

A utilização de uma arquitetura orientada a serviço para integração e acesso a dados geográficos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT

Lindolfo Caetano Pereira Júnior^{1,2}
Antonio Juliano Fazan¹

¹ Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT
Setor de Autarquias Norte | Quadra 03 Lote A
Ed. Núcleo dos Transportes | Brasília/DF | CEP:70040-902
{lindolfocaetano, ajfazan}@gmail.com

² Universidade Federal de Goiás
Programa de pós-graduação em Ciências Ambientais - CIAMB
Avenida Esperança, s/n – CDIM – Campus Samambaia
Goiânia-GO - CEP 74690-900

Abstract. In this paper the methodology adopted for the development of a spatial data infrastructure (SDI) for the Brazilian National Department of Transportation Infrastructure (DNIT) is presented. Three characteristics form the base of this SDI: the first one is the database itself, the second one is the Service Oriented Architecture (SOA), and the third one is the web map application. The heterogeneity is the main feature of DNIT's data bases; they are composed from financial data to geological studies. The central aim of this project is to provide access to several data bases through the web for end users. This was accomplished by the SOA implementation associated with a Linear Referencing System. This architecture has shown to be scalable, fast to implement, and suitable for the absorption of data from legacy systems. The web map is the link layer between end users and databases. In this layer a user can access data, search for specific information, compose and print maps, as well as performing data download. This application has reached more than 10,000 accesses during the first six months of operation. The approach adopted in this project has been proved enough for big data sharing and data access for end users.

Palavras-chave: LRS, GIS-T, spatial database, LRS, SIG-T, banco de dados espacial.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos das últimas décadas têm levado a um salto na produção de dados e informações em todo o planeta. O compartilhamento desta informação é um dos maiores desafios, por ser de complexa implementação e demandar um trabalho intensivo (Peng, 2005). Para superar este desafio vem crescendo nos últimos anos a adoção de uma abordagem orientada a serviços, também conhecida como SOA (*Service Oriented Architecture*). Trata-se de um padrão que se adapta de forma ágil a sistemas legados, sobretudo, por disponibilizar recursos comuns de tecnologia da informação mesmo com a presença de diferentes sistemas, aplicações, funcionalidades e plataformas (Hustad e Lange, 2014).

Uma arquitetura SOA juntamente com a adoção de aplicações web permitem a integração da informação abstraindo a complexidade e a heterogeneidade das fontes de dados (Iosifescu-Enescu, Hugentobler e Hurni, 2010). Outro aspecto desta abordagem é a independência de plataforma e sistema operacional e a não necessidade do uso de *softwares* caros e complexos por parte do usuário final (Mathiyalagan *et al.*, 2005).

Em função de sua escalabilidade esta arquitetura vem sendo adotada no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, órgão que possui uma produção continuada de dados e informações, que são de interesse não só de seus colaboradores, mas também de toda a sociedade brasileira e investidores internacionais. As

bases de dados do DNIT são extremamente heterogêneas, partindo-se de dados financeiros, passando por estudos e projetos até levantamentos geológicos. Toda essa massa de dados precisa ser acessível e de fácil utilização por parte dos interessados, de modo a gerar um processo de retroalimentação de dados e informações, extraindo assim, o máximo de cada produto.

É nesse ponto que a abordagem orientada a serviços entrou como elo de ligação entre as diferentes bases de dados existentes. Tal concepção faz parte de um arcabouço maior, conhecido como GIS-T (*Geoinformation System for Transportation*), ou seja, um sistema de informações geográficas para transportes, cujo cerne é uma base georreferenciada que permite não só a representação acurada e a visualização intuitiva dos dados, como também o cruzamento com dados físicos, sociais e ambientais (Miller e Shaw, 2015).

A característica fundamental de um GIS-T é permitir a associação de informações às redes de transporte e o seu cruzamento com os dados de infraestrutura (Guo e Kurt, 2004). Com este objetivo, foi desenvolvida uma metodologia baseada em serviços associada a um sistema LRS (*Linear Referencing System*) que possibilita a intercomunicação de dados oriundos das mais diversas fontes e coletados sobre as mais diversas perspectivas. Um LRS pode ser definido como um mecanismo utilizado para associação de informação linear coletada de através de vários métodos (Kiel *et al.*, 1999). Este tipo de representação utiliza pontos âncora no mundo real que possuem fácil identificação e são utilizados para descrever geograficamente o LRS (Kiel *et al.*, 1999).

Esta concatenação entre o SOA e o LRS permite a criação de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) que tem como objetivo principal o compartilhamento ágil de dados e informações (Rautenbach, Coetzee e Iwaniak, 2013). Nesse sentido, esse artigo apresenta uma proposta de estruturação que se encontra em fase de implementação no âmbito do setor de geotecnologias do DNIT, visando massificar a utilização da informação geográfica como subsídio à tomada de decisão por parte dos gestores, além de possibilitar um acompanhamento mais acurado da execução das atividades em todo o território nacional. Serão apresentadas: a concepção geral da base de dados que vêm sendo desenvolvida, os detalhes da implementação da arquitetura orientada a serviço e pôr fim a ferramenta web de visualização de dados geográficos, desenvolvida com o objetivo de permitir o acesso rápido e direto aos dados por parte dos usuários.

2. Bases de Dados

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes atua em todo o território brasileiro e, dadas as dimensões continentais do país, a produção de dados e informações se torna substancial. Tais dados são coletados sobre diferentes perspectivas e com diferentes finalidades e enfoques, além de existir todo um arcabouço de dados e registros que datam de décadas anteriores e são fundamentais para o planejamento e gestão da infraestrutura nacional. Estas especificidades conferem às bases de dados do órgão uma heterogeneidade que torna sua centralização extremamente complexa.

Nesse sentido, optou-se por adotar uma abordagem mais flexível com uma arquitetura orientada a serviços (SOA), o que permite a produção de diferentes “visões” do mesmo dado geográfico a partir de uma base única, sobretudo, a base do Sistema Nacional de Viação – SNV, disponibilizada como um LRS (*Linear Referencing system*), que permite a espacialização de forma dinâmica das informações (Kiel *et al.*, 1999; Papatheodorou *et al.*, 2008).

Algumas bases principais estão em construção com o fim de criar um arcabouço de dados que permita a realização de relacionamentos espaciais. Um ponto chave deste processo é que, em grande parte, as informações cadastrais não nascem geograficamente referenciadas, neste sentido apenas com a adoção do sistema LRS é possível transformar estes dados tabulares em

informação espacial de forma ágil. Estas bases vão desde informações de contratos até dados de acidentes ocorridos em Rodovias Federais e registrados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF) (Figura 1). Tais bases tem como foco possibilitar uma gestão mais eficiente no âmbito do sistema rodoviário federal, maximizando o conhecimento das causas e efeitos dos investimentos realizados pelo órgão e possibilitando, esta forma, um planejamento mais eficiente.

Na figura 1, é possível verificar a essência das principais bases de dados em elaboração no âmbito da Coordenação Geral de Planejamento e Pesquisa do DNIT. Basicamente existem três grupos de dados gerados: o primeiro, que é base do SNV nasce ancorada em dois referenciais: um geográfico e o outro quilométrico. Dessa forma a base SNV é armazenada como um LRS, que contém coordenadas X, Y e M (*Measure*). Vale ressaltar que está em curso análises no sentido de transformar o sistema em X, Y, Z e M, possibilitando uma representação mais acurada dos dados. O segundo grupo de dados pode ser entendido como a base geográfica propriamente dita, e é composto por levantamentos topográficos e a base rodoviária antes da inserção dos dados de quilometragem para transformação em um LRS. O terceiro grupo, formado basicamente por informações cadastrais, é composto por dados de levantamentos e monitoramento das rodovias e se destina a subsidiar a gestão das Rodovias Federais.

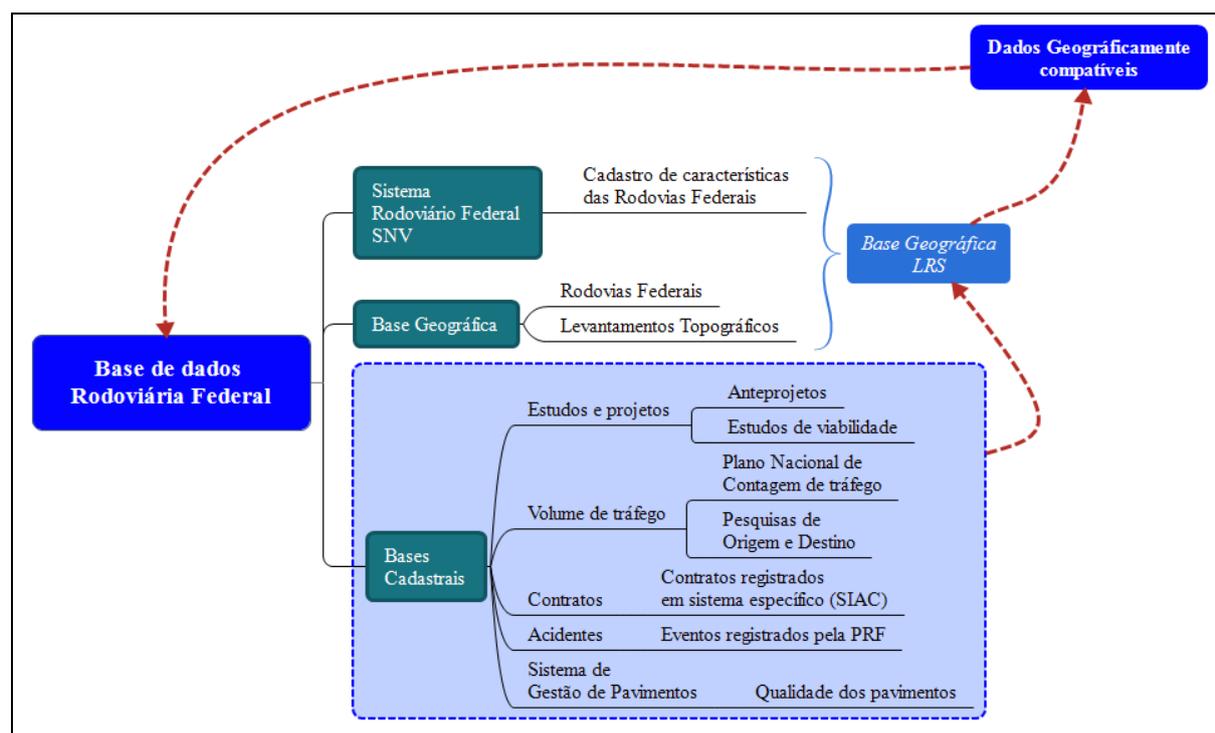


Figura 1 - Principais bases rodoviárias em estruturação no âmbito do CGPLAN - DNIT.

Estes dados podem ser compatibilizados de três formas básicas (Figura 2). Sendo a primeira baseada em “rotas”, ou seja, cada rodovia recebe um identificador único que permite a segmentação dinâmica de dados a partir do uso deste código juntamente como uma quilometragem de referência. A segunda forma é utilizada para dados que possuem um referencial geográfico, porém, não contam com referência às rodovias que são a chave de identificação no âmbito do DNIT. A terceira forma destina-se basicamente a informações já existentes e que estão referenciadas apenas ao código do Sistema Nacional de Viação, que foi e ainda é utilizado como referência oficial.

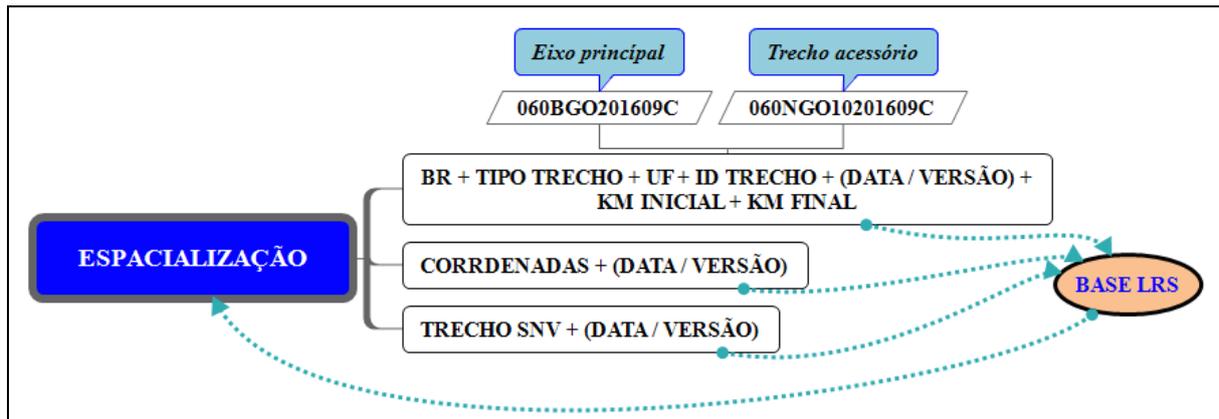


Figura 2 – Sistema básico de espacialização de dados no âmbito do CGPLAN - DNIT, com destaque para a codificação das rotas LRS, que permitem a espacialização de dados a partir de um referencial quilométrico e possuem dois padrões básicos, sendo um para eixos principais (os eixos rodoviários) e o outro para trechos acessórios tais como: acessos, variantes e contornos.

Esta configuração surgiu para cobrir uma lacuna existente na intercomunicação entre estas três formas de cadastro, ou seja, a partir da coordenada não seria trivial o cruzamento com outra informação cadastrada sobre a forma de quilômetros e ou trechos SNV. Uma base LRS contendo versionamentos, armazenada em um banco de dados Postgres/Postgis, juntamente com uma aplicação web desenvolvida no padrão MVC (*Model-View-Controller*) utilizando-se a linguagem de programação C# (C Sharp), permite o acesso direto a base LRS e desta forma, possibilita que qualquer aplicação “espacialize” dados cadastrais de forma rápida e ágil.

Neste contexto o quilômetro da base LRS assume uma posição de identificador (ID) das informações. A partir disso é possível, por exemplo, obter-se o quilômetro de uma rodovia em relação a uma coordenada, bem como analisar historicamente o comportamento da quilometragem que passa por aquele ponto, uma vez que a quilometragem de uma rodovia pode ser alterada ao longo do tempo, sobretudo pela realização de obras.

Toda essa estruturação resulta na construção de um catálogo de dados espaciais, o qual pode ser dito como um acervo que passa a interligar toda a base de dados de modo espacial, com o intuito de possibilitar a recuperação da informação existente nas bases a partir de um referencial geográfico, ou seja, um catálogo espacial de informações que permita ao gestor identificar de forma ágil e eficaz as bases disponíveis ou em construção, evitando desta forma o retrabalho e a contratação de produtos já em execução. Além disso, o catálogo será capaz de recuperar informações disponíveis em outras bases tais como IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), ANA (Agência Nacional de Águas), MT (Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil) a partir de consultas realizadas nos serviços de mapas disponibilizados por estas e outras instituições, indo assim ao encontro do que está preconizado pela Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais.

3. Arquitetura Orientada a Serviços

A consolidação de toda a base de dados tem como um dos principais obstáculos a disponibilização da informação aos interessados. Ao se verificar a imensa gama de informações existentes, no âmbito do DNIT, observou-se que a disponibilização desta só poderia ser realizada de forma automatizada ou problemas de integridade poderiam ser gerados em função da utilização de dados desatualizados por parte dos interessados. Neste contexto, de alta produção e demanda, foi adotada uma abordagem Orientada a Serviços (SOA), que possibilita a recuperação de informações de forma automática e mais atualizada possível.

Tal abordagem foi adotada neste projeto em função da sua escalabilidade e grande possibilidade de integração (Hustad e Lange, 2014). De um modo geral, a arquitetura implementada conta com quatro camadas: camada de dados, de serviços, de aplicações e no último nível a camada de usuários (Figura 3). Para implementação destes níveis foi necessário o desenvolvimento de um arcabouço de aplicações com o fim de fornecer e consumir dados geográficos por meio de protocolos HTML (*HyperText Markup Language*), utilizando-se basicamente quatro padrões de dados, sendo dois essencialmente geográficos: o REST (*Representational State Transfer* - ESRI) e o WMS (*Web Map Service* - OGC); e dois de intercomunicação convencional POST e GET (Figura 3).

A infraestrutura para suporte a estas implementações é composta por um servidor de mapas *Arcgis Server*, uma aplicação web desenvolvida em linguagem C#, que possibilita o acesso direto a dados de quilometragem das rodovias (conhecida como segmentador) e uma aplicação desenvolvida em Python/Django/GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*) que permite a conversão entre formatos JSON (*JavaScript Object Notation*) / *Shapefile* e entre *Shapefile* / JSON de modo a possibilitar o upload e o download de dados. Tal implementação, permite ao usuário o *download* e *upload* de dados em formato *Shapefile*. E permitirá também o download de consultas realizadas no visualizador web e a geração de *shapefile* vinculados a relatórios.

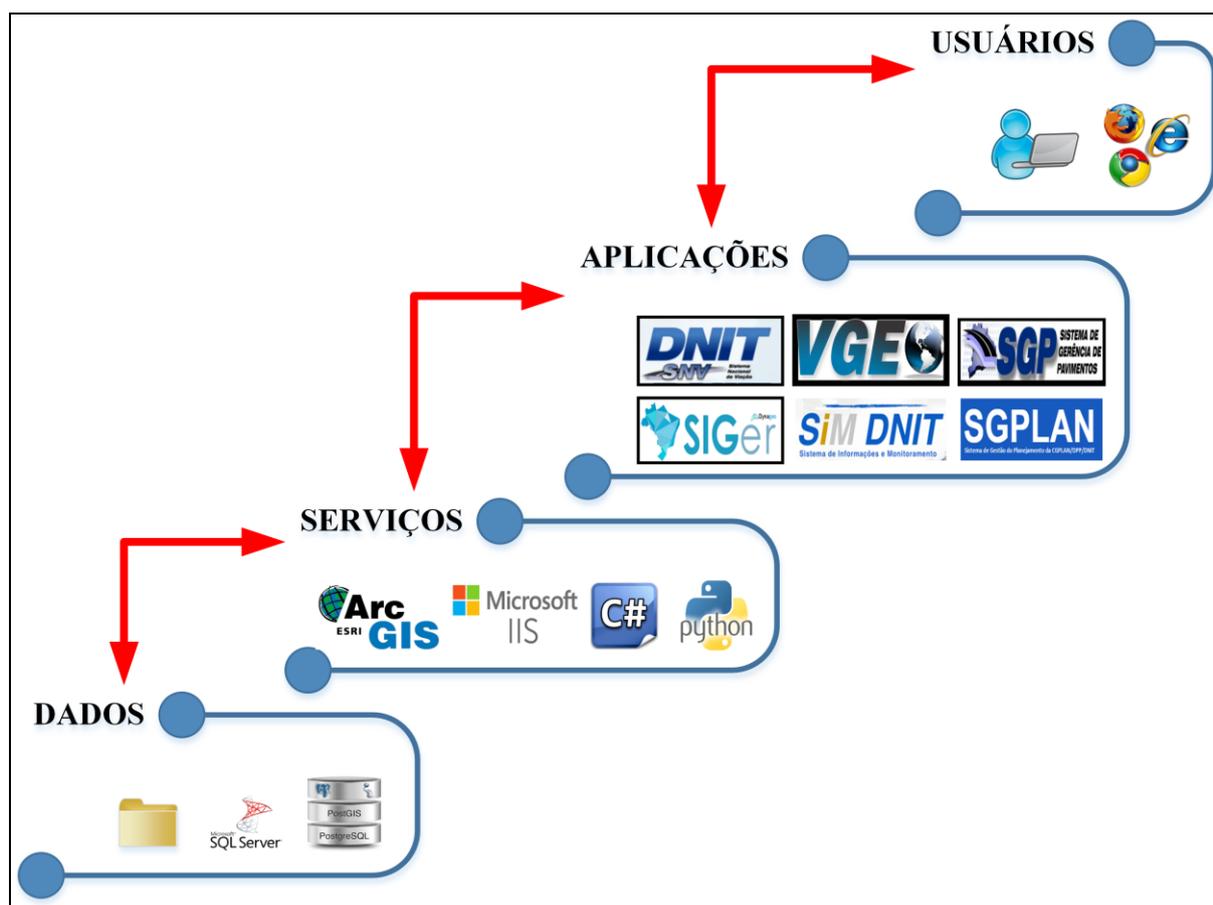


Figura 3 - Arquitetura de aplicações para disponibilização da base geográfica, com destaque para as diferentes camadas presentes na arquitetura adotada.

O cerne de uma aplicação geográfica na web é o servidor de mapas, responsável por carregar os dados geográficos e apresentá-los em formato de imagem na tela do usuário. Neste projeto, o *Arcgis Server* foi adotado como servidor de mapas principal e os dados espaciais mantidos neste servidor encontram-se disponíveis para acesso de qualquer usuário ou

aplicação em <http://servicos.dnit.gov.br/arcgis/rest/> podendo ser utilizado para incorporação em outras aplicações web.

Tal estrutura tem permitido ao DNIT disponibilizar ao cidadão e a seus colaboradores, dados e informações geográficas em tempo real, mantendo todos os interessados munidos de informação em tempo hábil e seguindo os preceitos da lei da transparência (LEI N° 12.527, 2011) e o princípio da eficiência no serviço público. Não obstante os sistemas encontram-se atualmente em fase de expansão com o objetivo de massificar o uso das tecnologias aqui adotadas e das bases de dados produzidas.

4. Visualizador de mapas interativo

Todo este arcabouço de tecnologias e dados ora mencionado é disponibilizado para o usuário por meio de um visualizador de mapas interativo, que pode ser acessado através de um navegador web padrão (Figura 4). Esta aplicação recebeu o nome de (VGEO-DNIT), trata-se de uma ferramenta desenvolvida com intuito de massificar o acesso a Geoinformação, produzida pelo DNIT, interna e externamente à autarquia. A aplicação encontra-se disponível no sítio <http://servicos.dnit.gov.br/vgeo>, podendo ser acessada por qualquer usuário, permitido desta forma o acesso universal aos dados públicos.

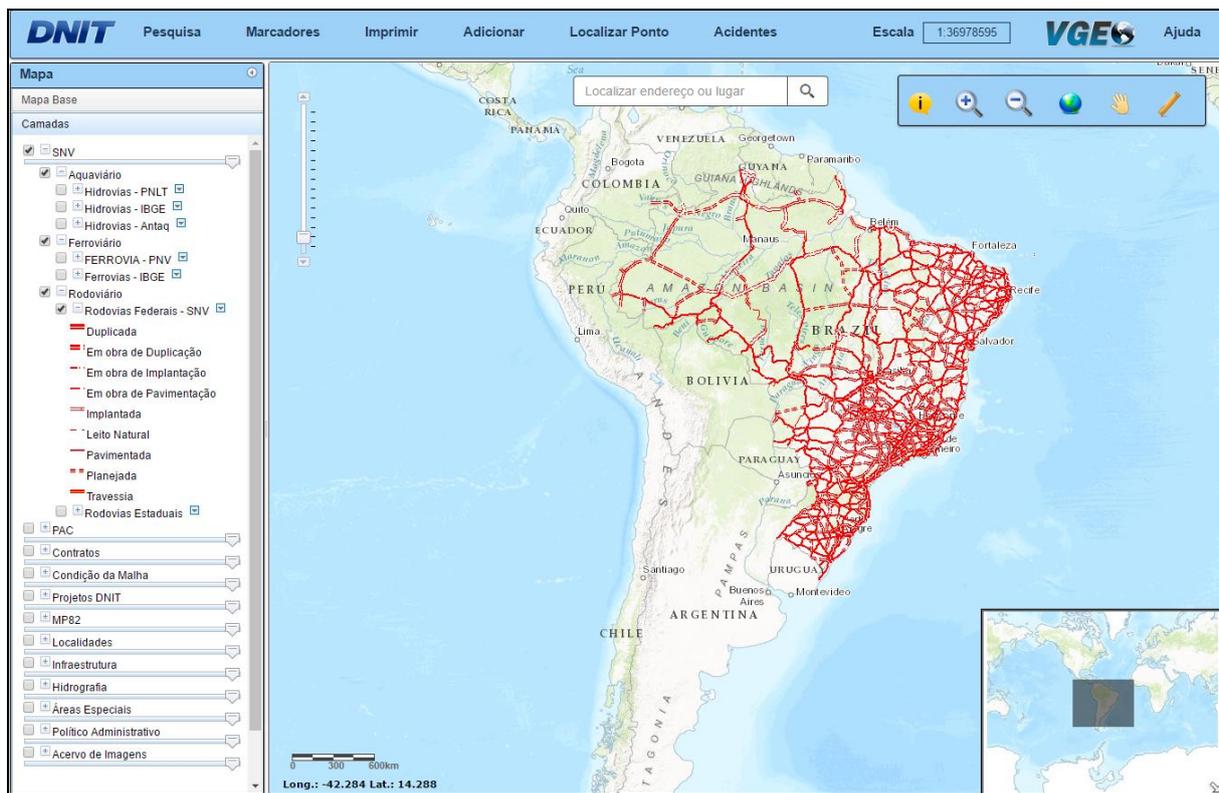


Figura 4 - Visualizador de informações geográficas do DNIT. Ferramenta para navegação nos dados geográficos de forma simplificada na web.

Trata-se de uma aplicação do tipo cliente servidor (*web map client*), desenvolvida no padrão MVC, utilizando-se a linguagem C#. A estrutura segue o padrão apresentado anteriormente na Figura 1. A apresentação dos dados é realizada a partir do padrão REST ESRI utilizando-se para tal a API (*Application Programming Interface*) ESRI para JavaScript. Tal arquitetura permite ao usuário obter informações geográficas oriundas de diversas fontes, realizar pesquisas, construir filtros dentre outras funcionalidades, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Principais funcionalidades da aplicação.

FUNCIONALIDADE	CARACTERÍSTICA
ADICIONAR	Permite ao usuário adicionar camadas em formato Shp e Kmz ao mapa
DOWNLOAD	Permite ao usuário realizar o download dos dados em formato shp e kmz
IMPRESSÃO	Permite ao usuário gerar mapas para impressão em pdf, nos formatos A3 e A4
LOCALIZAR PONTOS	Permite ao usuário localizar uma coordenada e obter a quilometragem respectiva da rodovia federal mais próxima
MOSTRAR TABELA	Permite ao usuário o acesso aos dados em formato tabular
PESQUISA	Permite ao usuário realizar pesquisas nos dados de todas as camadas disponíveis
PESQUISA SNV	Permite ao usuário realizar pesquisas na camada do Sistema Nacional de Viação
SEGMENTADOR	Permite ao usuário gerar segmentos de uma rodovia baseado na quilometragem inicial e final

Atualmente encontram-se disponíveis 47 camadas para acesso no visualizador, sendo que oito destas possuem acesso restrito. Todas as camadas possuem associado, para download, arquivos do tipo shapefile e também KML (*Keyhole Markup Language*), que permitem um acesso mais completo aos dados. A ferramenta encontra-se em pleno processo de desenvolvimento e também de utilização, sendo que no período de abril a outubro de 2016 foram realizados mais de 10.000 acessos ao visualizador.

4.1 Segmentador

Dentre as funcionalidades presentes no VGEO, pode-se destacar a ferramenta de segmentação de rodovias, desenvolvida especificamente para espacialização a partir de dados quilométricos, permitindo a compatibilização de dados, conforme já mencionado. Trata-se de um serviço web disponível em: <http://servicos.dnit.gov.br/segmentador>, que permite ao usuário ou sistema recuperar dados geográficos a partir de dados tabulares, podendo utilizar diferentes datas como referência para a espacialização dos dados. Trata-se de serviço HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) que utiliza um método POST para permitir o acesso direto a base de quilometragem das rodovias federais, tendo como retorno um objeto JSON que possui as informações necessárias tanto a simples espacialização do trecho rodoviário como também para a perfeita compatibilização desta informação com as demais bases do DNIT.

Tabela 2 – Parâmetros para utilização do serviço web de segmentação de Rodovias Federais.

	CHAVE	TIPO	DESCRIÇÃO
ENTRADA	método	post	Método HTTP da requisição
	url	string	http://servicos.dnit.gov.br/segmentador/api/values
	br	string	http://servicos.dnit.gov.br/arcgis/rest/services/DNIT_Geo/SNV/MapServer/8/query *
	uf	string	http://servicos.dnit.gov.br/arcgis/rest/services/DNIT_Geo/SNV/MapServer/8/query *
	tipo trecho	string	http://servicos.dnit.gov.br/arcgis/rest/services/DNIT_Geo/SNV/MapServer/8/query *
	km inicial	double	campo de livre inserção
	km final	double	campo de livre inserção
RETORNO JSON	type	string	tipo da feição retonada
	coordinates	string	cojunto de coordenadas
	erro	string	tipo de erro, se houver. Relacionado a quilometragem da rodovia
	nm_versao	string	versão snv
	km_final	double	km final do snv, caso o usuário insira uma quilometragem maior que a da rodovia

* Web service do cadastro rodoviário federal

5. Considerações Finais

A arquitetura orientada a serviços – adotada neste projeto – tem se mostrado eficiente e bastante escalável, não obstante, a integração com sistemas ora existentes se tornou simplificada pela adoção de um padrão de comunicação e interoperabilidade que depende de poucos ajustes na estrutura original das bases pretéritas. Estas não precisaram ser modificadas

para permitir a compatibilização como novas bases já construídas dentro de uma lógica “espacial”, ou seja, já concebidas espacialmente referenciadas.

O processo de integração, por não necessitar de grandes adaptações em sistemas legados, tem permitido a integração de forma eficiente e dentro de prazos totalmente aceitáveis. A ampliação das bases catalogadas exigirá o desenvolvimento de novas aplicações e também a integração com ferramentas de BI (*Business Intelligence*) com o fim de permitir uma maior liberdade ao usuário para “minerar” dados produzidos no Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL. Lei Nº. 12. 379. **Sistema Nacional de Viação – SNV**. De 6 de janeiro de 2011.

GUO, B.; KURT, C. E. Towards temporal dynamic segmentation. **GeoInformatica**, v. 8, n. 3, p. 265–283, 2004.

HUSTAD, E.; LANGE, C. de. Service-oriented Architecture Projects in Practice: A Study of a Shared Document Service Implementation. **Procedia Technology**, v. 16, n. 2212, p. 684–693, 2014.

IOSIFESCU-ENESCU, I.; HUGENTOBLER, M.; HURNI, L. Web cartography with open standards - A solution to cartographic challenges of environmental management. **Environmental Modelling and Software**, v. 25, n. 9, p. 988–999, 2010.

KIEL, D. *et al.* Linear Referencing System for North Carolina Department of Transportation. **Transportation Research Record**, v. 1660, n. 1, p. 108–113, 1999.

MATHIYALAGAN, V. *et al.* A WebGIS and geodatabase for Florida’s wetlands. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 47, n. 1, p. 69–75, 2005.

PAPATHEODOROU, K. *et al.* Applying dynamic segmentation and linear referencing systems over the web. v. 4, n. 3, p. 1–8, 2008.

RAUTENBACH, V.; COETZEE, S.; IWANIAK, A. Orchestrating OGC web services to produce thematic maps in a spatial information infrastructure. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 37, n. 1, p. 107–120, jan. 2013.