

## MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS A FAUNA PELAS OBRAS DE DUPLICAÇÃO DA BR-116/RS COM O AUXÍLIO DO INFOAMBIENTE

Adriano Peixoto Panazzolo (\*), Daniela Viegas, Natália Schen, Elisabeth Sampaio, Guillermo Dávila

\*STE S.A. - Serviços Técnicos de Engenharia  
adriano@stesa.com.br

### RESUMO

O presente artigo mostra como um Sistema de Informações Geográficas disponível na *Web* (*Web-SIG*), denominado como Infoambiente, auxilia os técnicos da equipe de fauna da Gestão Ambiental das obras de duplicação da BR-116/RS no monitoramento e mitigação dos impactos causados pela obra. O sistema, que foi composto por tecnologias gratuitas, permite diferentes níveis de acesso as informações, que consistem em todos dados produzidos pela equipe de fauna em formato de documentos, fotos e *layers*, que pode ser acessada tanto por técnicos quanto por fiscais, além da comunidade. Os resultados mostram que essas informações, que podem ser acessadas de qualquer computador que possua acesso a internet, vem auxiliando a equipe de fauna no planejamento das atividades e análise dos dados, os gestores na fiscalização e a comunidade no acompanhamento das atividades, bem como, disponibilizando dados atualizados sobre a fauna da região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Infoambiente, Fauna, Gestão Ambiental.

### INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar de que forma o Infoambiente auxilia os técnicos, fiscais, empreiteiros e a comunidade em geral, no monitoramento e mitigação dos impactos ambientais causados pelas obras de duplicação da BR-116/RS. O Infoambiente é um Sistema de Informações Geográficas (SIG) disponível na *Web* acrescido de um gerenciador de documentos. O sistema foi criado, por solicitação do contratante, para acompanhar as ações da Gestão Ambiental e avanço das obras, através de informações georreferenciadas disponíveis em qualquer local que tenha acesso a internet.

Informações georreferenciadas são aquelas que, segundo Pontes (2002) permitem organizar e sobrepor diferentes dados acerca de uma região específica em estudo, como, por exemplo, o subtrecho em pauta da BR-116 e os limites dos municípios por ela interceptados. Ainda conforme o mesmo autor, esta técnica é atualmente bastante utilizada, pois permite realizar inter-relações e análise acerca de um mesmo espaço físico.

A fase de implantação/duplicação de rodovias pode causar diversos impactos ao meio ambiente através de ações geradoras (aspectos ambientais) como a implantação dos canteiros de obras, do desmatamento e limpeza do terreno, abertura de caminhos de serviço, terraplenagem, utilização de empréstimos e bota-foras, da drenagem e da exploração de materiais de construção (FLOGLIATTI *et al.*, 2004). Por isso, a Gestão Ambiental de Rodovias visa implantar medidas, ao longo da instalação do empreendimento, que compensem, minimizem ou evitem esses impactos ambientais.

Com esse objetivo, no que se refere às obras de implantação da BR-116/RS, o empreendedor denominado Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) contratou, através de concorrência pública, a empresa STE S.A. - Serviços Técnicos de Engenharia para a execução da atividade. O trabalho consiste em gerenciar, supervisionar ou executar os Programas Ambientais contidos no Plano Básico Ambiental (PBA) através da supervisão e gerenciamento de programas realizados pelas construtoras e da execução dos programas ambientais de responsabilidade da consultora.

Inicialmente o Infoambiente foi criado a fim de atender o Termo de Referência (TR) de contratação dos serviços de Gestão Ambiental, que demandava um SIG *Web* com acesso as informações por parte dos interessados situados em diferentes locais. O sistema tornou-se uma importante ferramenta na gestão das informações produzidas pela Gestão Ambiental, tanto para a própria gestora, como os demais envolvidos, entre eles a comunidade, que consegue acompanhar as ações realizadas pelo empreendedor.

O Infoambiente disponibiliza um grande volume de informações, utilizando geotecnologias livres, já que estas podem ser empregadas para organizar e espacializar dados referentes a qualquer trabalho intrínseco a um recorte territorial. Apesar da crescente utilização desse tipo de sistema, por parte dos órgãos estatais, com vistas à disponibilização de dados, que são públicos, esse tipo de serviço ainda é deficiente, principalmente devido a carência de recursos para aquisição de programas comercializados e de profissionais com domínio tecnológico para programação integrada de aplicativos que utilizam esse tipo de ferramenta (PIMENTA *et al.*, 2012).

Através dessa tecnologia, os servidores de mapas proporcionam aos usuários uma interação com as informações disponibilizadas, além de realizar consultas em diferentes níveis de complexidade (PIMENTA *et al.*, 2012). A utilização desse tipo de sistema vem se intensificando e está contribuindo para popularizar as informações geográficas no Brasil.

Na BR-116/RS, os programas ambientais relacionados à fauna são executados pela própria consultora, sendo eles: Programa de Monitoramento de Fauna e Bioindicadores (PMFB), Programa de Monitoramento e Controle de Atropelamentos de Fauna (PMCAF) e, como atividade do Programa de Controle de Supressão da Vegetal (PCSV), as atividades de Resgate de Fauna, que acompanha as frentes de supressão da vegetação a fim de afugentar ou resgatar a fauna desabrigada em decorrência da supressão, bem como a identificação de ninhos.

Através do Infoambiente, a espacialização das informações geográficas, fotográficas ou documentais referentes aos programas mencionados, auxilia no planejamento estratégico das atividades de campo e no aperfeiçoamento da metodologia das campanhas realizadas para coleta de amostras, proporcionando vantagens no monitoramento, mitigação e prevenção dos impactos ambientais. Esses dados, combinados com os dados geográficos e quali quantitativos dos demais programas, base cartográfica da região e o avanço das obras, permitem análises relacionadas aos resultados das campanhas de amostragem de fauna em conjunto com dados como a supressão da vegetação, níveis de ruídos, localização de Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas úmidas, entre outros.

## METODOLOGIA

### LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O subtrecho da BR-116/RS em questão se situa no leste do estado do Rio Grande do Sul (RS) estendendo-se de Guaíba (Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA) até Pelotas, no sul do estado. Especificamente, inicia no entroncamento entre a BR-116 e a RS-703, em Guaíba, finalizando junto ao acesso a Pelotas na ponte sobre o Arroio Pelotas, com 211,22 km de extensão. A localização do mesmo pode ser consultada na Figura 1.

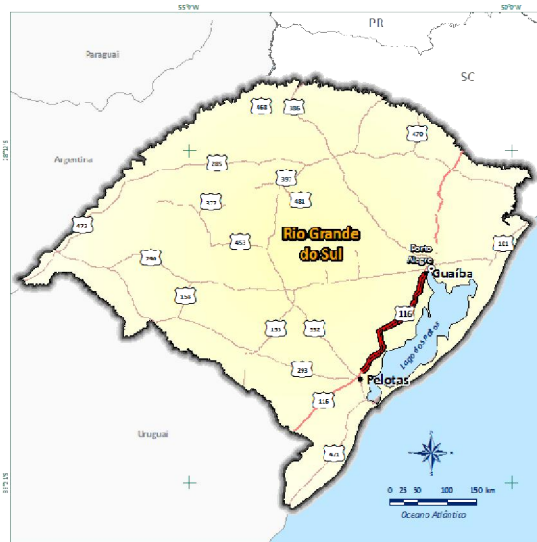


Figura 1. Localização do subtrecho em estudo. Fonte: Autores do trabalho.

O empreendimento corta os municípios de Guaíba, Barra do Ribeiro, Mariana Pimentel, Tapes, Sentinela do Sul, Arambaré, Camaquã, Cristal, São Lourenço do Sul, Turuçu e Pelotas. Este subtrecho é conhecido no estado pelo considerável fluxo de caminhões que transportam grande parte da produção agrícola do estado em direção ao porto de



Rio Grande. A duplicação deve melhorar as condições de tráfego diminuindo a ocorrência de acidentes, bem como, atenuar o tempo de trafegabilidade até o porto de Rio Grande favorecendo o crescimento econômico estadual.

#### DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

A interface do sistema está organizada por um mapa da área de estudo, com imagens de satélite da região como plano de fundo, possuindo na lateral esquerda uma árvore de dados onde se pode encontrar, entre outros, os dados referentes aos programas ambientais, que podem ou não ser carregados no mapa central.

Nos PMFB e PMCAF os dados referentes aos programas estão separados em Documentos, Fotos e *Layers*, já no Programa de Supressão da Vegetação, os dados referentes ao Resgate de Fauna, compõe uma subpasta, igualmente separada por Documentos, Fotos e *Layers*. Esses dados estão disponíveis ao público para visualização, sendo que os arquivos em formato *Portable document format (pdf)* permitem *download*.

O PMFB tem como objetivo geral monitorar a fauna da região nas distintas fases da obra, subsidiando ações que mitiguem os possíveis impactos causados à mesma e promovendo a conservação das espécies. Desta forma conscientiza-se também a comunidade da área de influência do empreendimento. Os dados são obtidos bimestralmente em campanhas de diagnósticos realizadas sobre a área de influência do empreendimento, amostrando peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos. A cada campanha são geradas e disponibilizadas no sistema informações através de análises quali-quantitativas e a visualização georreferenciada dos dados sobre a respectiva área amostral, além de álbum fotográfico das espécies encontradas e resumo dos resultados das campanhas.

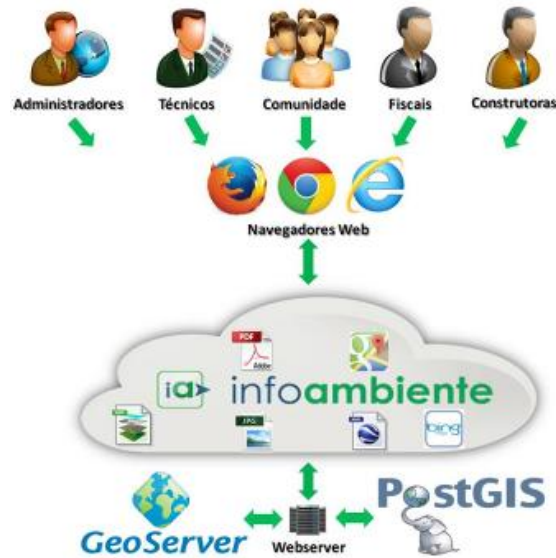
O PMCAF inventaria as espécies (vertebrados terrestres) atropeladas, buscando identificar os trechos com maior número de atropelados, identificando e planejando estratégias para mitigação dos impactos gerados pela duplicação. Os animais atropelados são identificados, fotografados e georreferenciados e, após tratamento, os dados encontram-se disponíveis no Infoambiente através de listas de espécies encontradas ao longo das campanhas, como também, álbum fotográfico.

Já os resgates de fauna, que ocorrem essencialmente junto às frentes de supressão vegetal, objetivam reduzir o impacto gerado pela perda de habitat decorrente do desmatamento da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento. Um técnico de fauna acompanha as atividades de supressão e, caso sejam encontrados animais na área, os mesmos são afugentados, capturados e após soltos em local seguro ou resgatados e encaminhados a clínicas veterinárias ou Centros de Triagens de Animais Silvestres (CETAS) conveniados, nos casos de animais feridos. Essas atividades dão origem a resumos (no sistema) contendo uma breve descrição mensal das atividades, acompanhada de registro fotográfico e dos *layers* com georreferenciamento dos pontos onde houve contato com os animais.

Todas as informações geradas podem ser sobrepostas no Infoambiente possibilitando ajustes nas metodologias de campo, oferecendo ainda uma visão de toda área do empreendimento. Dessa forma, o sistema contribui no auxílio à escolha das medidas de mitigação, minimização ou compensação de impactos ambientais.

Para o desenvolvimento interno do Infoambiente foi utilizado o método conhecido por *Spiral Development* (Desenvolvimento Espiral). Esse método possui quatro etapas, a saber: análise, estimativa, desenvolvimento e planejamento, as mesmas contemplam o desenvolvimento do sistema, oportunizando iterações de desenvolvimento. Cada ciclo completo representa uma iteração, sendo o mesmo correspondente a execução das quatro etapas, o sistema é composto por diversas iterações.

A arquitetura final do Infoambiente é distribuída, o que significa que é composta por diversos serviços que ocasionam o processamento de tarefas do sistema de forma descentralizada. Os serviços distribuídos do Infoambiente são compostos pelo *Geoserver*, *PostgreSQL* e *Apache Tomcat* estruturados conforme Figura 02.



**Figura 02 - Arquitetura do Infoambiente. Fonte: Autores do trabalho.**

Conforme pode ser visto na Figura 02, a arquitetura do sistema consiste basicamente em diferentes níveis de acesso ao usuário final, que precisa de um computador com internet para entrar no sistema que possui, por trás de sua interface, o *Webserver*, *Geoserver* e *Postgre SQL*. A linguagem utilizada para desenvolvimento dessa aplicação é a *Personal Home Page* (PHP) acompanhada por Interfaces de Programação de Aplicativos (*Application Programming Interface - APIs*).

O usuário final que acessa o sistema possui diferentes permissões, de acordo com o nível de acesso, solicitado através do TR. Existem usuários administradores, técnicos, fiscais, construtoras e o público em geral, que não possui usuário específico. Para o público em geral, são disponibilizados os documentos depois de aprovados e concluídos, basicamente, ao passo que os usuários com senha trocam arquivos e informações a serem aprovadas, revisadas ou estudadas e podem editar os dados.

Os navegadores compatíveis com o sistema são o *Mozilla Firefox* e o *Google Chrome*. Não existe uma configuração de máquina específica para acessar o sistema. O sistema permite aos usuários com acesso restrito realizarem a exportação dos atributos dos *layers* através de planilha em formato *excel* e exportar os *layers* para visualização no *Google Earth* (*Keyhole Markup Language - kml*), além disso, os mesmos também podem utilizar ferramentas disponibilizadas ao público em geral como *download* de fotos, arquivos em formato *pdf* e alteração da imagem de fundo do sistema de acordo com a necessidade.

O *Web Server* é responsável por hospedar a aplicação e disponibilizá-la no sistema, já que esta é composta por um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) e um servidor de aplicação. O SGBD é o *PostGre SQL*, acompanhado de sua extensão espacial (*PostGIS*), ambos são responsáveis principalmente por armazenar os dados, e o Servidor de Aplicação é o *Geoserver*, que é escrito no linguagem Java, ele possibilita aos usuários compartilharem e editarem dados geoespaciais.

A descrição da arquitetura do sistema anteriormente foi descrita por Pimenta *et al.* (2012), o mesmo coloca que a oferta das ferramentas mencionadas para o público em geral ainda é deficiente, já que, empresas ou órgãos que tratam de questões ambientais ou de engenharia, nem sempre dispõe de recursos humanos que tenham domínio de tantas tecnologias, necessárias a compor um sistema como o Infoambiente. Entretanto, destaca-se que apesar da de certa complexidade para desenvolvimento o sistema em pauta possui interface e ferramentas amigáveis e de fácil manipulação.



## RESULTADOS OBTIDOS

O Infoambiente vem se mostrando uma ferramenta eficaz no que diz respeito a organização, análise e disponibilização de dados, o mesmo pode ser acessado através do endereço eletrônico [www.infoambiente.stesa.com.br](http://www.infoambiente.stesa.com.br). Os resultados obtidos através dos programas relacionados à fauna podem ser consultados por meio de Documentos, Fotos e *Layers* em cada um dos programas ou ainda, em maior detalhe nos relatórios enviados ao órgão ambiental, também disponíveis no sistema. A Figura 3 ilustra a interface do sistema.

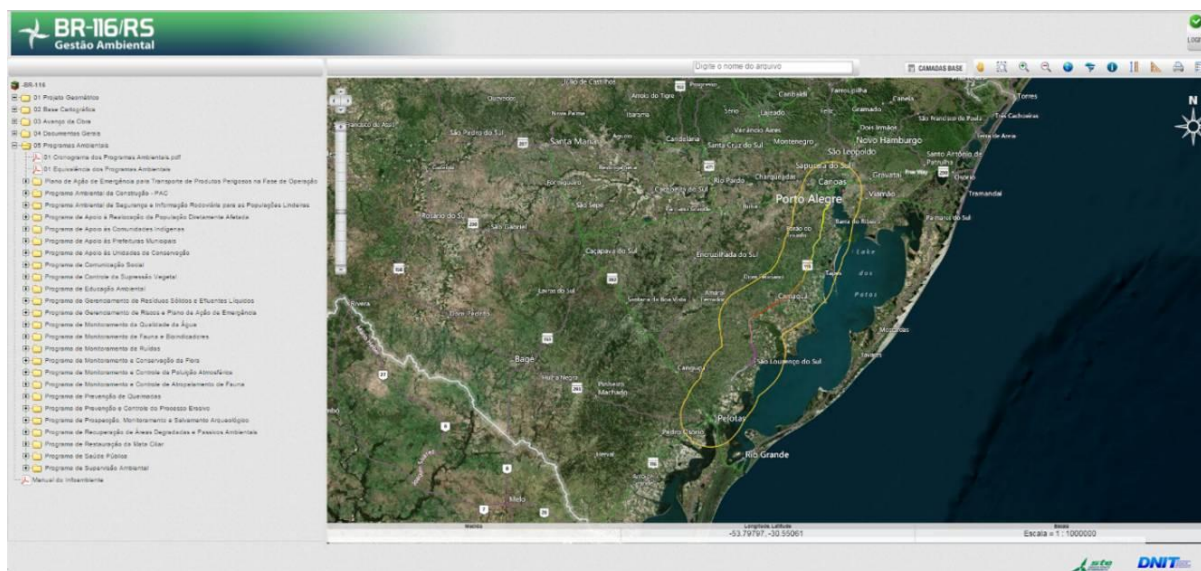


Figura 3 - Interface do sistema. Fonte: Infoambiente.

Os dados no sistema são disponibilizados de acordo com o nível de usuário, no caso do público em geral, são disponibilizados os arquivos já aprovados pela fiscalização (empreendedor e fiscal ambiental). Para usuários com acesso através de usuário e senha, os dados podem ser obtidos em formato *xls* e *kml*, para visualização no *Google Earth*. Os documentos contemplam resumos e dados em formato *pdf*, as fotos consistem no registro fotográfico do programa em questão e os *layers* localizam, geograficamente, os locais ou áreas onde foram realizadas campanhas, ou ainda, base cartográfica da região, projeto da rodovia e avanço mensal das obras.

Cabe destacar que os *layers* permitem, além da localização geográfica do local (ponto), segmento (linha) ou área (polígono) obter informações como o número da campanha na qual foi obtido, quais foram os resultados qualitativos para aquele local, segmento ou área, além de outras informações. Cabe destacar que, esses *layers* quando exportados, para os usuários com acesso restrito, para o formato *xls*, dão origem a relatórios que contemplam todos os locais amostrados com seus respectivos resultados, bem como, podem ser exportados para visualização no *Google Earth (kml)*.

As imagens de satélite disponíveis através do *Google Earth* ou *Bing Maps* que podem ser visualizadas no sistema, juntamente com o mapeamento do uso do solo, disponível na pasta "Base Cartográfica", e com as ferramentas de medição de área e distância (encontradas no menu na parte direita superior da interface do sistema) auxiliam, entre outros, na determinação das áreas amostrais do PMFB. Na Figura 4 essas informações podem ser observadas.

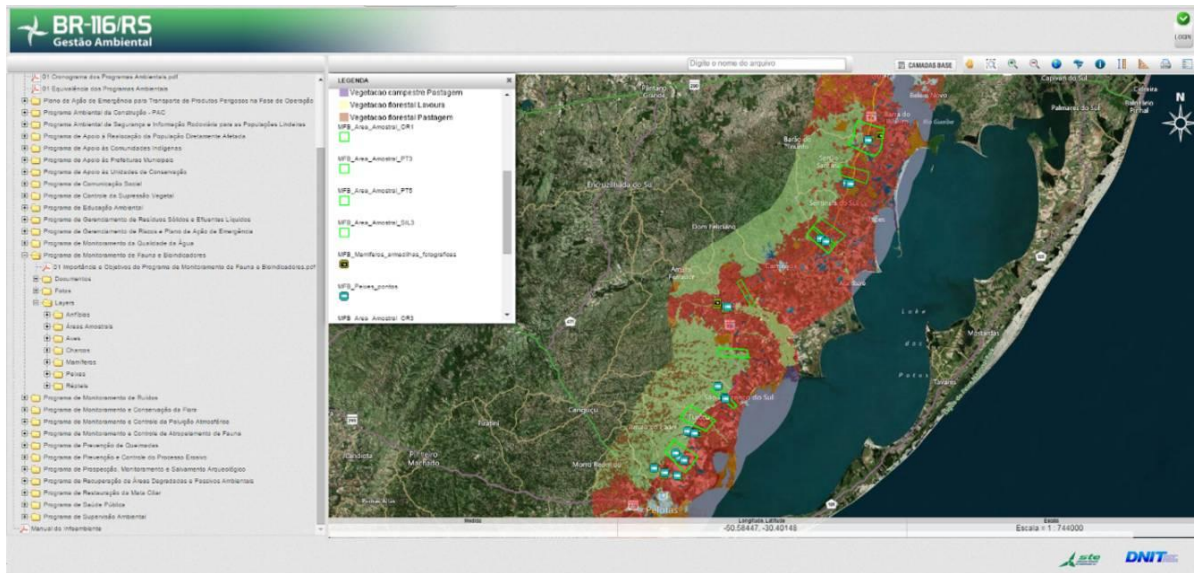


Figura 4 - Dados do programa de PMFB e Uso do solo. Fonte: Infoambiente.

O sistema permite também visualizar as zonas de maior intensidade e agregação de atropelamentos (*hotspots*) e sua sobreposição com as espécies da fauna atropelada, a fim de descrever a estrutura da comunidade impactada, definir a sua relação com as medidas mitigadoras implantadas (passagens de fauna) e características paisagísticas locais (ocorrência de ambientes de importância para a conservação como matas ciliares, corredores de vegetação, etc.), como se pode observar na Figura 5. Já os dados de resgate de fauna são comparados com os locais de supressão da vegetação a fim de analisar em quais frentes foram encontradas maiores quantidades de espécies.

O estudo desses parâmetros pode indicar a necessidade de medidas que manejem o ambiente de forma que ele se torne mais saudável, como também, interligar informações aos programas através da sobreposição de *layers* para identificar possíveis sinergias. Permite verificar como ficaram áreas de vulnerabilidade ambiental para a fauna, a fim de evitar impactos nesse tipo de local, dessa forma, o Infoambiente auxilia na orientação das ações básicas do programa ambiental.

Já quanto ao PMCAF, dados provenientes das análises multidisciplinares que o sistema proporciona, envolvendo, por exemplo, a hidrografia, encontrados na pasta "Base cartográfica", em conjunto com os pontos de atropelamento encontrados na pasta de *layers* de tal programa, são correlacionados e analisados de forma conjunta, facilitando o entendimento de possíveis *hotspots*, que também são encontrados na pasta de *layers*, influenciados pela presença da fauna nestes locais onde há cursos hídricos. A Figura 5 apresenta a hidrografia, *hotspots* e passagens de fauna classificadas quanto ao sua situação em relação a implantação.

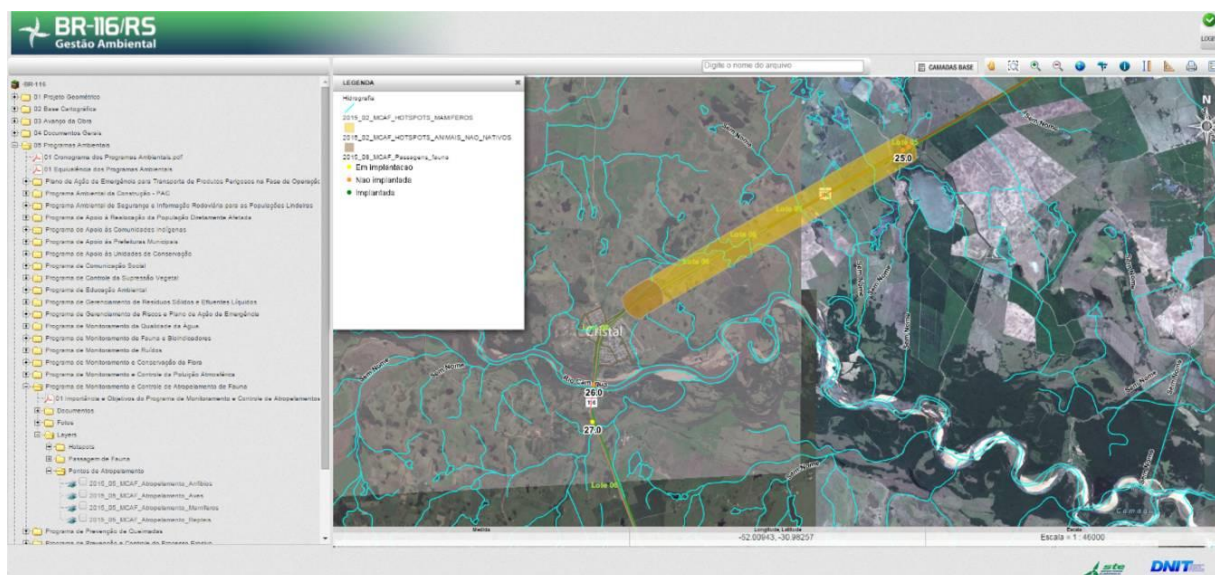


Figura 5 - Dados do programa de PMCAF e Hidrografia. Fonte: Infoambiente.

O sistema ainda torna possível a visualização dos atropelamentos por grupo animal, assim, a identificação das prioridades comuns aos diversos grupos pode ser otimizada, as indicações de medidas mitigadoras apropriadas podem ser estudadas no sentido de reduzir os impactos dos atropelamentos, como as passagens de fauna projetadas, que podem ser encontradas nesse mesmo programa.

Esses dados também podem ser relacionados com o programa de educação ambiental, podendo ser utilizado com o intuito de transmitir conhecimento atualizado e de qualidade aos estudantes sobre a fauna da região. As informações também podem ser utilizadas pelo programa de comunicação social, onde, através dos boletins informativos a população pode encontrar informações sobre a fauna da região, animais em extinção e locais com maior número de atropelamentos a fim de minimizá-los.

## CONCLUSÕES

O Infoambiente vem se mostrando uma importante ferramenta para planejamento e gestão de dados relacionados a Gestão Ambiental. A utilização do sistema é realizada por usuários com diferentes níveis de acesso (administrador, técnico, fiscal, empreiteiros a comunidade) a partir de diversos locais, desde que com acesso a internet, permitindo com que todos trabalhem em um ambiente com a mesma informação.

O sistema proporciona a identificação de padrões espaciais que permitem o aprimoramento dos dados coletados a campo e também disponibiliza aos técnicos acesso a essas informações, seja em campo ou em escritório. Cabe salientar que o sistema é desenvolvido com utilização de tecnologias livres e possui limitações frente a ferramentas de soluções pagas, principalmente no que se refere a celeridade.

Deste modo, consiste em uma solução tanto para as atividades de campo quanto para escritório, com vistas à melhoria e customização de metodologias e a atenuação dos impactos ambientais gerados por obras rodovias, subsidiando a tomada de decisão. Disponibiliza ainda a comunidade um banco de dados atualizados e completo sobre a fauna da região, que pode ser utilizado para fins de educação, pesquisa, licenciamento e conservação ambiental.

Pode-se dizer que o sistema tem se mostrado muito útil para consulta, visualização e *download* de dados referentes a Gestão Ambiental, auxiliando os técnicos no desenvolvimento de suas atividades, os gestores no fiscalização das ações desenvolvidas pela Gestão Ambiental, obtenção de dados e documentos e a comunidade em geral no acompanhamento do avanço das obras, atividades de gestão ambiental e conhecimento a cerca da fauna da região. O sistema permite ainda a visualização integrada do projeto geométrico, dados relativos aos programas ambientais e caracterização da área na qual está se inserindo o empreendimento, otimizando assim o tempo dos fiscais, o que contribui para o melhor aproveitamento dos recursos públicos.



## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. FOGLIATTI, Maria Cristina; FILLIPO, Sandro; GOUDARD, Beatriz. Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte – Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
2. PIMENTA, F. M.; LANDAU, E. C.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. Servidores de mapas: programação para disponibilizar dados geográficos multidisciplinares utilizando tecnologias livres. Brasília, DF: Embrapa; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 216 p. il.
3. PONTES, M. A. G. Gis e Geoprocessamento. Topografia. Faculdade de Engenharia de Sortocaba (FACENS). Sorocaba / SP, 2002. Disponível em:<[ftp://www.cefetes.br/Cursos/Geomatica/Adelson/Sensoriamento\\_Remoto/apostila\\_Geoprocessamento\\_2.pdf](ftp://www.cefetes.br/Cursos/Geomatica/Adelson/Sensoriamento_Remoto/apostila_Geoprocessamento_2.pdf)> Data 17 de setembro de 20015.