário, justamente por representar a maior extensão na rede multimodal também é o que apresenta alterações mais frequentes em sua configuração. A grande maioria dos segmentos rodoviários utilizados na rede multimodal é proveniente da base georreferenciada do Sistema Rodoviário Estadual, mantida pelo DAER. Desenvolveu-se nos últimos anos no DAER um banco de dados geográfico com a mesma tecnologia que está sendo implementada no PELT-RS: *PostgreSQL* com *PostGIS*. Os segmentos do Sistema Rodoviário Estadual, que inclui rodovias estaduais e federais, são mantidos como uma tabela de dados geográficos nesse banco de dados e atualizada constantemente pela Seção de Cadastro e Cartografia do DAER. A partir de solicitação da equipe gestora do PELT-RS, a Superintendência de Tecnologia de Informação do DAER desenvolveu um *Web Service* para disponibilização da

tabela georreferenciada do SRE. A documentação desse *Web Service*, desenvolvida pelo DAER, foi incorporada ao Anexo 1 do presente documento. Como a representação geográfica do dado original encontra-se armazenada no formato *PostGIS*, foi possível desenvolver um processo de transformação no *Pentaho DI* que carrega no banco de dados do PELT-RS a mesma codificação utilizada no banco de dados do DAER.

No *Pentaho DI*, o processo de transformação é definido através da interface gráfica e preenchimento de formulários. A Figura 07 apresenta a visualização da interface gráfica do processo de leitura do *Web Service* do SRE, armazenada no arquivo *DAER_WS_PG.ktr*. Na ocasião da captura dessa tela, ao executar o processo foram carregados 1503 registros na tabela de destino, nomeada *gln_daer_sre*, em menos de 14 segundos.

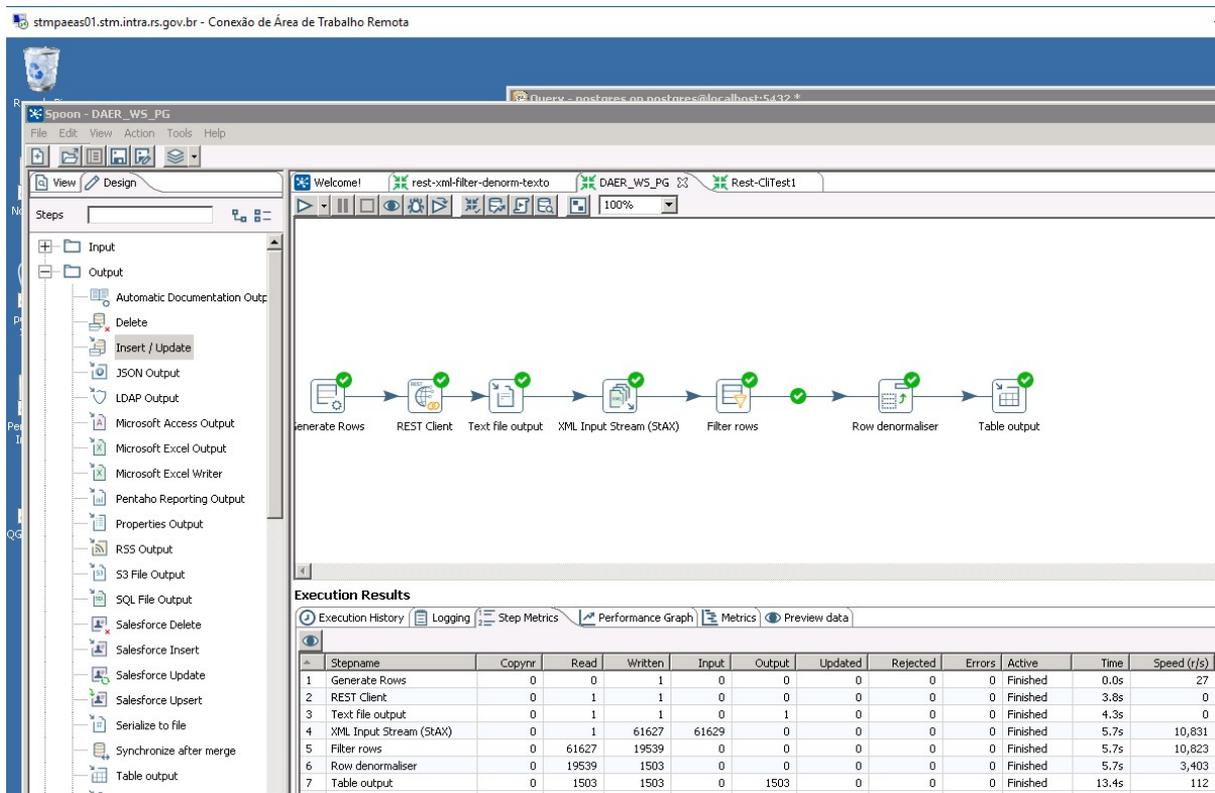


Figura 07: Interface do Pentaho DI apresentando processo de ETL do Web Service desenvolvido pelo DAER

Fonte: Elaboração própria.

A execução desse processo foi automatizada através da configuração do Job *READ_DAER.kjb* e do arquivo batch *EXEC_READ_DAER.bat*. A execução do arquivo batch é programada no módulo *Server Manager* do sistema operacional *Windows Server*, para ocorrer diariamente às 19:00 h. A cada execução bem-sucedida do *job*, os registros da tabela são apagados e inseridos novamente.

Em relação à manutenção desses serviços cabem algumas observações:

- Todas as tarefas configuradas no Server Manager utilizaram a opção “*Run whether user is logged on or not*”. Nesse caso, foi informada a senha do usuário “peltrs”. Se a senha for modificada, a configuração desses serviços deve ser atualizada.

- Recomenda-se monitorar o arquivo de log do Server Manager. Se após alguns dias não ocorrer atualizações, significa um problema que pode ser do *web service* de origem, de rede ou até mesmo de alguma alteração de configuração no banco de dados de destino. Incorporou-se na tabela *gln_daer_sre* o campo “*hora_atualiza*”, que armazena o horário da última leitura ocorrida.

A figura 08 apresenta a visualização geográfica da tabela *gln_daer_sre* através da interface do QGIS.

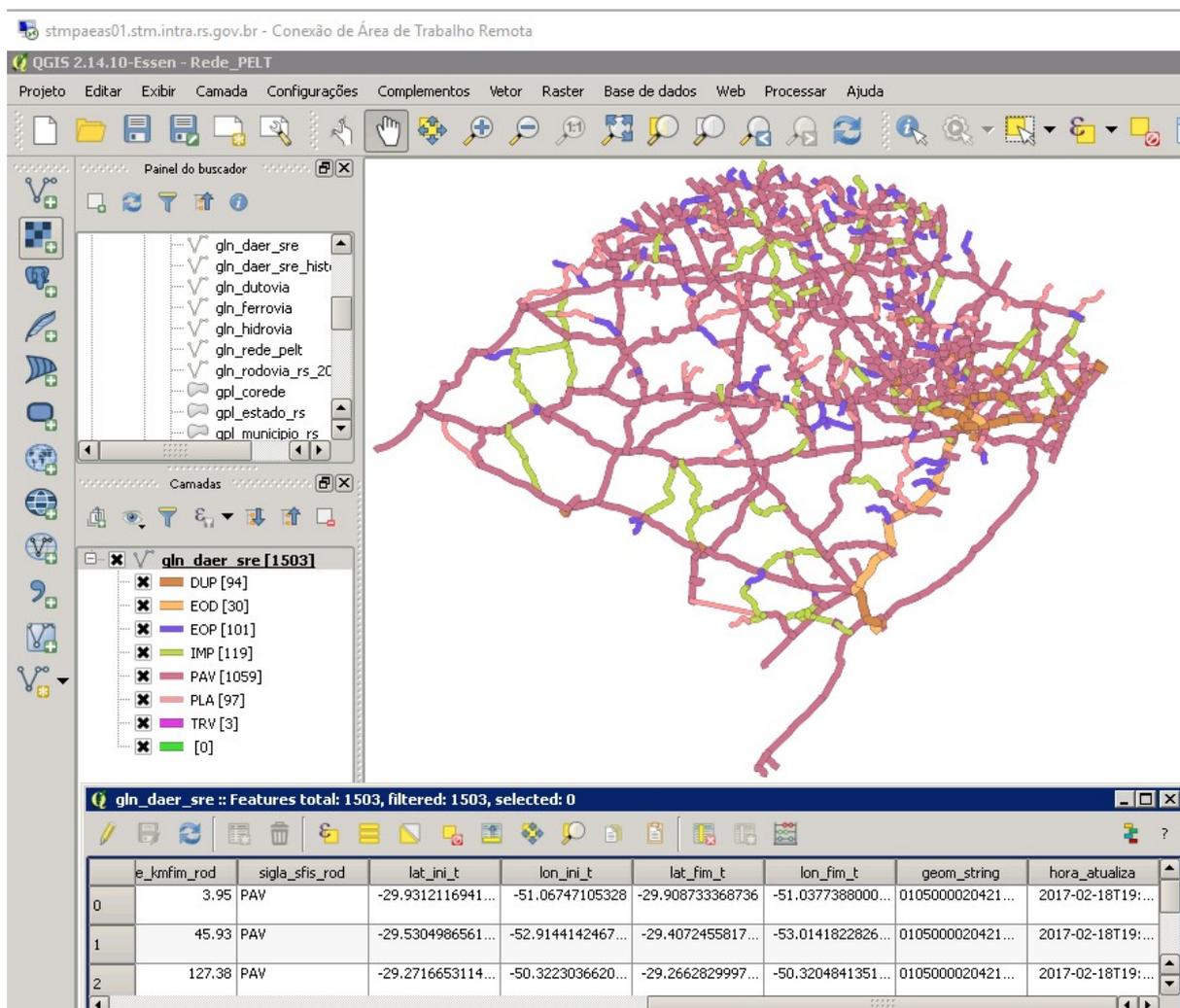


Figura 08: Visualização através do QGIS da tabela geográfica do SRE obtida através de Web Service
Fonte: Elaboração própria.

- *Web Service Cargas SPH*

As matrizes de origem e destino de cargas são compostas de diversas fontes de dados. No modal hidroviário, o banco de dados da Superintendência de Portos e Hidrovias – SPH

armazena informações relevantes, devido ao nível de detalhe e confiabilidade, dos fretes realizados nas hidrovias gerenciadas por esse órgão. A partir de solicitação da equipe gestora do PELT-RS, o Setor de Informática da SPH desenvolveu um *Web Service* para disponibilização de tabela com os dados de movimentação de cargas mantidos em seu banco de dados. A documentação desse *Web Service*, desenvolvida pela SPH, foi incorporada ao Anexo 2 do presente documento. O *Web Service* possui os seguintes parâmetros:

- AnoDesatrac: ano da desatracação (ex: 2017)
- MesDesatr: mês da desatracação (ex: 08 para agosto; 00 para todo os meses do ano)

Os dados históricos de 2014 a 2016 já foram processados e armazenados na tabela *matriz_sph_2014_2016*, com 676 registros. A definição da transformação foi armazenada no arquivo SPH_WS_PG.ktr. Nesse processo foram fixados os parâmetros do ano 2017 e mês de desatracação como 00. Portanto, cada vez que o *Web Service* é executado são lidos todos os registros de 2017, os registros da tabela *matriz_sph* são apagados e inseridos novamente. Mantendo-se o mesmo processo, no início de 2018, o parâmetro do ano deve ser atualizado. Em janeiro de 2017, obteve-se o registro de 34 movimentações de carga envolvendo os portos de Porto Alegre e Pelotas.

A execução da transformação é especificada no Job READ_SPH.kjb e no arquivo EXEC_READ_SPH.bat. O arquivo batch é programado no Server Manager para ser executado com frequência semanal.

- *Implementação de Novos Web Services*

Os dois *web services* apresentados devem servir como modelo para o desenvolvimento de novos *web services*, que permitam incorporar ao banco de dados do PELT-RS principalmente novos dados de demanda. Se os serviços forem desenvolvidos com o padrão REST, formato XML e método GET, a adaptação de definição dos processos existentes no *Pentaho DI* será simples. Além da adaptação da definição do processo será necessário também definir o modelo de dados das tabelas que receberão os resultados, configurar o *Job* e programar a execução periódica pelo aplicativo *Server Manager*.

Dessa forma a consultoria deixa montada toda a infraestrutura de software necessária para a busca de dados na medida que os demais órgãos do Estado forem disponibilizando os mesmos através de *web services*.

2.1.4.2. Leitura de arquivos gerados ou mantidos no TransCAD

O *TransCAD* possui um conjunto de formatos próprios de arquivos descritivos para a caracterização do modelo. Apenas através do *TransCAD* é possível gerar um arquivo em formato texto que possa ser interpretado por outros aplicativos. Dentre os principais arquivos de dados que caracterizam os modelos, encontram-se os dados de matrizes Origem-Destino

devidamente calibradas e os dados de alocação, que contemplam os resultados das simulações.

Para o processamento desses arquivos, estabeleceu-se uma estrutura de dados no sistema de arquivos do servidor que deverá ser preservada; senão os processos deverão ser redefinidos.

- *Dados de Matrizes*

Os arquivos de matrizes, ao serem exportados *do TransCAD*, devem ser mantidos na seguintes estruturas de pastas: C:\BD\Matrizes\SP (Tendencial) ou C:\BD\Matrizes\FH (Multimodal). Os registros de matrizes do *TransCAD* estão associados aos nós da rede multimodal.

As seguintes transformações foram configuradas:

- Matriz_Peso_PG.ktr: Lê todos arquivos *##-Peso.csv* (onde *##* é o ano) e grava na tabela *matriz_peso*. Para cada par origem-destino e modal (rodo, ferro e hidro) é discriminado o peso em toneladas por tipo de carga (container, granel líquido, granel sólido, não container). Carregamento inicial de dados: 84.436 registros.

- Matriz_Rodo_PG.ktr: Lê todos arquivos *##-Rodo.csv* (onde *##* é o ano) e grava na tabela *matriz_rodo*. Para cada par origem-destino de link rodoviário é discriminado o número de veículos por categoria básica (automóvel, carga leve, carga média, carga pesada). Carregamento inicial de dados: 204.508 registros.

- *Dados de Alocação*

Os arquivos de alocação, ao serem exportados *do TransCAD*, devem ser mantidos na seguintes estruturas de pastas: C:\BD\ALOC\##\??, onde *##* é o ano (exemplo: 14, 19, 24, 29, 34, 39) e ?? são os cenários (SP = Sem projeto; TE = Tendencial; FH = Multimodal). Os registros de alocação do *TransCAD* estão associados aos segmentos da rede multimodal.

A cada nova simulação produzida, as transformações descritas a seguir podem ser executadas:

- Aloc_LOS_PG.ktr: Lê todos arquivos *LOS.csv* (níveis de serviço) e grava na tabela *aloc_nivel_servico*. Carregamento inicial de dados: 25.621 registros.

- Aloc_PesoMMA_PG.ktr: Lê todos arquivos *Peso MMA_LinkFlow.csv* (alocação dos fluxos para os três modais) e grava na tabela *aloc_pesomma*. Carregamento inicial de dados: 36.517 registros. A interface de configuração dessa transformação no Pentaho DI, apresentando o detalhamento de cada passo, é apresentada como exemplo na Figura 09.

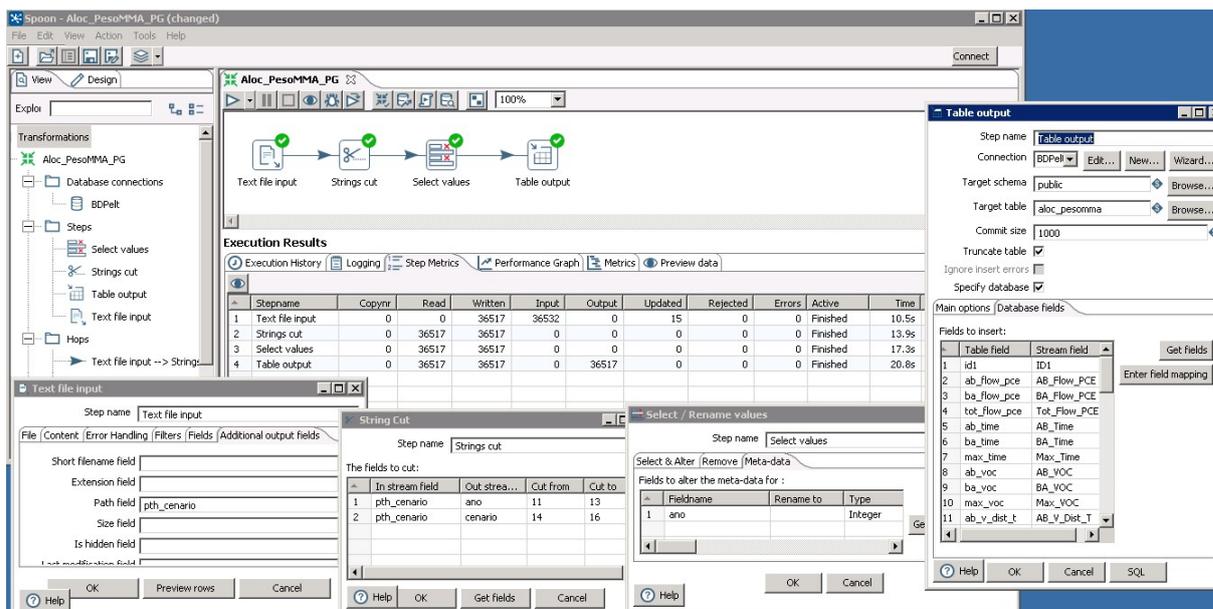


Figura 09: Visualização através do Pentaho DI da configuração do processo ETL de resultados de peso conforme alocação no modelo *TransCAD*

Fonte: Elaboração própria.

- *Aloc_VeiculoMMA_PG.ktr*: Lê todos arquivos *Veículo_LinkFlow.csv* (alocação dos veículos nas rodovias) e grava na tabela *aloc_veiculomma*. Carregamento inicial de dados: 34.345 registros.

Vale observar que as configurações de processo foram ajustadas para os resultados de simulações desenvolvidas pelo Consórcio ao longo da execução do projeto. Recomenda-se que o processo seja ajustado em termos de entrada de dados e tabela de saída de acordo com os critérios de novas simulações que venham a ser executadas pela equipe do PELT.

2.1.4.3. Leitura de Banco de Dados de Apoio à Elaboração de Cenários

A construção do modelo no *TransCAD* exigiu uma série de levantamento de dados relacionados com o tráfego de veículos no modal rodoviário. Esses dados foram organizados pelo Consórcio em bancos de dados no formato Access. As principais informações foram extraídas desses bancos através de processos configurados no Pentaho DI para serem integrados no banco de dados do PELT-RS.

Para dados recebidos das concessionárias de rodovias que operam praças de pedágio, o Consórcio organizou o banco de dados Access “Pedágios RS Tráfego Mensal 2011 a 2014.accdb”, fornecido no DVD anexado ao Produto 10.

Outra base de dados em Access fornecida na mesma ocasião contemplou as pesquisas de contagem de tráfego incluídas no arquivo “PELT-Pesquisas de Tráfego.accdb”. Utilizando como

origem esse banco de dados foram configurados alguns processos ETL, conforme apresentado na Tabela 02.

PROCESSO	TABELA ACCESS	REGISTROS	TABELA DESTINO
Trafego_CAT_PG.ktr	CAT (BD Pedágio)	13	trafego_categoria
Trafego_Pedagio_PG.ktr	Tráfego (BD Pedágio)	8876	trafego_pedagio
Trafego_Pedagio_Tarifas_PG.ktr	Tarifas (BD Pedágio)	199	trafego_pedagio_tarifas
Trafego_Contagem_PG.ktr	Contagens (BD Pesquisas)	773177	trafego_contagem
Trafego_Contagem_Ponto_PG.ktr	Postos (BD Pesquisas)	250	trafego_contagem_ponto

Tabela 02: Carga de dados a partir de bancos de dados de contagem e de pedágio

Fonte: Elaboração própria.

O processo mais complexo e que envolve maior número de registros é o que se refere às contagens de tráfego, visto que possui medições capturadas a cada 15 minutos. A partir dos 2 milhões de registros originais, que continham muitos valores nulos, configurou-se uma transformação para armazenamento dos dados na tabela de destino de forma mais eficiente, conforme apresentado na Figura 10.

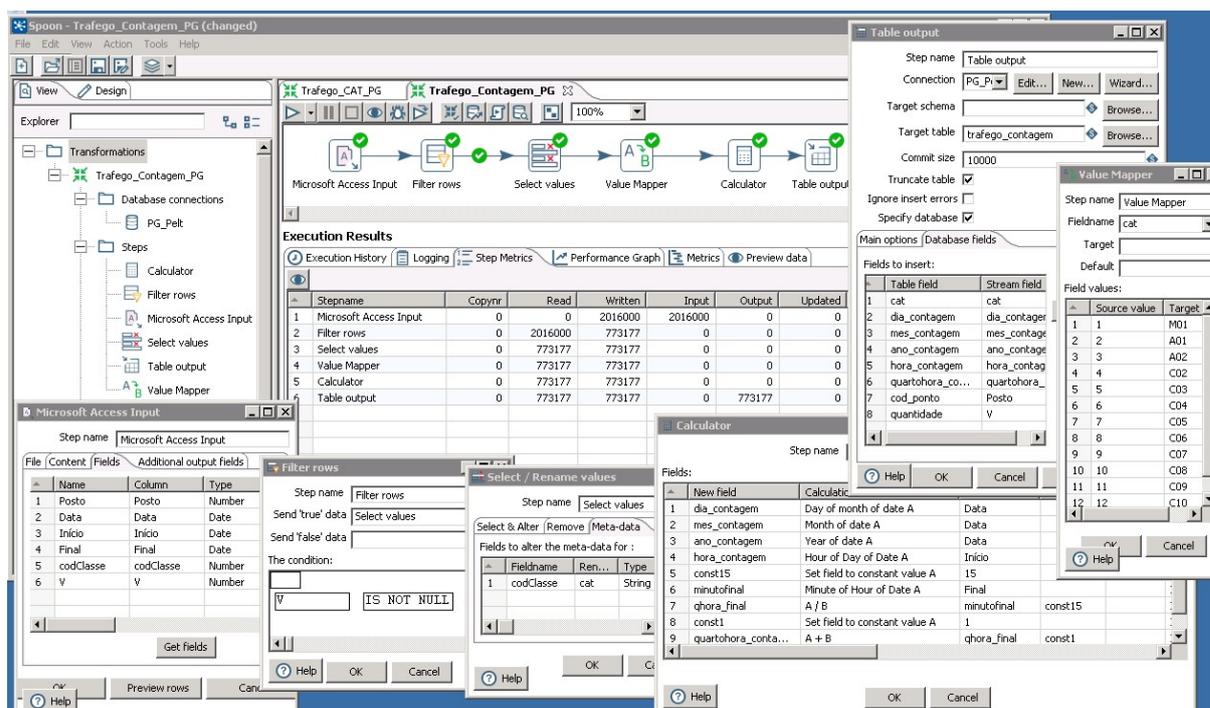


Figura 10: Visualização através do Pentaho DI da configuração do processo ETL de dados de contagens de tráfego
Fonte: Elaboração própria.

2.1.5. Outras Considerações

O banco de dados implementado contempla dados relevantes em relação ao contexto do PELT-RS. A quantidade de dados manipulada ao longo do projeto foi muito grande, sendo que

muitos deles não eram devidamente estruturados ou apresentavam um nível adequado de completude.

A intenção do banco de dados é ter um repositório estruturado principalmente para receber as fontes de dados produzidas por outras instituições, tornando-se uma ferramenta de consulta para preparação de novos cenários e interpretação de resultados. Nessa implementação inicial buscou-se implantar um conjunto de recursos, como definição de processos de transformação, padronização de nomes de tabelas, critérios para uso de dados geográficos, que podem ser usados como exemplo para a implantação de novos recursos que venham ser necessários ao longo da manutenção permanente que deve ser realizada pela equipe gestora e técnica do PELT-RS.

Para manutenção da base de dados no *PostgreSQL*, é importante o envolvimento de um profissional da área de Tecnologia da Informação com conhecimentos básicos de Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados. Esse profissional deve ter capacidade de providenciar ações básicas, como manutenção de chaves primárias e estrangeiras, construção de índices, elaboração de consultas SQL, que podem servir para construção de “views”, e definição de funções e gatilhos que venham a ser necessários.

A construção de processos de transformação pode ser executada pelo mesmo profissional, desde que tenha acompanhamento do analista de negócio que, no caso, pode ser o especialista em modelagem no *TransCAD*.

Como ferramenta de consulta pode-se utilizar qualquer aplicativo cliente que consiga conectar-se ao *PostgreSQL*. Na implementação inicial, apresentou-se o *QGIS* como cliente. Além desse recurso, para usuários de Microsoft Excel, recomenda-se o uso do suplemento “Power Query” até o Office 2013, ou a utilização nativa dos recursos “Obter e Transformar” a partir do Office 2016. A conexão com o banco de dados *PostgreSQL* é realizada a partir da instalação de um driver “Npgsql” para a plataforma *DotNet*.

2.2. Integração de dados

No período de definição da arquitetura do banco de dados do PELT-RS, quando a Consultora interagiu com analistas da Secretaria Geral de Governo e técnicos da Secretaria dos Transportes, a equipe do PELT-RS destacou fontes de dados de interesse para integração com o PELT-RS. Tais integrações contam com a articulação institucional, já iniciada pela Secretaria dos Transportes, e com a disponibilização de dados através de *web services*, a serem desenvolvidos pelos responsáveis pelas informações.

A infraestrutura apresentada na seção 2.1.4 permite que, executando-se apenas operações de configuração da ferramenta ETL, ocorra o acesso a dados externos, fornecidos via *web services*, em qualquer intervalo de tempo que se deseje programar, inclusive em “tempo real”.

As seções a seguir destacam, dentre os provedores de dados externos de interesse para o PELT-RS que apresentam esse potencial, aqueles que podem vir a ser implementados em curto ou médio prazo.

2.2.1. Matriz de Manifesto de Carga da Secretaria da Fazenda Estadual

A legislação tributária estadual tem implementado mecanismos que ampliam a exigência de registros eletrônicos aos contribuintes. Com isso, a Secretaria da Fazenda do Estado está reformulando seus sistemas, através da PROCERGS, para contemplar essas demandas adicionais. Após reunião com a Equipe do PELT-RS, onde foi exposto o interesse de acesso aos dados de manifesto de cargas, os responsáveis pelo desenvolvimento dos sistemas da SEFAZ informaram que seria viável incluir no cronograma de desenvolvimento um acesso sistemático a dados provenientes da integração de documentos fiscais como Nota Fiscal Eletrônica, Conhecimento e Manifesto de Carga.

Com acesso periódico aos dados da SEFAZ, discriminando-se origem, destino, produto transportado, peso e tipo de veículo utilizado, a equipe do PELT poderá identificar, por exemplo, reversão de tendências nas projeções efetuadas.

O acesso a dados fiscais permitirá a geração de matrizes origem-destino em diversos níveis de detalhamento de cargas e períodos de abrangência, detectando-se, inclusive, questões de sazonalidade que ocorrem em determinados produtos.

Dessa maneira, assim que a SEFAZ concluir o desenvolvimento de seu sistema e puder disponibilizar os dados conforme acima descrito, a estrutura montada pela Consultora permitirá que a equipe responsável pela manutenção do PELT tenha acesso aos dados “em tempo real”.

2.2.2. Zoneamento Ecológico e Econômico do RS

O Projeto ZEE (Zoneamento Ecológico e Econômico do RS), que está sendo conduzido pela SEMA-RS (Secretaria Estadual do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável) apresentará,

quando concluído, a maior compilação de acervo de dados georreferenciados já realizada no Rio Grande do Sul. Considerando-se que a tecnologia de SGBD utilizada no ZEE-RS (PostgreSQL/PostGIS) é a mesma do PELT-RS, torna-se extremamente viável a incorporação de bases geográficas estaduais organizadas no ZEE-RS que auxiliem o planejamento da malha de transportes do PELT-RS. Possíveis conflitos no planejamento de ampliação ou reformulação da estrutura viária com questões ambientais poderão ser identificadas precocemente através do acesso a esse acervo de dados sob forma de mapas temáticos ou como resultado de consultas espaciais.

2.2.3. Dados Hidroviários

A SPH desenvolveu um *web service* com um bom nível de detalhamento de dados referente às operações de transporte de carga pelas hidrovias sob sua responsabilidade. Esse serviço pode ser utilizado como modelo para desenvolvimento da SUPRG de um *web service* que contemple os terminais e hidrovias de sua responsabilidade, os quais incluem o Porto de Rio Grande. O detalhamento das cargas movimentadas no Porto de Rio Grande permite complementar e validar outras fontes de informação, com o objetivo de estabelecer-se uma matriz de origem e destino de cargas muito qualificada.

2.2.4. EGR e Concessionárias de Rodovias

A atualização das contagens de veículos é de extrema relevância para a calibração de cenários no modelo de transporte do TRANSCAD. O desenvolvimento de *web services* nas empresas responsáveis pela operação dos pedágios, que permite uma contagem de tráfego em tempo real, torna-se um recurso de grande interesse para a manutenção do banco de dados do PELT-RS. A EGR, que opera o maior número de praças de pedágio no Estado, deve ser a principal provedora desse tipo de informação. Entretanto, as concessionárias privadas de rodovias também podem ser contatadas para desenvolver conteúdo semelhante. Além de dados em tempo real, outros dados como o avanço de obras em trechos rodoviários e tarifas de pedágios podem vir a ser incluídos no mesmo serviço.

2.2.5. Outros Provedores de Informação

Identificou-se um significativo conjunto de atores institucionais que, além dos destacados nas seções anteriores, podem ser contatados para contribuir com a expansão do banco de dados do PELT-RS, fornecendo subsídios para uma melhor calibração do modelo no cenário atual e a definição mais assertiva de cenários futuros, conforme relacionado a seguir:

- SEPLAN-RS: base de dados socioeconômicos mantidos pela FEE, base de dados geográficos em construção da IEDE-RS (Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais);
- ANTT: infraestrutura e cargas da malha ferroviária, tarifas, obras de ampliação de capacidade em rodovias;
- DAP: infraestrutura aeroportuária;

- SULGAS: volumes transportados via gasoduto;
- DETRAN: registros de veículos e de acidentes;
- ONE: origem e destino de cargas.

Assim que esses órgãos disponibilizarem o acesso a esses *web services*, a equipe gestora do PELT-RS terá toda a infraestrutura de software implantada pela Consultora à sua disposição para incorporar as novas informações ao seu banco de dados.

APÊNDICE 1 – Web Service SRE-DAER

Objetivo

Disponibilizar, via Web Service (WS) os dados referentes às estradas mantidas pelos sistemas computacionais do DAER-RS.

Descrição do Serviço

O serviço será disponibilizado por meio da Application Programming Interface (API) REST, utilizando método de submissão de dados via formulários GET ou POST.

- **URL:** <http://10.76.64.89/ws/wsgeo/list/>
- **Parâmetros de Entrada:**
 - **tipoRetorno**
 - Um arquivo no formato XML ou JSON que pode ser nulo. Neste caso ele assumirá o formato JSON.
 - **cod_sre**
 - O código para retorno de um trecho específico no formato 999XXX9999. Em caso de valor em branco, serão retornados todos os trechos.
 - **token**
 - Um valor fixo: “rf49mh9h12s!@\$%” (sem aspas). Caso não seja informado o token, o WS não enviará nenhum resultado.

Dicionário de dados

Os dados retornados pelo WS serão os seguintes:

Campo	Descrição	Tipo
cod_sre	Código do Sistema Nacional Viário	Alfanumérico (10)
trecho_rod	Descrição do trecho	Alfanumérico (150)
tre_ini_rod	Descrição do Início do Trecho	Alfanumérico (100)
tre_fim_rod	Descrição do Fim do Trecho	Alfanumérico (100)
tre_ext_rod	Extensão em KM do Trecho	Real
tre_kmini_rod	KM inicial do Trecho	Real
tre_kmfim_rod	KM final do Trecho	Real
sigla_sfis_rod	Situação física da rodovia.	Alfanumérico (3)
lat_ini_t	Latitude inicial do Trecho	Double
lon_ini_t	Longitude Inicial do Trecho	Double
lat_fim_t	Latitude Final do Trecho	Double
lon_fim_t	Longitude Final do Trecho	Double
the_geom	Código geométrico usado no <i>PostGIS</i>	MultiLineString (4674)

Abaixo seguem as descrições das opções da situação física das estradas existentes no nosso Banco de Dados:

Código	Descrição
PLA	Planejada
LEN	Leito Natural
IMP	Implantada
PAV	Pavimentada
DUP	Duplicada
EOI	Em Obras de Implantação
EOP	Em Obras de Pavimentação
EOD	Em Obras de Duplicação
TRV	Travessia Balsa

Exemplos de Retorno de Dados

O WS poderá retornar os dados tanto em formato XML quanto em JSON. Segue o exemplo da estrutura de ambas:

- XML

```
<xmlRetorno>
  <trecho>
    <cod_sre></cod_sre>
    <trecho_rod></trecho_rod>
    <tre_ini_rod></tre_ini_rod>
    <tre_fim_rod></tre_fim_rod>
    <tre_ext_rod></tre_ext_rod>
    <tre_kmini_rod></tre_kmini_rod>
    <tre_kmfim_rod></tre_kmfim_rod>
    <sigla_sfis_rod> </sigla_sfis_rod>
    <lat_ini_t></lat_ini_t>
    <lon_ini_t></lon_ini_t>
    <lat_fim_t></lat_fim_t>
    <lon_fim_t></lon_fim_t>
    <the_geom></the_geom>
  </trecho>
</xmlRetorno>
```

- JSON

```
[{"cod_sre":"","trecho_rod":"","tre_ini_rod":"","... }]
```

Observações

O WS funcionará somente será acessível dentro da rede de computadores REDERS.

APÊNDICE 2 – Web Service Movimentação de Cargas – SPH

Objetivo

Disponibilizar via Web Service (WS), os dados referentes às movimentações de carga, em embarcações que realizaram atracação nos portos sob responsabilidade da Superintendência de Portos e Hidrovias - SPH.

Interface

A interface do serviço pode ser consultada em: <http://200.198.161.34/sph/zf/api/rest/> e possui um único método denominado: movcargas.

O webservice disponível é do tipo REST, e utiliza o método de submissão de dados GET.

Parâmetros de Entrada

Os parâmetros aceitos pelo WS serão os seguintes:

Campo	Tipo	Descrição	Obrigatório
nAnoDesatrac	String (4)	Ano de desatracação da embarcação.	Sim.
nMesDesatrac	String (2)	Mês de desatracação da embarcação.	Sim. Se não optar por informações de um mês específico, informar '00'.
format	String (3)	Informa qual o retorno desejado, XML ou JSON	Sim, caso queira em JSON.

Exemplo

Link solicitando informações referentes aos movimentos de Dezembro de 2016, em formato XML:

```
http://200.198.161.34/sph/zf/api/rest/movcargas?format=xml&nAnoDesatrac=2016&nMesDesatrac=12
```

Mensagens de Erro

Sempre que houver algum erro na autenticação dos dados informados pelo cliente, o sistema retornará uma *string* contendo 2 caracteres numéricos que representam o tipo do erro ocorrido:

- 01 => Mês de Desatracção Inválido.
- 02 => Ano de Desatracção não disponível.
- 99 => Outros Erros Diversos.

Retorno

O retorno dos dados será um arquivo no formato XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<status> </status>
<message>
<movimento>
  <cd_unidade></cd_unidade>
  <ds_unidade></ds_unidade>
  <nr_fundeio></nr_fundeio>
  <tp_nr_embarc></tp_nr_embarc>
  <id_embarc></id_embarc>
  <ds_embarc></ds_embarc>
  <ds_tp_embarc></ds_tp_embarc>
  <cd_local></cd_local>
  <dt_atrac></dt_atrac>
  <dt_desatrac></dt_desatrac>
  <mes_desatrac></mes_desatrac>
  <ano_desatrac></ano_desatrac>
  <tp_mov_carga></tp_mov_carga>
  <ds_merc></ds_merc>
  <ds_merc_esp></ds_merc_esp>
  <ncm></ncm>
  <peso></peso>
  <pais_origem></pais_origem>
  <porto_origem></porto_origem>
  <pais_destino></pais_destino>
  <porto_destino></porto_destino>
  <sentido></sentido>
</movimento>
</message>
</xml>
```

Ou através do JSON:

```
{ "status": "success", "message": { "movimento": { "cd_unidade": "", "ds_unidade", "nr_fundeio": "", "tp_nr_embarc": "", "id_embarc": "", "ds_embarc": "", "ds_tp_embarc": "", "cd_local": "", "dt_atrac": "", "dt_desatrac": "", "mes_desatrac": "", "ano_desatrac": "", "tp_mov_carga": "", "ds_merc": "", "ds_merc_esp": "", "ncm": "", "peso": "", "pais_origem": "", "porto_origem": "", "pais_destino": "", "porto_destino": "", "sentido": "" } }
```

Dicionário de dados

Os dados retornados pelo WS serão os seguintes:

Campo	Tipo	Tamanho Máximo	Descrição
cd_unidade	Number	1	Código da unidade administrada pela SPH.
ds_unidade	String	40	Nome da unidade administrada pela SPH.
nr_fundeio	Number	6	Número identificador da viagem da embarcação.
tp_nr_embarc	String	3	Tipo de identificador da embarcação. Opções: <ul style="list-style-type: none"> • CAP (Inscrição na Capitania dos Portos) • IMO (International Maritime Organization)
id_embarc	Number	10	Número identificado da embarcação.
ds_embarc	String	30	Nome da Embarcação.
ds_tp_embarc	String	20	Classificação da Embarcação.
cd_local	String	60	Local de Atracação da Embarcação
dt_atrac	DateTime		Data de Atracação
dt_desatrac	DateTime		Data de Desatracação
mes_desatrac	Number	2	Mês de desatracação da embarcação.
ano_desatrac	Number	4	Ano de desatracação da embarcação.
tp_mov_carga	String	16	Tipo de Movimento da Carga
ds_merc	String	30	Descrição da Carga (Mercadoria)
ds_merc_esp	String	30	Espécie da Carga Movimentada
ncm	Number	8	Código NCM da Carga
peso	Number	9	Peso da Carga Movimentada em Kg (Quilos)
pais_origem	String	50	Nome do País correspondente ao Porto de Origem da Carga
porto_origem	String	30	Nome do Porto de Origem da Carga
pais_destino	String	50	Nome do País correspondente ao Porto de Destino da Carga
porto_destino	String	30	Nome do Porto de Destino da Carga
sentido	String	20	Sentido de Navegação da Carga

Observações

- As informações contidas no XML, correspondem apenas às atracções com movimentação de carga, conforme reunião realizada na SPH em 12/01/17 às 14h;
- A consolidação das informações utiliza como regra a data de desatracação da embarcação;

- Informações referentes a um determinado mês, são disponibilizadas apenas após o 20º dia do mês subsequente.

APÊNDICE 3 – Modelo SISPLAN do DAER

O Termo de Referência também incluiu no escopo da Atividade 13 a avaliação do Modelo SISPLAN do DAER. Atendendo ao pedido da Gestão e Fiscalização do Contrato em questão da Secretaria dos Transportes, essa tarefa foi antecipada, e os produtos resultantes já apresentados e devidamente aprovados. Entretanto reproduziremos o resultado dessa atividade dentro do relatório Produto 13, uma vez que faz parte do mesmo, segundo o Termo de Referência.