



# A Geografia no apoio à decisão em situações de emergência

## 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 tático e 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 das unidades de bombeiros da cidade do Rio de Janeiro, os recursos hídricos que possam auxiliar por ocasião das suas diversas missões de Defesa Civil. Para esse objetivo, passou a utilizar técnicas de Geoprocessamento, a partir de uma associação com o LAGEOP (Laboratório de Geoprocessamento), situado no Departamento de Geografia do Instituto de Geociências do Centro de Ciências Matemáticas da UFRJ.

O Plano prevê o cadastramento do poder operacional existente dentro de cada unidade (efetivos, viaturas e equipamentos específicos, juntamente com conhecimento sobre a natureza e condições de funcionamento de hidrantes), e também um levantamento detalhado de áreas ditas “críticas”, para definição de medidas especiais de apoio às ações relativas a emergências ambientais em que estejam envolvidas as citadas áreas críticas (hospitais, igrejas, escolas, indústrias químicas, entre outras).

O sistema encontra-se em pleno funcionamento no CBMERJ (Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro) no Estado do Rio de Janeiro, onde já existem bases de dados e programas funcionando em 108 unidades (grupamentos). Por questões de segurança, é possível acessar apenas para visualização os dados já cadastrados e qualquer alteração nos mesmos somente pode ser executada por pessoal autorizado.

## 1. APRESENTAÇÕES

### 1.1. O tema

A coleta de dados cada vez mais numerosos e diversificados traz à tona o problema de se apresentarem esses registros de ocorrência sob várias formas numéricas, textuais, figurativas (mapas rudimentares e fotos, inclusive) e serem aportadas ao sistema por diferentes mídias. Torna-se necessário criar os meios de organizá-los, tratá-los e apresentá-los em seus contextos taxonômico e territorial, para se obter um conhecimento coordenado da realidade, ou seja, transformar os dados em informação geoincluída. Entenda-se Geoinclusão como a inserção cuidadosa de uma iniciativa modificadora de condições ambientais dentro das possibilidades e limitações existentes no ambiente em que a modificação será executada, de forma a minimizar as probabilidades de desastres ambientais futuros (XAVIER-DA-SILVA, 2010).

A falta de dados, no passado, foi um grande obstáculo, um impedimento para ações e investigações ambientais. Hoje ocorre um “excesso” de dados, abrangendo inúmeras variáveis e exigindo cautela para que sejam apoiadas e geradas, também, pesquisas voltadas para objetivos sociais eticamente colimados. Caso contrário, pode acontecer que sejam produzidas, apenas e constantemente, investigações densas, por vezes de restrito valor, por alguns administradores muito bem consideradas para fins de construção de currículos sobrecarregados de numerosos pequenos



artigos. No caso das investigações aqui consideradas, dirigidas para o apoio à decisão em operações de combate a emergências ambientais, é preciso entender de forma clara sua estrutura de conceitos, métodos e técnicas, o que permite analisar com propriedade os fatores envolvidos nas missões de defesa civil, de forma que o curso das ações efetuadas esteja prévia e corretamente apoiado, sem excessos poluentes de dados, sempre visando a minimização das chances de perdas materiais e de vidas.

## **1.2. O sistema VICON/SAGA/UFRJ**

Trata-se de um SIG idealizado e desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento da UFRJ, que hoje atua em diversas linhas de aplicação. Estas linhas abrangem desde a gestão de recursos de uma propriedade rural, catalogando todos os eventos e entidades nela ocorrentes e os relacionando para fins de previsões financeiras, até aplicações pedagógicas e de administração escolar. O sistema também tem sido empregado na gestão de informações em desastres, em parceria com o CENACID/UFPR (Centro Nacional de Apoio Científico em Desastres da Universidade Federal do Paraná), entidade da qual participam dezenas de pesquisadores de universidades do todo o país. O centro tem mais de 10 anos de experiência em apoio a emergências ambientais, tendo atuado em muitos desastres usando uma versão do VICON/SAGA especialmente criada pelo LAGEOP/UFRJ. São exemplos de ocasiões destas aplicações: enchentes na Bolívia e Equador, terremotos no Peru, Chile e Haiti, além de diversos atendimentos pelo Brasil, inclusive no maior desastre ambiental brasileiro, ocorrido nas serras próximas ao Rio de Janeiro, em 2011 (vide Figuras 1,2 e 3). O CENACID tem reconhecidos méritos técnicos e humanitários e foi agraciado pela ONU com o Green Star Award (maiores detalhes em <http://www.cenacid.ufrpr.br/>).

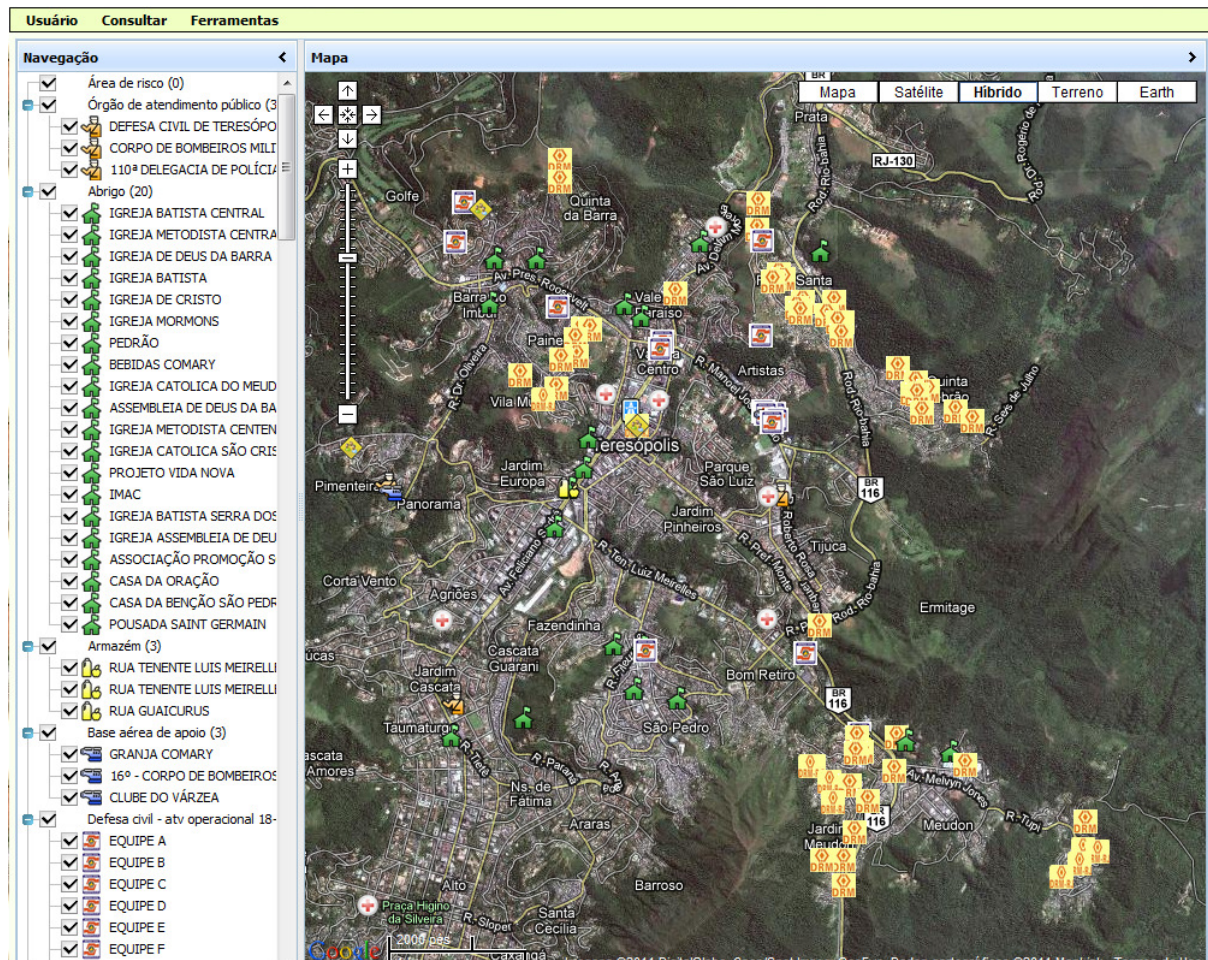


Figura 1 - Sistema VICON/SAGA, versão Desastres, em operação no desastre ambiental decorrente das chuvas de janeiro de 2011 – Teresópolis – Estado do Rio de Janeiro.

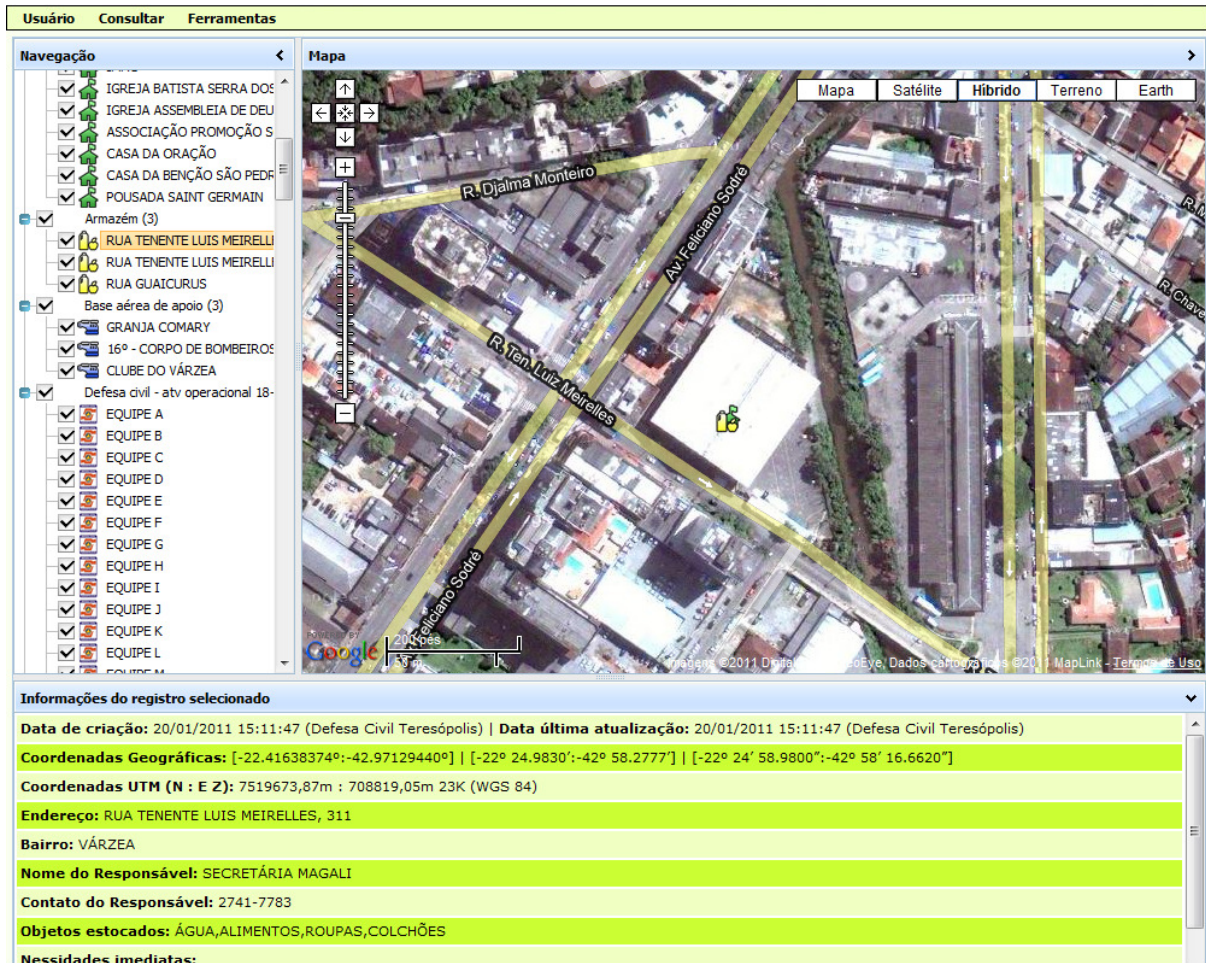


Figura 2 - Detalhe de um registro armazenado no sistema VICON/SAGA – Armazém de suprimentos, com suas características relevantes emitidas em relatório, tais como foram obtidas durante a emergência ambiental.

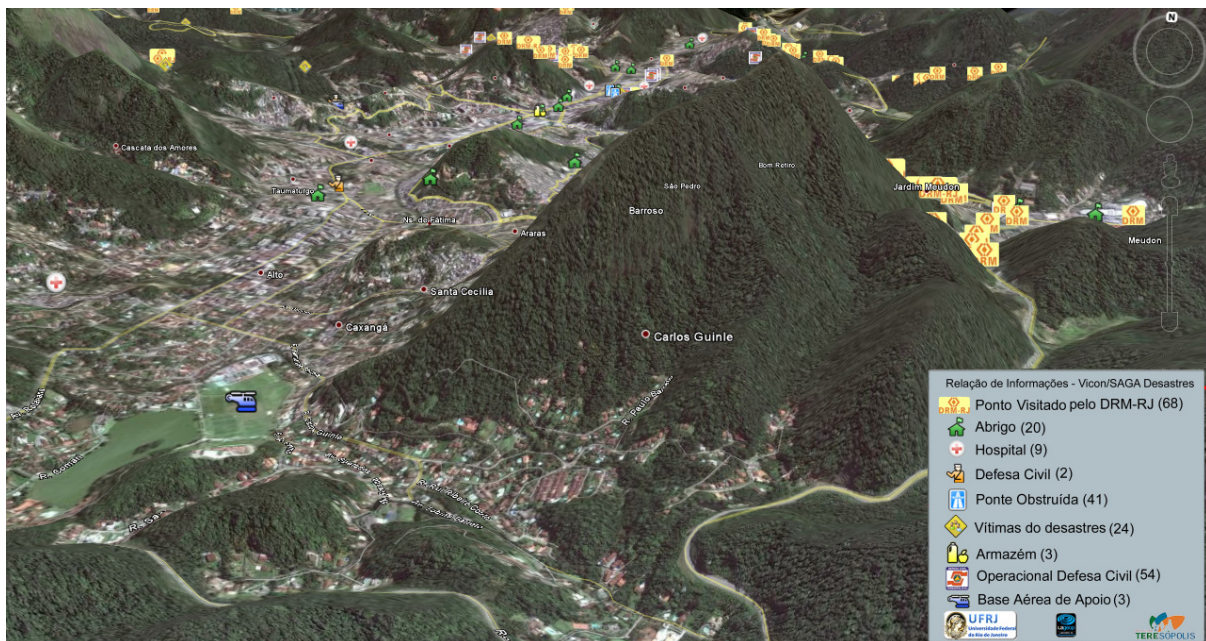
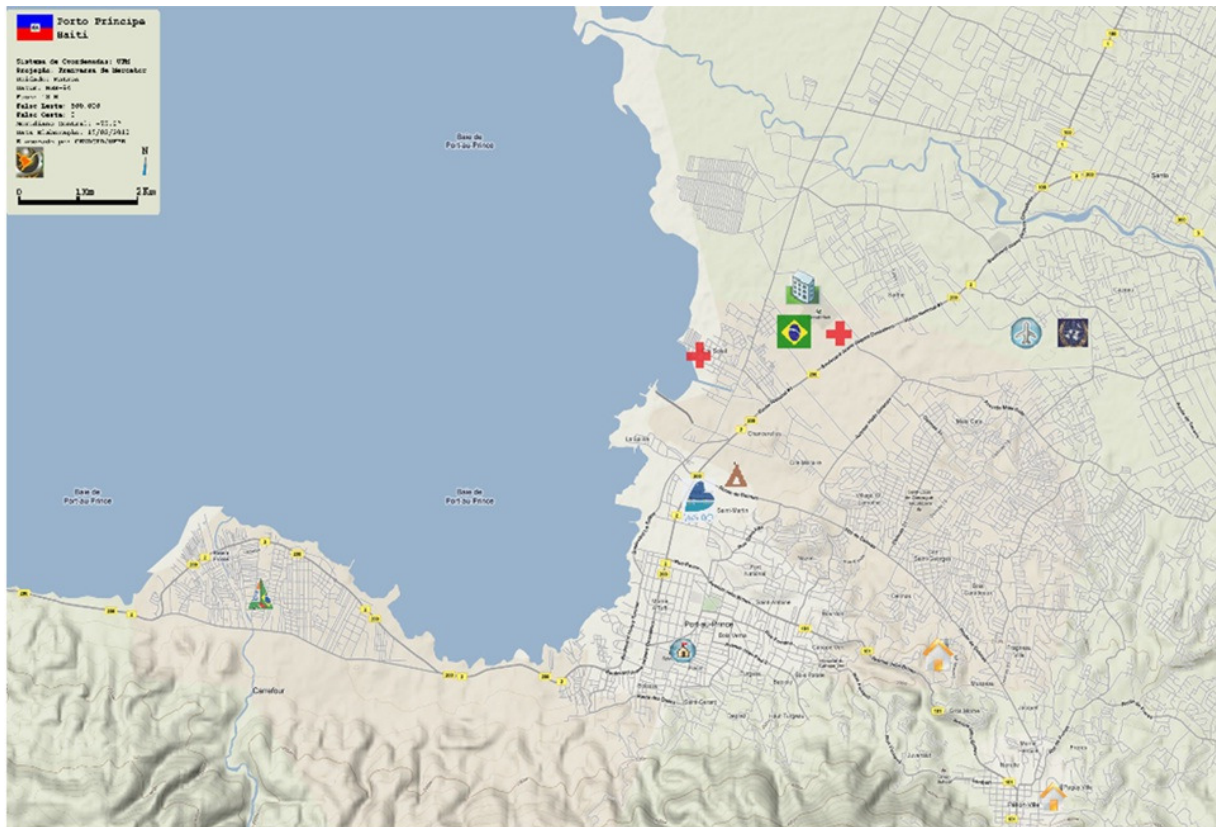


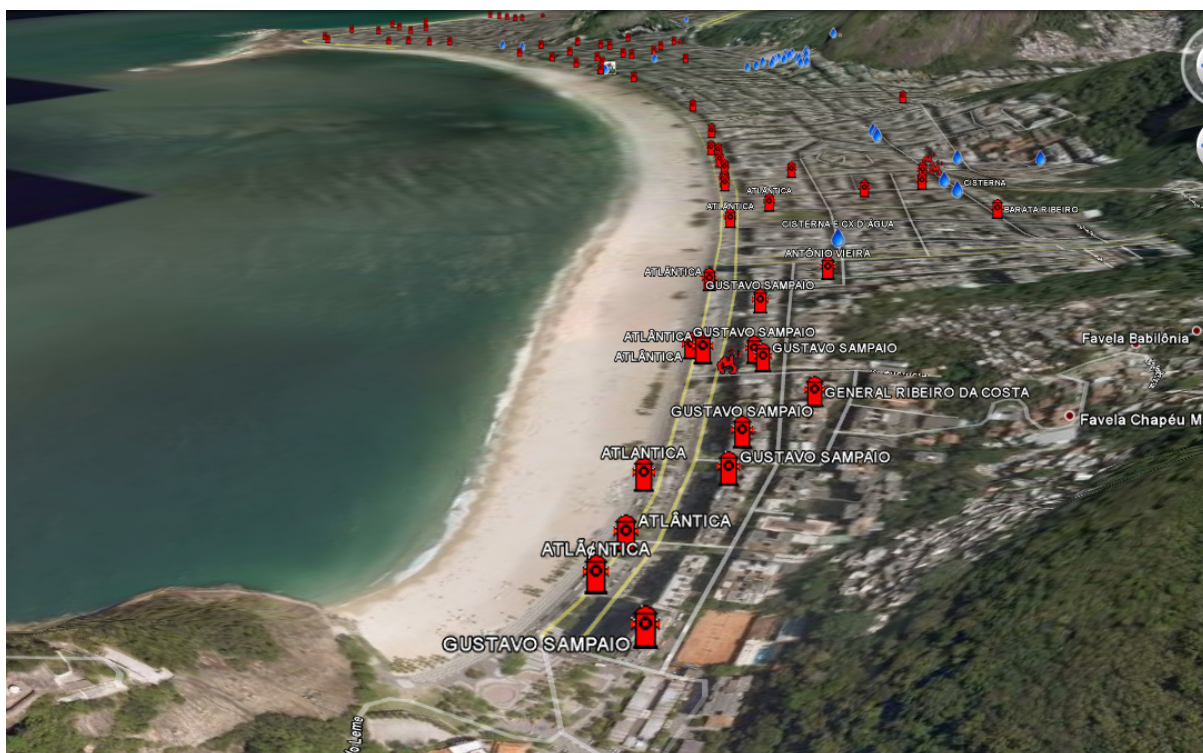
Figura 3 - Visão 3D de dados obtidos durante a Operação Teresópolis 2011– Total: 224 registros



**Figura 4 - Visão geral dos dados registrados na missão CENACID “Terremoto Haiti (2010)”**

O sistema também permite anexar arquivos de quaisquer formatos aos registros de ocorrências, possibilitando a um aluno, por exemplo, postar a gravação de um vídeo com entrevista realizada, imagens do local, cópias de documentos, depoimentos específicos de testemunhas, etc.

Desenvolvido em PHP com banco de dados MySQL, trata-se uma plataforma web que utiliza o Google Maps API - Application Programming Interface (BOULOS, 2005) como base de dados, o que torna o sistema multiplataforma (opera através de navegador, independente do sistema operacional), e com abrangência planetária (base de dados Google). O sistema também contempla um esquema de segurança, com políticas de senhas e níveis de permissões aos usuários (descrito a seguir), emite relatórios em forma de PDF, Excel, KML – Google, HTML, Mapas e formato Raster/TIFF e SHP. Consultas com filtro podem ser aplicadas como, por exemplo, “Todos os hidrantes de coluna com funcionamento, com vazão superior a 300 lts/min no raio de 500 metros do endereço Avenida Atlântica, 2000 – Copacabana).”



**Figura 5 - Recursos hídricos disponíveis - Réveillon 2010/2011 em Copacabana – Rio de Janeiro - Brasil**

Esta aplicação está disponível na rede, trabalhando através de um sistema de acesso, onde 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

Na presente aplicação, a partir desta estrutura de níveis de acesso à informação, a hierarquia de controle é mantida, ao mesmo tempo em que o fluxo de informação pode acontecer também de forma transversal. Assim sendo, pode haver restrições de acesso e controle de acordo com a posição ou função de cada usuário, permanecendo aberta, entretanto, a possibilidade de conhecimento de cada um participante sobre que ocorre nas demais jurisdições. Esta característica é importante por trazer presteza à obtenção de auxílio tático, como em casos de eventos de grande magnitude onde o poder operacional (capacidade de atuação) de uma entidade não é suficiente para a superação da emergência ambiental. O exemplo mais flagrante desta necessidade de ação conjunta são as inundações ao longo de uma bacia de drenagem, que podem progressivamente abranger grandes extensões territoriais, requerendo ações coordenadas entre entidades participantes, com conhecimento imediato das iniciativas tomadas por cada uma e os respectivos andamentos.



## 2. O APOIO À DECISÃO EM SITUAÇÕES AMBIENTAIS DE EMERGÊNCIA

Os problemas de logística emergencial são numerosos e as decisões relativas às iniciativas a serem tomadas frente a uma emergência devem ser tomadas no ambiente de incerteza que normalmente cerca a ocorrência de problemas de emergências ambientais. Como a localização específica de emergências, para quem está iniciando operações de socorro, em princípio, pode estar situada em qualquer ponto da jurisdição de um quartel, é forçoso que exista o maior conhecimento possível sobre a área geográfica abrangida. Este conhecimento é, fundamentalmente, dirigido aos recursos hídricos disponíveis e aos pontos críticos que deverão exigir atenção especial (hotéis, hospitais, asilos).

Não é possível executar qualquer ação independentemente de um referencial. Em conseqüência, é aqui denominado logística emergencial o ramo do conhecimento que, através de análises e previsões feitas em ambiente de carência de dados e informação, procura ainda assim dar apoio informativo e operacional ao atendimento a emergências ambientais de toda ordem. Torna-se essencial a informação sobre as localizações e características das entidades e eventos envolvidos na situação ambiental de emergência. No caso dos bombeiros, a informação essencial refere-se às 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 devem ser somadas as proximidades eventuais relativas a pontos críticos (creches, hospitais, asilos, prisões). O caráter aleatório da ocorrência de emergências exige um mapeamento prévio destas entidades ao longo do território de responsabilidade de cada grupamento de bombeiros, 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 validade da informação contida na base de dados, com os clássicos e, por vezes dramáticos, aspectos da logística emergencial, sempre exercida em ambiente de incerteza.

## 3. UM POUCO DE TEORIA ...

### 3.1. Conceitos

O embasamento teórico para a criação deste programa foi desenvolvido no LAGEOP/UFRRJ. 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. Destas 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 esta rapidez não ocorre ou não pode, por razões várias, ser conseguida. Neste caso, podem ser preventivamente elaborados, como atividades constantes, nos períodos inter-emergenciais de relativa calma, pelos próprios agentes de defesa civil, em ambiente de sadia discussão, planos de contingência que considerem as probabilidades, intensidades e extensões territoriais a serem possivelmente afetadas por um evento danoso.

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 conseqüência, 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 e ZAIDAN, 2004-p. 20). As propriedades (ou atributos), “podem ser intrínsecas (cor, valor, forma, tamanho, entre outras), locais (adjacências, proximidades, ordenação e abrangência espaciais) ou relacionais (dependência, antecedência e equivalência)” (Xavier-da-Silva, 2011), 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, 2009, p.42).

### 3.2. Métodos

Quanto ao desenvolvimento dos trabalhos referentes a este texto, eles são divididos em três partes: a) atividades de ensino dirigidas ao uso eficiente da metodologia preconizada pelo LAGEOP/UFRRJ (Varredura Analítica e Integração Locacional – VAIL; Xavier-da-Silva, 2001, Xavier-da-Silva e Zaidan, 2004); b) aconselhamentos quando a escolhas de escalas, abrangências territorial e taxonômica; c) programação para adequar a versão específica do VICON/SAGA. O segundo grupo de atividades compreendeu a geração das bases de dados georreferenciados dos quartéis, com as quais é





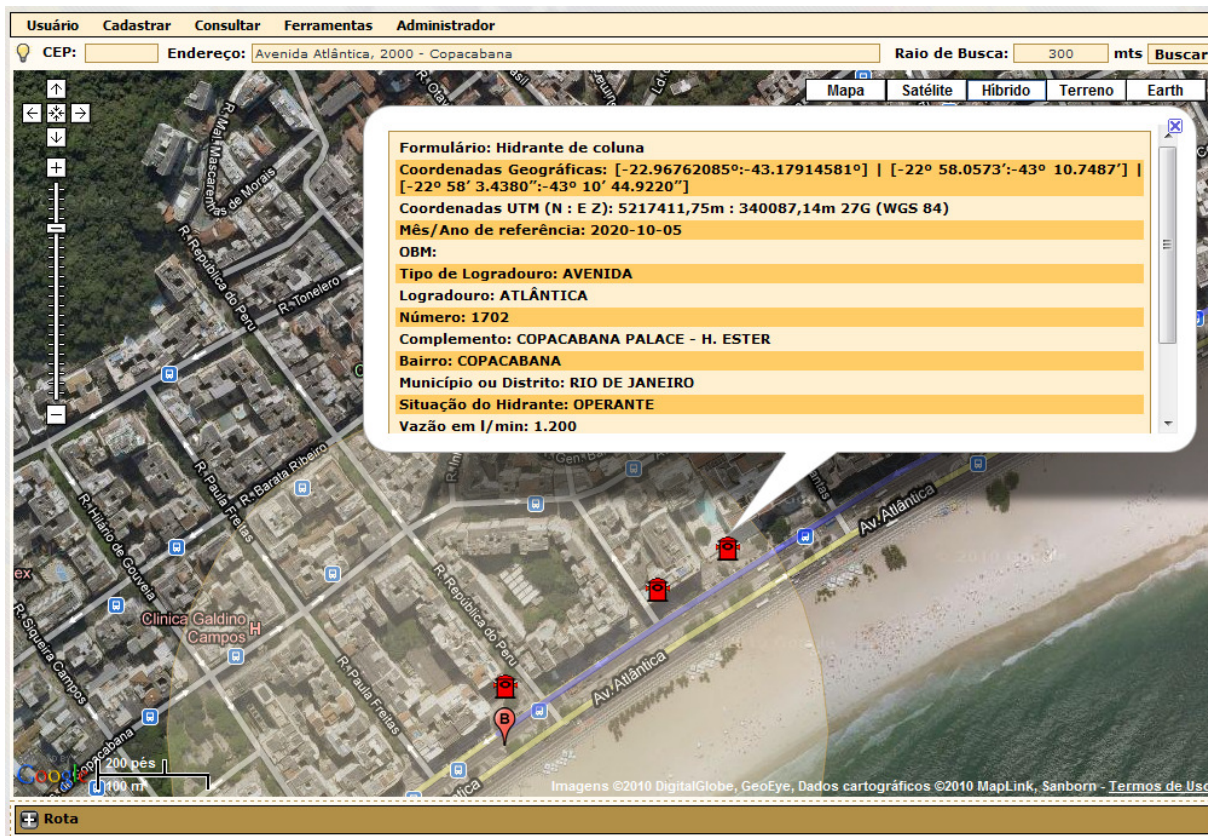
possível, em qualquer lugar da jurisdição de um quartel, identificar a presença de uma entidade ou evento com o rigor necessário para a atuação da defesa civil.

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, entre outros locais propícios ao agravamento da situação de emergência, em comparação com locais como praças e estabelecimentos comerciais, de diferente ou menor gravidade, ou 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 identificação e localização de hidrantes (ou outros recursos hídricos) e de pontos críticos no local da emergência e áreas vizinhas. Bases de dados georreferenciados foram criada pelos quartéis envolvidos na aplicação do programa, contendo as identificações e localizações acima mencionadas, para uso em emergências e geração de planos de manutenção dos equipamentos, particularmente os hidrantes.. O apoio a esta atuação de caráter preventivo, condição necessária para o funcionamento do programa, se fez através da transmissão, pelo GTSAI com o apoio decisivo do LAGEOP/UFRJ,, das técnicas de entrada de dados para os quartéis.

Dentro da trilogia “Conceitos, Métodos e Técnicas”, que pervade qualquer investigação ambiental (senão qualquer pesquisa), 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 desta 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, tendo sido utilizado para informar os recursos hídricos disponíveis para qualquer emergência nos “réveillons” de 2010 e 2011, festividades que envolveram, cada uma, pelo menos, 1.500.000 espectadores de “shows” pirotécnicos. Está em processo de difusão entre os demais grupamentos da corporação.



**Figura 6 - Exemplo de operação do sistema: “Consulta de todos os recursos hídricos existentes no raio de 300 metros do endereço Avenida Atlântica, 2000 – Copacabana” (eventual localização de uma emergência). Resultados com o mapa, rota desde o quartel, registros de entidades e eventos e informações de posicionamento e características de cada um também são fornecidas para a área selecionada.**

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 esta 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 deste 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 do MEC – comunicação oral) que é uma direção de trânsito imediato da informação armazenada entre todos os participantes do sistema. 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, tais como apoios a situações críticas de grande porte;

b) direção vertical, quando o fluxo de informação ocorre em dois sentidos: 1) do topo para a periferia, representando a essência operacional da cadeia de comando, ou seja, a comunicação das ordens emitidas; 2) da periferia para o topo, gerando as informações necessárias às funções de vigilância e controle (origem da denominação VICON), ou seja como informação de apoio às decisões a serem tomadas.



#### 4. 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, através de relatórios de grande acuidade, o resultado das decisões por ele apoiadas, criando uma memória do funcionamento de cada parte componente e da instituição como um todo. Não menos importante é o apoio à chefia, propiciado pelo sistema em seus diversos níveis, desde o grupamento ou quartel até a chefia geral. Com esta estrutura de atualização descentralizada de dados, todos os níveis de comando passam a contar com elementos orientadores de medidas de correção, planejamento e gestão de suas jurisdições e respectivos ambientes, em seus aspectos físicos, bióticos (saúde pública), sociais e econômicos julgados relevantes.

Uma contribuição do presente projeto refere-se à avaliação do desempenho geral e específico dos quartéis envolvidos, através do acompanhamento de suas ações. Este 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. É importante acentuar, entretanto, que a disponibilização da informação diretamente entre os quartéis permite tomar conhecimento rápido de iniciativas seletivas quanto a atribuições de tarefas, mobilizações e transferência de pessoal e aquisição de equipamentos, entre outras iniciativas. Em termos de adequação a modificações ocorridas pelo envelhecimento das jurisdições atribuídas às unidades, os conhecimentos armazenados no sistema poderão ser utilizados 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 das mencionadas jurisdições.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. XAVIER-DA-SILVA, J.; MARINO, T. B. Is the "GEO" perspective really general? In Proceedings of the 1st International Conference and Exhibition on Computing for Geospatial Research & Application, Washington DC, USA. 2010.
2. Alba Maria F. Rossi, Coordenadora Geral de Programas de Apoio à Formação e Capacitação de Docentes da Educação Básica do MEC – comunicação oral
3. XAVIER-DA-SILVA, J. . Geoprocessamento para análise ambiental. 1. ed. Rio de Janeiro: D5 Produção Gráfica, 2001. v. 1. 228 p.
4. XAVIER-DA-SILVA, J. (Org.) ; ZAIDAN, R. T. (Org.) . Geoprocessamento e Análise Ambiental - Aplicações. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. v. 01. 368 p.
5. XAVIER-DA-SILVA, J. . O que é Geoprocessamento? Revista do Crea RJ 79, Rio de Janeiro, p. 42 - 44, 30 out. 2009.
6. BOULOS, M. NK. "Web GIS in practice III: creating a simple interactive map of England's Strategic Health Authorities using Google Maps API, Google Earth KML, and MSN Virtual Earth Map Control" in International Journal of Health Geographics 2005, 4:22. <http://www.ij-healthgeographics.com/content/4/1/22>



### Questionário dirigido ao artigo:

- 1 Elabore um questionário, com ao menos 7 campos, especificando os campos e tipos de dados (texto, data, numérico, única escolha, múltipla escolha) que cada um destes comportará, para aplicação no **PGORH**, descrito no artigo, justifique sua utilidade no Plano **(4,0 pontos)**. Escreva um exemplo de consulta com filtro que poderá ser realizada aplicada a este formulário proposto. **(1,0 ponto)**.
- 2 De forma análoga ao exercício anterior, elabore um questionário útil à **gestão de informações em um desastre**. **(5,0 pontos)**.