

# Plano de gerenciamento de recursos hídricos

## *Water resources management plan*

Glauco Maia\*  
Jorge Xavier da Silva\*\*  
Tiago Marino\*\*\*

### Resumo

Com a missão de fornecer dados confiáveis para as atividades de suprimento de água nas operações de combate a incêndios de médio e grande porte, o Grupo Tático de Suprimento de Água para Incêndio (GTSAI) representa um braço importante do apoio estratégico do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro. Agindo de forma proativa, o GTSAI elaborou o Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos, com objetivo de levantar, dentro de cada jurisdição de grupamento de bombeiros da cidade do Rio de Janeiro, os recursos hídricos que possam auxiliar o Corpo de Bombeiros durante as missões. Para alcançar esse objetivo, por meio de técnicas de geoprocessamento, realizou uma associação com o LAGEOP (Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ). O Plano acima citado prevê o cadastro do poder operacional existente dentro de cada grupamento (efetivos, viaturas e equipamentos específicos, juntamente com conhecimento sobre a natureza e condições de funcionamento de hidrantes). Pressupõe ainda um levantamento detalhado das áreas ditas “críticas” (hospital, igreja, escola, indústria química, entre outras), que apoie as ações relativas a desastres ambientais em que elas estejam envolvidas. A área de aplicação definida inicialmente foi o bairro do Caju, sendo a primeira jurisdição a ter o sistema implementado, seguida pelos bairros de Copacabana, Leblon, Lagoa e Catete, que já estão atualmente com suas bases instaladas.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Gestão e logística emergenciais.

### Abstract

With the mission of providing reliable data for water supply activities in medium and large firefighting operations, the Firefighting Water Supply Tactical Group (GTSAI) represents an important sector of the Rio de Janeiro State Fire Department

\* Graduando em Geografia e bolsista da FAPERJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

\*\* Professor Emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ e Consultor da Reitoria da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

\*\*\* Professor da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ e Doutorando do NCE/ Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

strategic support. Acting proactively, the Tactical Group prepared a Water Resources Management Plan, aiming to set up water resources for each jurisdiction of firefighters in the City of Rio de Janeiro, in order to assist the Fire Department in its missions. This goal was reached, and in association with LAGEOP (Geoprocessing Laboratory, UFRJ), the Tactical Group started using GIS techniques. The plan provides for the register of existing operational structures within each group (troops, vehicles and special equipment, along with knowledge about the nature and operating conditions of fire hydrants), as well as a detailed survey of areas considered to be "critical". The survey helps to support actions related to environmental disasters involved in the aforementioned critical areas (hospital, churches, schools, and chemical industries, among others). The Caju neighborhood, in Rio de Janeiro, was defined as initial application area, and was the first jurisdiction to have the system implemented, followed by Copacabana, Leblon, Lagoa, and Catete districts.

**Key words:** Geoprocessing. Emergency Management and Logistics.

### **Introdução**

A coleta de dados, cada vez mais numerosos e diversificados, traz à tona o problema de se apresentarem esses registros de ocorrência de natureza variada sob várias formas numéricas, textuais e trazidas por diferentes mídias. Com o crescimento maciço de dados, tornam-se necessários meios de organizá-los, tratá-los e apresentá-los em seu contexto para obter o conhecimento da realidade, ou seja, transformar os dados em informação. A falta de dados, antes considerada um grande obstáculo, um impedimento para ações e investigações, hoje dá lugar ao excesso de dados, abrangendo muitas variáveis e exigindo cautela para manter as pesquisas voltadas para os objetivos colimados, a fim de que não se produza uma investigação densa sobre um assunto de relevância restrita. No caso das investigações aqui relatadas, dirigidas para o apoio à decisão em operações de combate a emergências ambientais, é preciso entender de forma clara os fatores envolvidos nas missões, de forma que o curso das ações a serem executadas seja corretamente apoiado, sem excessos poluentes de dados, sempre visando à minimização de perdas materiais ou humanas.

Os problemas de logística emergencial são numerosos e as decisões relativas às iniciativas a serem tomadas frente a uma emergência ocorrem em um ambiente de incerteza que normalmente cerca a ocorrência de problemas de defesa civil. Como a localização específica de emergências ambientais, em princípio, pode estar situada em qualquer ponto da jurisdição de um quartel, é forçoso que exista o maior conhecimento possível sobre sua área de abrangência. Este conhecimento é, no caso, fundamentalmente,

dirigido aos recursos hídricos disponíveis e quais são os pontos críticos que deverão exigir atenção especial (hotéis, hospitais, asilos). A logística emergencial deve considerar como estão as entidades distribuídas no terreno. Essa é a informação essencial para definir relações de proximidade entre o local da emergência e os locais com recursos hídricos disponíveis (hidrantes, cisternas, piscinas, lagos e rios são exemplos), ao que se devem somar as proximidades eventuais relativas a pontos críticos (creches, hospitais, asilos, prisões). O caráter aleatório da ocorrência de emergências exige um mapeamento prévio dessas entidades, ao que se soma o conhecimento da rede de circulação viária, o qual pode ser usado em cálculos de melhores trajetórias em termos de tempo. Ficam, assim, corretamente conjugadas a utilização de uma logística preventiva, associada à manutenção da informação contida na base de dados, com os clássicos e, por vezes dramáticos, aspectos da logística emergencial, sempre exercida em ambiente de algum nível de incerteza.

Assim, parceria firmada entre o LAGEOP/UFRJ e o GTSAI objetivou, de uma forma geral, a transferência de tecnologia do LAGEOP/UFRJ para o GTSAI do CBMERJ, referente à criação de um eficiente sistema de informação. Especificamente visou ao levantamento dos recursos hídricos disponíveis de cada jurisdição, juntamente com a identificação dos chamados pontos críticos, bem como à criação de bases de dados georreferenciados, através de versão especial do programa VICON/SAGA, referentes às jurisdições de quartéis do CBMERJ e de um sistema de informação territorial habilitado para inspeções verticais (direção de comando) e transversais (direção de cooperação interquartéis).

### **Embasamento teórico**

O embasamento teórico para a criação deste programa foi desenvolvido no LAGEOP/UFRJ. Ao considerar as relações entre um evento e as entidades que por ele possam ser afetadas, a metodologia de varredura e integração locacional adotada Xavier-da-Silva (2001) permite a construção de uma estrutura de dados simplificada e diretamente útil como apoio à decisão. Os conceitos de entidade e evento como primitivas ambientais mostram o seu valor pragmático, deixando de ser simples considerações axiomáticas. Essas construções teóricas associadas às dimensões espaço e tempo definem de imediato, no referencial adotado, as relações espaciais entre, por exemplo, um incêndio, pontos críticos e corpos líquidos (possivelmente disponíveis) próximos a ele. Pode-se acrescentar que, no exemplo, o conhecimento objetivo da realidade ambiental foi usado em um quadro de logística emergencial, nada impedindo, entretanto, o uso desta perspectiva metodológica em situações de logística preventiva, como é o caso, no exemplo acima citado, das provisões para manutenção adequada da

rede de hidrantes. Em ambos tratamentos logísticos, priorizações e decisões importantes (ou mesmo cruciais, nos desastres ambientais) quanto ao uso de efetivos, equipamentos e instalações podem ser feitas com um mínimo de racionalidade. Os conceitos que foram operacionalizados neste trabalho, ou seja, ordenados para conseguir os resultados obtidos, serão sumariamente apresentados a seguir.

Segundo Xavier-da-Silva (2001) fenômeno é uma alteração perceptível da realidade, enquanto que dado é um registro de ocorrência de um fenômeno, e informação é o ganho de conhecimento adquirido pela colocação, dos dados em adequada posição no referencial adotado, que pode ser um mapa, uma fórmula ou mesmo um texto. Dessas definições decorre, forçosamente, que a pesquisa consiste, exatamente, na transformação de dados em informação. No caso do exemplo citado, a velocidade de transformação deve ser alta, existindo casos em que essa exigência de rapidez não se verifica. Ainda dentro da defesa civil, esse é o caso da geração de planos de contingência quanto a desastres de diversas probabilidades e intensidades de ocorrência.

Ainda segundo Xavier-da-Silva (2001), a entidade é um fenômeno perceptível como estável, segundo a escala temporal de registro adotada, embora esteja lentamente oscilando em torno de condições médias relativas a seus atributos, como é o caso de um solo apresentando diferentes condições de temperatura e umidade ao longo de um ano. Geralmente a escala temporal adotada é a escala humana (anos). A entidade é, em consequência, um elemento de percepção mais facilmente associável à dimensão espaço. Por outro lado, o evento é um fenômeno percebido, segundo a escala temporal de registro adotada, como rapidamente oscilante em torno de uma condição média, condição esta em rápida alteração. É um elemento de percepção mais facilmente associável à dimensão tempo. O exemplo de um incêndio é emblemático.

O autor ainda conceitua Geotopologia e Geoprocessamento. Geotopologia consiste em "...investigar sistematicamente as propriedades e relações posicionais dos eventos e entidades representados em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação..." (XAVIER-DA-SILVA; ZAIDAN, 2004, p. 20), segundo o qual são estudadas suas propriedades, "que podem ser posicionais (adjacência e proximidade), intrínsecas (cor, valor entre outras) ou relacionais (dependência, antecedência e equivalência)" (XAVIER-DA-SILVA, 2010, Comunicação Oral). Por Geoprocessamento, o referido autor entende ser "...um conjunto de conceitos, métodos e técnicas erigido em torno do processamento eletrônico de dados (que opera sobre registros de ocorrência) georreferenciados, analisando suas características e relações geotopológicas para produzir informação (que é um acréscimo de conhecimento) (XAVIER-DA-SILVA, 2001 apud XAVIER-DA-SILVA, 2009, p.42).

## Metodologia

Quanto ao desenvolvimento dos trabalhos referentes a este texto, eles são divididos em duas partes: atividades dirigidas a permitir o uso eficiente da metodologia preconizada pelo LAGEOP/UFRJ (Varredura Analítica e Integração Locacional – VAIL): aconselhamentos quanto a escolhas de escalas, abrangências territorial e taxonomica, e maciça programação. O segundo grupo de atividades compreendeu a geração das bases de dados georreferenciados dos quartéis, nas quais seja possível, em qualquer lugar da jurisdição de um quartel, identificar a presença de uma entidade ou evento com o rigor necessário para a atuação da defesa civil.

As entidades envolvidas foram classificadas e identificadas no âmbito de cada quartel e podem ser classificadas segundo diversos graus de relevância, diferenciando locais com depósitos de explosivos, combustíveis, áreas florestadas, que são locais propícios ao agravamento da situação de emergência, de locais como praças e comércio, de menor gravidade, e locais como asilos, hospitais e creches, locais críticos devido a suas necessidades de evacuação. Vale repetir que essa classificação de entidades relevantes permite, com certa facilidade, a priorização de decisões como solicitar auxílio, evacuar locais julgados prioritários, ou seja, considerar diversos aspectos táticos de uma situação de emergência.

Como pode ser depreendido de parágrafos anteriores, a metodologia denominada VAIL permite o foco imediato sobre o que é relevante na área afetada por uma emergência.

Ela está empregada pelo programa VICON/SAGA na localização de hidrantes e pontos críticos no local da emergência e áreas vizinhas. Uma base de dados georreferenciados foi criada pelos quartéis envolvidos na aplicação do programa. Essa atuação de caráter preventivo, condição necessária para o funcionamento do programa, se fez através da transmissão, pelo LAGEOP/UFRJ, com o apoio decisivo do GTSAI, das técnicas de entrada de dados para os quartéis.

É importante lembrar que o VICON/SAGA, programa desenvolvido no Laboratório de geoprocessamento da UFRJ (LAGEOP) e suporte do projeto, pode ter inúmeras aplicações. A presente aplicação a problemas de Defesa Civil, particularmente a incêndios, tem características de utilidade pública e o aprendizado acadêmico oriundo dessa iniciativa poderá ser base para outras extrapolações.

O VICON/SAGA direcionado ao Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos já se encontra aplicado experimentalmente à área piloto da jurisdição do batalhão de Copacabana (19° OBM), com a qual têm sido identificadas as adequações do projeto. Poderá, então, ser difundido entre os demais agrupamentos da corporação.

Com o presente projeto, que consolidará a operacionalização do programa na cidade do Rio de Janeiro, ter-se-á criado uma base para a extensão do sistema a todo o estado do Rio de Janeiro. Para atendimento a essa possibilidade, todo o sistema está sendo projetado e programado de forma flexível, a fim de permitir sua adequação às necessidades de cada região. Uma característica importante desse programa é a de permitir circulação da informação em duas direções: a) direção horizontal (ou transversal, segundo entendem alguns pesquisadores, como a Professora Alba Maria F. Rossi, Coordenadora Geral de Programas de Apoio à Formação e Capacitação de Docentes da Educação Básica) que é uma direção de trânsito da informação contida no sistema entre todos os participantes. Trata-se de uma estrutura que permite relacionamentos paralelos baseados no progressivo conhecimento mútuo dos membros da rede, geradora de emulações e intercâmbio de conceitos e procedimentos metodológicos e técnicos; b) direção vertical, quando o fluxo de informação ocorre nos dois sentidos: do topo para a periferia, representando a essência operacional da cadeia de comando; da periferia para o topo, com seu teor informativo destinado ao abastecimento das funções de vigilância e controle (origem da denominação VICON).

### **Desenvolvimento da aplicação**

#### *Quanto à técnica*

Para a compreensão das potencialidades fornecidas neste trabalho, é necessário entender a estrutura utilizada.

O LAGEOP tem como principais objetivos o desenvolvimento e a disseminação de técnicas de Geoprocessamento aplicadas à pesquisa ambiental. Salientando o caráter desta metodologia de tratamento de problemas ambientais, o LAGEOP desenvolveu um Sistema Geográfico de Informação (SGI), o SISTEMA DE ANÁLISE GEO-AMBIENTAL - SAGA/UFRJ. O SAGA/UFRJ foi implantado em 1983 no Departamento de Geografia da UFRJ, pelo Prof. Dr. Jorge Xavier da Silva, coordenador do então Grupo de Pesquisas em Geoprocessamento (GPG).

O pacote SAGA é composto pelos programas VISTA/SAGA e VICON/SAGA. Na presente aplicação o programa utilizado foi o VICON/SAGA, em uma versão adaptada para o GTSAI/CBMERJ, por vezes denominada VICONWEB/SAGA. Objetivando, essencialmente, o armazenamento, atualização e exibição de dados, o programa opera em interface com o difundido programa Google Maps, associando às primitivas geométricas utilizadas (pontos, linhas e áreas) um banco de dados convencional. A estrutura é chamada aberta pela sua flexibilidade na criação do banco de dados citado; o usuário tem a possibilidade de elaborar formulários com seus respectivos campos e escolher a natureza das respostas, seja textual, numérica, resposta única ou

múltipla. Tal flexibilidade também se expressa pela sua capacidade de armazenamento de diferentes extensões de arquivos sejam textos, fotos, vídeos, áudio, entre outros. Posteriormente à criação da base de dados, o programa possibilita buscas seletivas e entrecruzadas, com os resultados expressos territorialmente, isto é, com sua expressão territorial explicitada em mapas como posições pontuais, lineares ou em área, segundo as primitivas geométricas usadas na sua representação digital. Essa capacidade permite o uso da informação ambiental assim obtida em análises complexas, definidoras de interações e identificadora de possíveis zoneamentos ambientais.

#### *Quanto ao acesso e estrutura operacional*

Essa aplicação está disponível na rede, trabalhando através de um sistema, no qual cada usuário credenciado tem uma senha de acesso.

Para fins de segurança, diversos níveis de utilização do sistema foram estipulados:

- Gerente de projeto: capaz de incluir e excluir usuários, visualizar, editar, e inserir e excluir registros
- Operacional 3: capaz de visualizar, editar, e inserir e excluir registros
- Operacional 2: capaz de visualizar e editar
- Operacional 1: capaz de visualizar

O gerente de projeto é responsável pela administração da estrutura de dados e suas aplicações, podendo gerenciar e inspecionar todos os arquivos, incluir e excluir usuários, bem como delegar seus níveis e decidir sobre opções de apresentação do projeto (banner da página de acesso, plano de fundo).

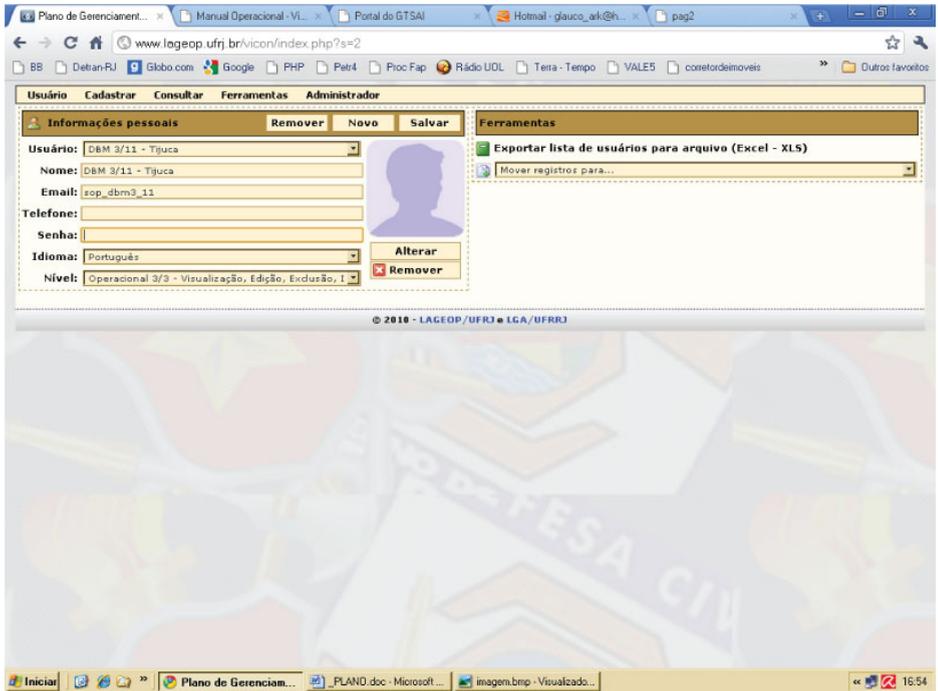
O nível operacional 3, no caso da aplicação em tela, em princípio é uma função atribuída a cada comandante de GBM (Grupamento de Bombeiros Militares), podendo ser delegada. Esse profissional é responsável pela identificação de questões a serem respondidas sobre entidades ou eventos, conforme as necessidades encontradas em cada jurisdição. Tais questões podem gerar novos formulários, devendo ser adequada e suficientemente discutidas tanto as questões quanto os respectivos formulários, para que haja certa uniformidade na informação circulante no sistema ou remetida para uso externo. Regulamentações referentes a esse aspecto normalmente refletem o exercício das cadeias de comando.



**Figura 1:** Página de acesso do usuário

O nível operacional 2, na presente aplicação, consiste em uma função delegada a cabos e soldados com treinamento no programa. Esses profissionais são os responsáveis pela inserção de novos registros, podendo ser diária sua periodicidade de atualização.

O nível operacional 1, caracteriza o usuário lateral e foi criado para a disponibilização da informação a todos os participantes da rede, que podem consultar qualquer das bases de dados georreferenciados, sem, no entanto, poder modificar qualquer elemento da estrutura apenas visualizada.



**Figura 2:** Página de gerenciamento de usuários

Na presente aplicação, a partir dessa estrutura de níveis, a hierarquia militar é mantida, ao mesmo tempo em que o fluxo de informação pode ser feito acontecer também de forma transversal, desta forma restringindo o acesso e controle de acordo com a posição e função de cada usuário, porém não limitando o conhecimento de cada um sobre que ocorre nas demais jurisdições. Essa característica é importante por trazer presteza à obtenção de auxílio tático, como em casos de eventos de grande magnitude, em que o poder operacional de uma jurisdição não é suficiente para a superação da emergência ambiental. O exemplo mais flagrante dessa necessidade de ação conjunta são as inundações ao longo de uma bacia de drenagem, que podem progressivamente abranger grandes extensões territoriais.

Recomendações para o ícone do formulário:

- Formato de arquivo PNG, JPEG, BMP, GIF
- Tamanho 32 x 32
- Clique na imagem para alterar o ícone deste formulário

Ação	Nome do campo	Tipo de resposta	Alternativas de resposta	Descrição do campo
[Ícone]	Mês/Ano de referência	Única escolha	01/2010	
[Ícone]	OBM	Única escolha	10ª GBM - ANGRA DOS REIS	
[Ícone]	Tipo de Logradouro	Única escolha	ACESSO	
[Ícone]	Logradouro	Texto livre		Logradouro onde se encontra a inf
[Ícone]	Número	Texto livre		Numeração do logradouro a cadast
[Ícone]	Complemento	Texto livre		Informação complementar ao end
[Ícone]	Bairro	Texto livre		Bairro onde se encontra o endereç
[Ícone]	Município ou Distrito	Texto livre		
[Ícone]	Situação do Hidrante	Única escolha	OPERANTE	Estado de operacionalidade do hidr
[Ícone]	Vazão em U/min	Númerico		Vazão em litros por minuto do hidr
[Ícone]	Período Crítico	Texto livre		Período do dia em que vazão é me
[Ícone]	Manutenção a ser feita	Texto livre		Tipo de manutenção que deverá s
[Ícone]	Vistoriado pela OBM	Única escolha	10ª GBM - ANGRA DOS REIS	

© 2010 - LAGEOP/UFRRJ e LGA/UFRRJ

**Figura 3:** Página de gerenciamento de formulários

Quanto à criação de formulários



**Figura 4:** Formulário

Foram elaborados até o momento 8 formulários:

Para cada item listado acima foi elaborado um formulário abrangendo as informações consideradas necessárias para o apoio tático frente à emergência ambiental. Os termos concessionária de água, hidrantes de coluna, ponto de abastecimento e recursos hídricos correspondem a entidades que foram registradas previamente em cada jurisdição.

Formulários como mobilização de recursos, posição de bombas em eventos e posição de viaturas em eventos são referentes a registros temporários para ação em um determinado evento como festas, *shows*, sendo exemplo direto as festividades de Ano Novo, entre outras, nas quais, após o término do evento, as entidades podem retornar para suas posições de origem.

O programa ainda permite a criação de formulários para localidades de grande suscetibilidade quanto a emergências ambientais, os já mencionados pontos críticos, ou para locais que requeiram atenção mais efetiva pela constatação da ocorrência, neles, de maiores frequências de situações de emergência, ou que tenham constatada sua possível contribuição para o agravamento significativo da emergência ambiental.

### **Considerações finais e conclusões**

Este projeto de transferência de tecnologia não se destina apenas à representação por mapeamento digital de entidades e eventos existentes ou prognosticados em cada jurisdição territorial considerada. Ele possibilita a integração de emergências ambientais com os recursos disponíveis, indicando ações a serem tomadas e registrando, no tempo e no espaço, por meio de relatórios de grande acuidade, o resultado das decisões por ele apoiadas, apoiando assim a chefia e dando elementos orientadores para medidas de planejamento e gestão dos ambientes analisados. Os conhecimentos obtidos poderão ser utilizados, posteriormente, na investigação da validade das jurisdições de quartéis com relação aos problemas de emergências que nelas estão ocorrendo e que podem estar hoje se acentuando devido à perda de equipamentos, crescimento da população ou surgimentos de novos pontos críticos, entre outras causas de obsolescência para as mencionadas jurisdições.

Outra contribuição do presente projeto refere-se à avaliação do desempenho geral e específico dos quartéis envolvidos, através do acompanhamento de suas ações. Esse é um controle importante, pois a verticalidade da circulação do conhecimento do que está se passando junto a seus subordinados é essencial ao comando. Com a presente aplicação, são geradas condições de julgar o desempenho de comandados em situações críticas, como são as enfrentadas por entidades militares ou de defesa civil.

## Referências

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento para análise ambiental. 1. ed. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001. v. 1. 228 p.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. (Orgs.). Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. v. 01. 368 p.

XAVIER-DA-SILVA, J. O que é Geoprocessamento? Revista do Crea RJ, Rio de Janeiro, v.79, p. 42 - 44, 30 out. 2009.

XAVIER-DA-SILVA, J. Comunicação Oral. 2010.