

ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA GEOREFERENCIADO PARA GERENCIAMENTO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE PASSAGEIROS

George Lavor Teixeira
Marcelo Pereira Queiroz
Alberto Siqueira Campos
Alex A. Cordón Kunze
João Batista Braga
Marcelo Dutra Vila Lima
Sebastião Gazolla Júnior

Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes - CEFTRU
Universidade de Brasília - UnB

Yaeko Yamashita
Mestrado em Transportes
Universidade de Brasília - UnB

Francisco Antonio Ellery Cavour
Superintendência de Serviços de Transporte de Passageiros - SUPAS
Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT

RESUMO

Este trabalho descreve as etapas de elaboração de um sistema georeferenciado de gerenciamento de serviços públicos de transporte rodoviário de passageiros, denominado Sistema de Gerenciamento de Permissões (SGP). Este Sistema foi desenvolvido para atender aos vários requisitos exigidos pela Superintendência de Serviços de Transporte de Passageiros (SUPAS) da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). O principal requisito exigido foi integrar os diversos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD's) existentes na SUPAS em um único SGBD. Outro requisito foi a integração deste único SGBD com algumas camadas geográficas e com algumas ferramentas de análise espacial, comumente disponíveis nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). A primeira versão do SGP proporcionou uma maior eficiência no gerenciamento destes serviços de transportes, sendo observado também que a metodologia elaborada pode servir tanto aos outros Órgãos Públicos de Transportes como também para as empresas operadoras.

ABSTRACT

This paper describes the methodology to elaborate a Georeferenced Management System of Passenger's Road Transportation Public Service, named Permissions Management System (SGP). This System was developed for Passenger's Transportation Service Superintendence (SUPAS) of Land Transportation National Agency (ANTT). The principal request was integrating some Data Base Management System (DBMS) of SUPAS in only one DBMS. Other request was integrating this DBMS with some geographic layers and with some spatial analysis tools, commonly found in Geographical Information Systems (SIG). The SGP's first version provided a better efficiency in the management of these Transportation Services. Also it was observed that methodology can serve as another Transportation Public Agencies as Transportation Companies.

1. INTRODUÇÃO

O poder público possui a regulação e a fiscalização dos serviços de transportes públicos como uma de suas principais atribuições, as quais vêm sendo exercidas na maioria dos Estados por agências de regulação. Além destas, destaca-se também a intermediação de conflitos entre as partes interessadas, ou seja, o usuário e o operador. Estes conflitos originam-se, quase sempre, da pouca confiabilidade do transporte de passageiros no cumprimento de horários, na programação de viagens, dentre outros fatores. Como instrumento para auxiliar a solução parcial de alguns destes conflitos, os Órgãos Públicos responsáveis tem desenvolvido Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados

(SGBD's) para armazenar e analisar os dados julgados necessários. Vários destes Órgãos, entretanto, têm desenvolvido SGBD's distintos para cada departamento existente em suas dependências, o que, com o passar do tempo e/ou crescimento da instituição, tende a causar incompatibilidade entre tais Sistemas, além de desperdiçar várias horas de trabalho de seus recursos humanos para realizar conversões entre formatos de arquivos para obter as informações desejadas.

Aliado aos problemas acima citados, pode-se perceber a reduzida exploração da integração em tempo real destes SGBD's com as ferramentas de análise espacial (Papacostas e Abdul, 1995; Silva e Motta, 1997; Taco, 1997; Batista Jr. *et. al*, 2001; Teixeira, 2003 e Senne e Kiriata, 2005). Tal fato advém da deficiência da maioria dos pacotes comerciais de Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) em servir como gerenciador de banco de dados multi-usuários, que permita executar consultas complexas e forneça relatórios personalizados de informações que são atualizadas ou modificadas com elevada frequência ou por múltiplos usuários simultaneamente, fato este bastante comum em Órgãos de Transportes.

As aplicações desenvolvidas nos Órgãos Públicos de Transportes também costumam utilizar as ferramentas de análise espacial isoladamente, por meio de programas específicos, quase sem nenhuma integração com as bases de dados das instituições. Estas instituições são caracterizadas por serem muito dinâmicas; sofrerem constantes atualizações de dados de diversas formas, seja via *intranet* ou *internet*; e por serem utilizados por uma imensa quantidade de pessoas. Tais fatos geram, muitas vezes, a necessidade de integração em tempo real destas bases de dados com pacotes SIG's externos para acompanhar de forma integrada estas mudanças.

A deficiência de integração em tempo real entre os SGBD's e os SIG's já apresenta algumas soluções tecnológicas. Com o intuito de demonstrar a viabilidade deste tipo de integração na área de Transportes, o presente trabalho descreve os benefícios desta integração para os serviços de transportes rodoviários público de passageiros, além de apresentar as etapas de elaboração do desenvolvimento da primeira versão do Sistema de Gerenciamento de Permissões (SGP) para a Superintendência de Serviços de Transportes de Passageiros (SUPAS) da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

2. ETAPAS DE ELABORAÇÃO DO SGP

As seis etapas de desenvolvimento do SGP são apresentadas na Figura 1. A descrição e os resultados de cada uma destas etapas é apresentada nos itens a seguir.

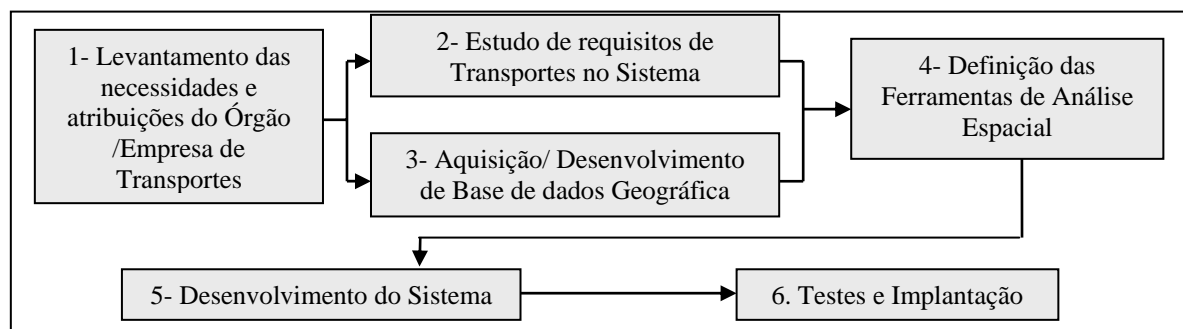


Figura 1: Etapas de Elaboração do SGP.

2.1. Levantamento das necessidades e atribuições do Órgão/Empresa de Transportes

O transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros no Brasil é responsável por uma movimentação superior a 140 milhões de usuários a cada ano (ANTT/CEFTRU, 2004). O universo a ser fiscalizado compreende cerca de 240 empresas permissionárias, aproximadamente 173 terminais rodoviários e uma malha rodoviária com extensão aproximada de 1.725.000 km, por onde circulam 2.878 linhas de ônibus de empresas permissionárias de serviços de transporte de passageiros interestaduais e internacionais (ANTT, 2002).

Por meio de estudos e pesquisas em legislações verificou-se que as atribuições da SUPAS consistem em controlar, acompanhar e fiscalizar o cumprimento das condições de outorga de autorização e das cláusulas contratuais de permissão para a prestação de serviços. Estas atribuições possuem o objetivo de garantir que os serviços de transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros sejam executados de forma adequada, satisfazendo as condições de regularidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na prestação dos serviços e modicidade nas tarifas.

2.2. Estudo de requisitos de Transporte do Sistema

Os requisitos a serem inseridos no SGP foram definidos por meio de reuniões com os técnicos da ANTT. Os principais requisitos citados foram que o Sistema contivesse relatórios e ferramentas que permitissem o controle e a fiscalização dos serviços de transportes de passageiros, o monitoramento de terminais de passageiros e também o controle estatístico do movimento de passageiros.

O SGP também teria de integrar, de forma dinâmica, os aspectos de atualização e edição dos dados e as funcionalidades dos Sistemas legados. Para facilitar a análise dos dados, também foi solicitado que o SGP tivesse vários recursos de análise espacial, com a prerrogativa de que qualquer alteração, seja nos dados relacionais ou mesmo nos dados geográficos, devesse refletir-se no mesmo banco de dados, de forma que o SGP possa ser usado simultaneamente por vários usuários em rede, identificando quaisquer mudanças em tempo real.

2.3. Aquisição/ Desenvolvimento de Base de Dados Geográfica

A base de dados geográfica necessária para a elaboração do Sistema pode ser dividida em dois tipos: político-administrativas e negocial. A base de dados geográfica político-administrativas refere-se às camadas Países, Estados, Municípios, Rodovias, Sede de Municípios, Localidades (vilas, povoados e outros situados no Brasil) e Sedes de Cidades Internacionais (restrito à América do Sul). Esta base foi fornecida pela ANTT, sendo necessário corrigir falhas existentes entre fronteiras de Municípios, corrigir a quantidade de Sede de Municípios por área (existiam várias Sedes de Municípios por unidade de área de Município). Uma das principais atividades executadas sobre a camada de Rodovias consistiu em inserir alguns atributos do Plano Nacional de Viação (PNV) e dos Sistemas Rodoviários Estaduais (SRE's). Dentre estes atributos, destacaram-se a Extensão e a situação física do trecho (Planejado, Leito Natural, Implantado, Pavimentado, Duplicado, Em Obras (Implantação, Pavimentação, Duplicação e Travessia)), por serem usados para o cálculo da tarifa. Também foi necessária a execução de alguns comandos para verificar a conectividade entre os trechos rodoviários.

A base geográfica negocial refere-se às camadas geográficas de itinerários e de pontos de parada e seção que servem para elaborar e analisar os serviços de transporte de passageiros, as quais tiveram de ser desenvolvidas a partir dos dados armazenados no Sistema TRANSP (sistema antigo usado pela SUPAS). A digitalização da camada de itinerários teve o auxílio de mapas da ANTT que continha o traçado da maioria dos itinerários usados pelas linhas de ônibus. Ao executar esta atividade foram encontrados alguns erros, destacando-se a sobreposição de itinerários e a existência de itinerários interestaduais percorrendo trechos urbanos com características semelhantes às das linhas urbanas. Como exemplo, pode-se citar as linhas que ligam as Sedes de Municípios de Porto União (SC) e União da Vitória (PR), as quais se localizam bem próxima à fronteira destes Estados. Com relação a camada de pontos de paradas e seção, também houve vários problemas destacando-se: existência de vários pontos de parada para descrever um mesmo local e descrição de pontos de parada inconsistentes em relação a localização geográfica das camadas de Estados e de Municípios.

2.4. Definição das Ferramentas de análise espacial

As ferramentas de Análise Espacial inseridas no SGP restringiram-se às funções de seleção da Análise Espacial. Além das ferramentas de ampliação e redução de escala, de movimentação de tela, também foram inseridas as seguintes funções: elaboração do esquema operacional da linha a partir da seleção espacial da linha de transporte; inserção gráfica de uma seção no percurso da linha de transporte selecionada; identificação das linhas que atendem uma ou mais cidades selecionadas, elaboração de mapas a partir de informações dinâmicas do banco de dados e elaboração de caminho mínimo.

As ferramentas de análise de rede e de modelagem de demanda também podem ser usadas a qualquer momento, pois o SGP permite a exportação das entidades lineares para pacotes comerciais de análise de linhas de transportes público, tais como o *TransCAD* (Caliper, 1996).

2.5. Desenvolvimento do Sistema

Esta etapa foi subdividida em 4 sub-etapas: Estudo de Arquitetura do Sistema, Identidade Visual, Migração de Dados e Exemplos de aplicações do SGP.

2.5.1. Arquitetura do Sistema

O SGP foi modelado para atender todas as atividades necessárias para uma gestão eficiente das informações relacionadas ao controle e regulação de permissões e linhas rodoviárias interestaduais e internacionais de passageiros. O SGP foi concebido para ser implementado em cinco etapas, apresentadas na Tabela 1, contemplando todos os fatores intervenientes na regulação, controle e fiscalização dos Serviços de Transportes gerenciados pela ANTT. Cada etapa corresponde a um módulo independente e complementar, propiciando diversas aplicações com os dados armazenados. As duas primeiras contemplam os aspectos de entrada e manutenção dos dados no SGP. A terceira etapa implementa ferramentas de sumarização e análise dos dados, contendo ferramentas operacionais de manutenção mais avançadas. A etapa 4 contempla o desenvolvimento de módulos de consulta e atualização de dados via *internet*, propiciando análise pelos escritórios regionais da ANTT, bem como a atualização pelas empresas. A etapa 5 contempla ferramentas de integração com os outros sistemas da SUPAS relacionados ao fretamento de transportes interestadual e internacional, bem como ferramentas avançadas de apoio à decisão.

Para que a arquitetura do SGP suportasse as etapas acima mencionadas foram analisadas as bases de dados de seis Sistemas que continham um conjunto de tabelas com relação e importância para integração no SGP. São elas: linha, localidade, seção, esquema operacional, empresa, movimento de passageiros, autorização e monitoramento de terminais. Como estas tabelas se localizavam em SGBD's diferentes, foi elaborada uma nova estrutura, através de tabelas no SGBD e códigos de interligação no SGP usando *scripts* e consultas de banco de dados, para organizar estas informações de modo que o SGP pudesse visualizá-las e editá-las em formulários e mapas.

Tabela 1: Diagrama de implantação do SGP.

Etapas	Funções inseridas		
	Localização	Serviço Permissionado	Frota
1	Base Geográfica	Ação Judicial	Empresas
	Segurança	Consultas Operacionais	
2	Viabilidade de linha	Viabilidade de seção	Informações históricas/ Consultas via <i>Internet</i>
3	Base Estatística	Desvios em Rodovia	Mapa via <i>Internet</i>
	Importação de Rodovia	Camadas Adicionais	Gerenciamento de Tarifas
4	Atualização via <i>Internet</i>	Validação (<i>Internet</i>)	Incorporação (<i>Internet</i>)
5	Acesso a outras bases	Análise de informações	Visualizador

Para elaboração da arquitetura do SGP também foi necessária a definição dos seguintes elementos: a plataforma de desenvolvimento selecionada foi a Visual Basic.NET da Microsoft (Microsoft, 2004) por ser a plataforma usada pela ANTT; o SGBD adotado foi o *Microsoft SQL Server* (Microsoft, 2004); a biblioteca de componentes SIG adotada foi o *Map Objects* (ESRI, 2004) por ter uma forte integração com a plataforma da *Microsoft*, além de ser um *software* já consagrado, seja pela quantidade de usuários a nível mundial, seja pelo excelente suporte técnico.

2.5.2. Identidade Visual

O principal critério para a definição da identidade visual foi que ela mostrasse a interdependência dos dados geográficos e relacionais armazenados no mesmo SGBD. A Figura 2 apresenta esta interface contendo uma região da tela para visualização dos mapas contendo as camadas geográficas gerais (rodovias, municípios, estados, cidades) e as negociais (linhas, pontos de parada, seções), uma região para a legenda de atributos e uma região na parte inferior para visualização de mensagens e do esquema operacional da linha de transporte de passageiros selecionada.

2.5.3. Elaboração de Códigos

Antes apresentar esta etapa, torna-se necessário descrever uma situação que aparece quando já existe um banco de dados em operação na empresa. Esta atividade foi denominada de Migração de Dados e consistia em importar os dados do Sistema em uso pela SUPAS, denominado TRANSP, para o SGP. Para tanto, foi necessário elaborar rotinas de programação que realizassem esta tarefa automática ou, no mínimo, semi-automaticamente, de modo a ter a mínima interferência humana. Esta tarefa teve início com a migração dos dados geográficos do TransCAD (Caliper, 1996) para o banco de dados geográficos controlado pelo *ArcSDE* (ESRI, 2004). Seqüencialmente, foram codificadas as funcionalidades da interface do SGP e os algoritmos que atendessem aos requisitos do SGP.

2.5.4. Exemplos de aplicações do SGP

A Figura 3 apresenta a interface integrada do SGP usando um formulário que contém informações de várias bases de dados, apresentando também um exemplo de criação automática do esquema operacional a partir de uma linha selecionada previamente, sendo este um dos principais recursos diferenciais do SGP. Qualquer edição/atualização nesta tela reflete no mesmo banco de dados que outro usuário poderá acessar simultaneamente por meio do SGP pela rede interna de computadores da SUPAS.



Figura 2: Interface geográfica do SGP.



Figura 3: Interface integrada do SGP.

A Figura 4 apresenta um detalhamento das informações contidas no SGP. Estas informações podem referir-se ao itinerário, ao quadro de tarifa, ao quadro de horário, ao esquema operacional e a discriminação do tipo de serviços da linha, ou seja, complementar ou diferenciado.

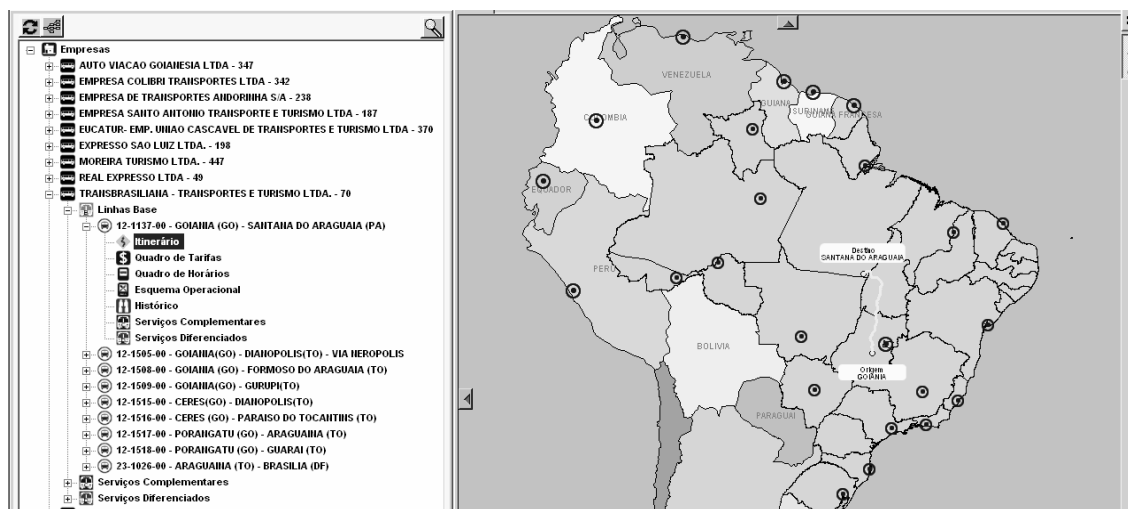


Figura 4: Visualização de uma linha e da relação de tabelas anexadas.

2.6. Testes e Implantação

O desenvolvimento da primeira versão do SGP está em fase final de execução. Ainda estão sendo elaborados os procedimentos de verificação e adequação do SGP em relação às expectativas levantadas na etapa de requisitos, prevendo possíveis correções e alterações para melhor atender aos objetivos da SUPAS.

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelos resultados obtidos com o desenvolvimento do SGP, pode-se concluir que estas etapas apresentam um bom nível de confiabilidade para ser aplicada no desenvolvimento de qualquer Sistema que integre as funcionalidades de um SGBD com as ferramentas de Análise Espacial. Esta integração em tempo real permitiu aos usuários, dentre outras coisas, acessar os dados de um determinado serviço e simultaneamente visualizar o percurso do seu itinerário e as características/funções de cada ponto de parada pertencente àquele serviço. O SGP com todas as suas funcionalidades possibilitou que o corpo técnico da ANTT executasse suas funções com maior agilidade e eficiência.

Conclui-se também que um sistema de informações bem planejado e estruturado para suportar a integração das ferramentas de análise espacial com os SGBD's pode se tornar um bom investimento em tecnologia de informação para gestores e empresas que atuam nos serviços de transporte rodoviário de passageiros. A integração dos vários sistemas existentes na empresa, além de otimizar processos e atividades, proporciona economia de tempo e recursos, em médio prazo, proporcionando um melhor atendimento aos próprios funcionários da entidade, encarregados das atividades operacionais, bem como para as empresas envolvidas e para a população em geral.

Recomenda-se a aplicação destas etapas de elaboração do SGP para o desenvolvimento de Sistemas de Gerenciamento de Transporte Ferroviário ou de Transporte de Cargas ou de Integração Multi-modal de Transportes, pois o que mudaria apenas seria o modo de serviço e não a metodologia. Recomenda-se também o desenvolvimento de Sistemas

que possibilitem também a visualização e a possibilidade de edição, tanto atributiva quanto geográfica, usando a rede mundial de computadores, *internet*, com acesso personalizado por tipo de usuário. Desta maneira, os usuários poderão acessar e modificar os dados sem estar no ambiente de trabalho, reduzindo também a burocracia existente nos Sistemas gerenciais empregados atualmente em várias instituições. Além disto, recomenda-se também aplicações que utilizem os *softwares livres*, tendo os cuidados necessários para usar tal tecnologia, os quais possibilitarão reduzir significativamente os custos com licenciamento e manutenção destes Sistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTT (2002) Plano de Ação de Fiscalização do Transporte Coletivo de Passageiros – Agência Nacional de Transportes Terrestres, Brasília, Distrito Federal.
- ANTT/CEFTRU (2004) Programa de Monitoramento dos Serviços de Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional de Passageiros – Metodologia do Programa – Manual de Operação. Agência Nacional de Transportes Terrestres/Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Batista Jr., E. D.; Senne, E. L. F.; Kiriata, R. e Teixeira, A. P. (2001) Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento de Transporte Urbano de Passageiros. *Anais do XV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Campinas, v.1, p.57-63.
- Caliper (1996) User's Guide. Version 3.0. Caliper Corporation, Newton, Massachussets, EUA.
- ESRI (2004) Environmental System Research Institute. Disponível em: <<http://www.esri.com>>. Acesso em: 10 de jun. 2004.
- Microsoft (2004) Disponível em: <<http://msdn.microsoft.com/vstudio/>>. Acesso em: 15 de jun. 2004.
- Papacostas, C. S. e Abdul, I. B. M. (1995) GIS Application to the Monitoring of Bus Operation. 65th *Annual Meeting of Institute of Transportation Engineering*, EUA
- Senne, E. L. F. e Kiriata, R. (2005) Uma ferramenta para o planejamento de transporte urbano de Passageiros usando Sistema de Informações Geográficas. Disponível em: <http://www.feg.unesp.br/revistadigital/volume_especial/vol_esp-trabalhos/Senne.pdf>. Acesso: 15 mai. 2005.
- Silva, A. N. R. da e Motta, S. H. de S. (1997) Avaliação do desempenho de um Sistema de Transporte Público Urbano com auxílio de um *software* para Sistemas de Informações Geográficas. *Anais do IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, São Carlos, v.1, p.1155- 1160.
- Taco, P. W. G. (1997) Modelos de Geração de Viagens com aplicações dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoamento Remoto. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Brasília, DF.
- Teixeira, G. L. (2003) Uso de dados censitários para identificação de zonas homogêneas para planejamento de Transportes utilizando estatística espacial. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 156 fl.

CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES – CEFTRU

Endereço: Edifício do CEFTRU – Campus da Universidade de Brasília (UnB)

Caixa Postal: 04516

Fone: (0XX61) 307-2057 Ramal 202

Fax: (0XX61) 307-2062

E-mail: george@ceftru.unb.br

mapq@ceftru.unb.br

yaeko@unb.br