

**BANCO DE DADOS ESPELEOLÓGICO DA SPELAYON CONSULTORIA – ME
COMO BASE DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)**

Frederico Augusto RIBEIRO - frederico@spelayonconsultoria.com.br

André COUTINHO-BARBOSA - andre@spelayonconsultoria.com.br

Spelayon Consultoria.

Abstract

This paper is a project that Spelayon Consultoria - ME has developed, which aims to present the steps in the construction of a database (BD) with georeferenced speleology and archaeological information from the company, as a base to build a Geographic Information System (GIS). The database was prepared through the data generated in the work done by the company. The system was set up mainly in Excel® and exported to ArcView GIS® V.9.2, in Windows® environmental, and it makes the automatic access of the information levels easier, in a concomitant way or not, through the computer screen, by means of the own program tools of the Arc View GIS® r.9.2. To the functionality of the information system, all data that integrate him and its cartographic digital bases need to be necessarily georeferenced and made it topology. The interrelation between the accessed informations allows the construction of another cartographic products, starting from that original, inside of the same environmental that it is operating. Both the entrance of data and its real time manipulation was possible thanks to the available tools of the program, turning the modernization of the data base a quite simple procedure and, therefore, protecting the continuous usefulness and system optimization. The ArcView GIS® r.9.2 was shown to be quite interactive, facilitating the access information and permitting the bank data to enable the process of taking of decision, essential condition for an automatic system information.

Palavras-Chave: Espeleologia, Banco de dados, Sistema de Informação Geográfica, Spelayon Consultoria - ME.

Introdução

O geoprocessamento de informações cartografáveis desenvolve-se rapidamente devido à evolução dos programas (*softwares*) e das plataformas (*hardwares*) em que são executados. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ótimos no auxílio a tomadas de decisão envolvendo planejamento territorial e sua aplicação na espeleologia pode ser potencializada através de banco de dados (BD) que envolvam as várias características físicas do terreno, resultantes de processos geológicos, mesmo apresentando dados espaciais.

O objetivo aqui é mostrar a aplicação de um banco de dados georreferenciados no que concerne à visualização e ao acesso de um conjunto de informações espeleológicas e arqueológicas, independente dos programas utilizados, bem como, podem auxiliar o espeleólogo e o arqueólogo no entendimento, na apresentação e na divulgação dos resultados de seu trabalho.

Para a construção de um SIG é necessário, inicialmente, uma base georreferenciada de dados, passíveis de sofrerem operações geomatemáticas, principalmente aquelas operações de conjuntos. Dessa forma foi montado um sistema integrado de

bancos de dados que permitem, mais do que a simples observação de um mapa, o acesso à informações e dados de forma automática e de visualização simultânea em ambiente computacional. De acordo com Alves (1990), SIGs são sistemas destinados ao tratamento de dados referenciados espacialmente, desde que em ambiente computacional.

Segundo Bernhardsen (1999), o termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é usado atualmente de forma genérica para sistemas computacionais que tenham capacidade de manipular dados geográficos. Dentro do contexto computacional têm sido definido como um conjunto de funções organizadas através de plataforma computacional (*hardware*) e programas (*softwares*) especialmente projetados para capturar, armazenar, atualizar, manipular e apresentar variadas informações georreferenciadas.

No referido caso, utilizaram-se dados dos trabalhos realizados pela empresa Spelayon Consultoria – ME. Os dados reunidos no banco utilizado se referem às informações contidas na Ficha para Prospecção Endocárstica da FEAM/IBAMA (2005), tais como características litológicas, coordenadas geográficas, tipo de ponto, dados de arqueologia e paleontologia.

A implantação deste banco de dados, além de criar a base de dados georreferenciados, exige a adoção e implantação de procedimento metodológico sistematizado para coleta, tratamento, armazenamento e processamento das informações de interesse espeleológico.

Materiais e Métodos

O trabalho foi dividido em duas fases. A primeira fase do projeto dividiu-se em três etapas: na primeira etapa foi realizado o levantamento dos dados de interesse arqueológico e espeleológico gerados nos trabalhos realizados pela Spelayon Consultoria; na segunda etapa foi criado o banco de dados com as informações geradas que serviu de base para o Sistema de Informações Geográficas da empresa; e na terceira etapa foi feita a análise dos dados e produtos gerados.

A segunda fase do trabalho está consistindo no cadastramento dos dados na Sociedade Espeleológica Brasileira.

Levantamento dos Dados

Nesta etapa foi feita uma leitura de todos os trabalhos realizados até o momento pela Spelayon Consultoria e foram coletadas todas as informações que diziam respeito à espeleologia e a arqueologia, mapas gerados, imagens utilizadas, *shapefile* criados e produtos gerados.

Criação do Banco de Dados

Realizado o levantamento dos dados e coletada as informações de interesse, foi criada uma planilha de dados no Excel® para cada empresa em que foi prestado serviço e encontrado algum ponto de interesse.

A planilha contém as informações da Ficha de Prospecção Endocárstica do Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cársticas no Estado de Minas Gerais (FEAM, 2005)

O banco de dados foi construído inicialmente e manipulado pelo programa Excel® (2003) e, posteriormente exportados para ArcView GIS® v.9.2. Os tipos de organização de dados, ou seja, vetoriais, *raster* (imagens) e tabulares, são passíveis de manipulação conjunta no banco de dados espaciais de programas de SIG.

Análise dos Dados

Com o banco de dados criado, e com o Sistema de Informação Geográfica implantado, realizou-se uma análise qualitativa e quantitativa dos dados gerados.

Resultados

Foram levantados 425 pontos. Destes, 1 ponto é arco, 2 pontos são abismos, 5 pontos são reentrâncias, 132 pontos são abrigos, 261 pontos são cavernas e 24 pontos são sítios arqueológicos. O Gráfico 1 mostra a distribuição dos pontos pelo tipo.

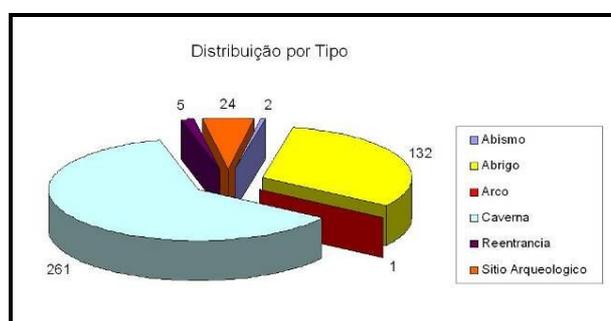


Gráfico 1: Distribuição dos pontos pelo tipo.

Em se tratando da localização dos pontos analisados, a maioria dos destes estão localizados no estado de Minas Gerais, nos municípios de Alvorada de Minas, Arcos, Conceição do Mato Dentro, Córrego Fundo, Formiga, Montes Claros, Ouro Preto, Pains, São Jose da Lapa e Vespasiano, Sete Lagoas e Unai (Figura 1). Apenas 8 pontos estão outro estado, na cidade de Campos Belos, no estado de Goiás.

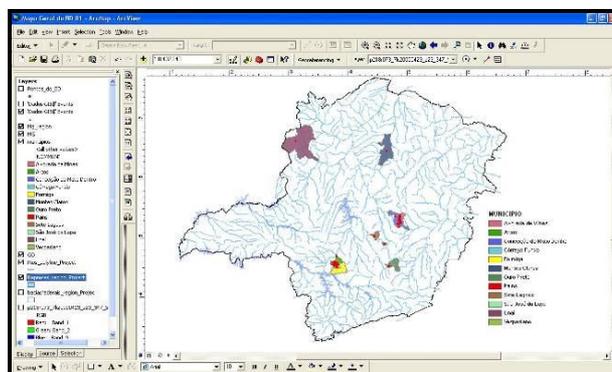


Figura 1: Municípios com pontos.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos pontos pelos municípios. Nota-se que Pains é o município com maior número de pontos (209), seguido de Conceição do Mato Dentro (78).

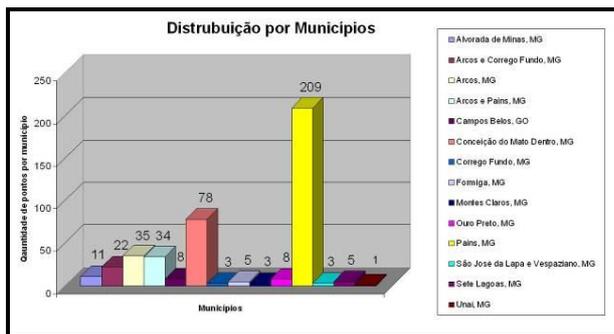


Gráfico 2: Distribuição dos pontos pelo municípios.

O Gráfico 3, expõe a relação entre o tipo de ponto com o município.

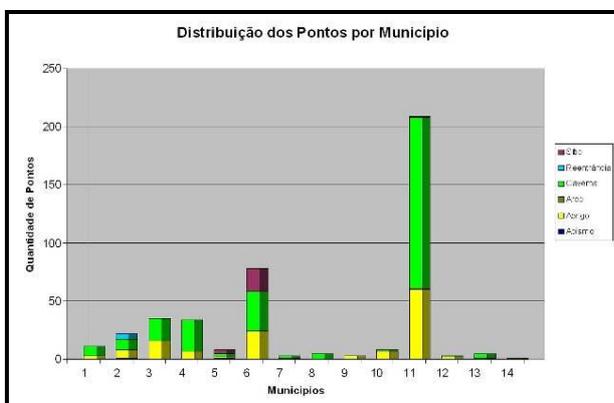


Gráfico 3: Distribuição dos pontos por município.

Com relação a litologia, a grande maioria dos pontos ocorrem no calcário, tendo ocorrências também no quartzito, metarenito, itabirito, canga, na interface itabirito/ canga e dolomito/itabirito. O Gráfico 4 apresenta a distribuição dos pontos pela litologia.

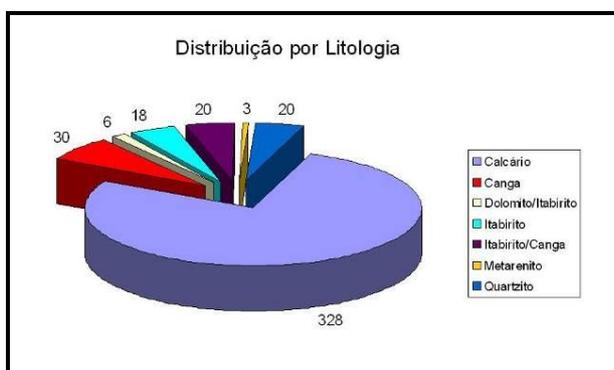


Gráfico 4: Distribuição dos pontos pela litologia.

A distribuição dos tipos de pontos pela litologia dos mesmos está representada no Gráfico 5.

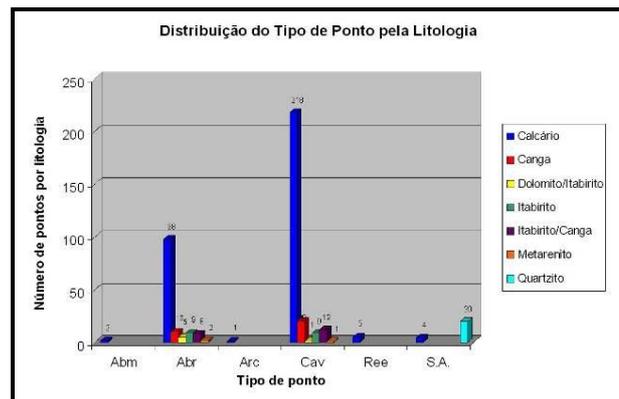


Gráfico 5: Distribuição do tipo de ponto pela litologia.

A maior parte dos pontos estão posicionados na base do maciço (51%), seguidos dos que estão em meia encosta (30%), como demonstra o Gráfico 6.

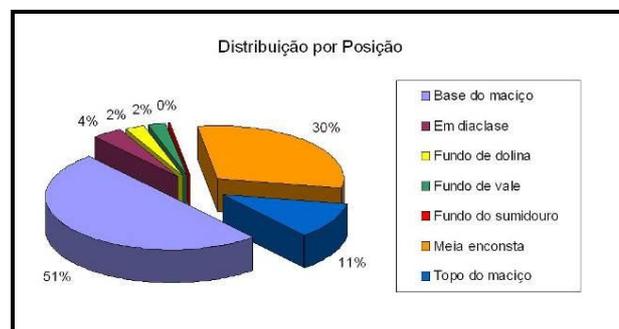


Gráfico 6: Distribuição dos pontos pela posição.

No que se refere ao estado de conservação, dos pontos estudados, 47 % estão com um bom estado de conservação, e 43 % apresentaram uma excelente conservação, como apresenta o Gráfico 7.

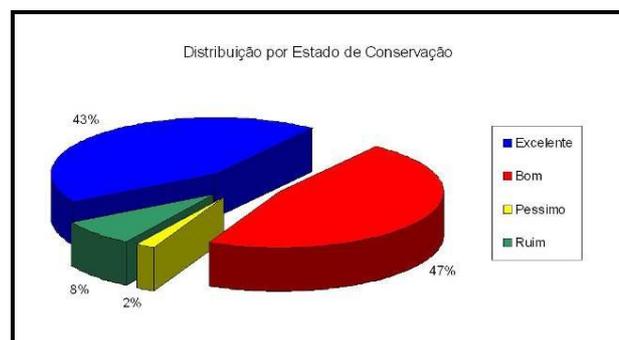


Gráfico 7: Distribuição dos pontos pelo estado de conservação.

No que diz respeito a presença de água, os pontos analisados mostraram em que 61% destes não foi observado água. Nos pontos que apresentaram água, o gotejamento é a forma predominante nestes pontos (21%), seguido do fluxo efêmero (6%). O resultado da relação dos pontos

com a presença de água pode ser visualizado no Gráfico 8.

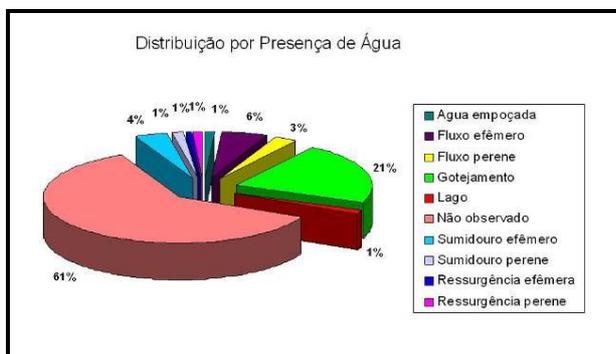


Gráfico 8: Distribuição dos pontos pela presença de água.

Os pontos foram mapeados na sua maioria utilizando o método BCRA com grau de precisão 4C (51%) seguido do 4D (29%), como apresenta o Gráfico 9.

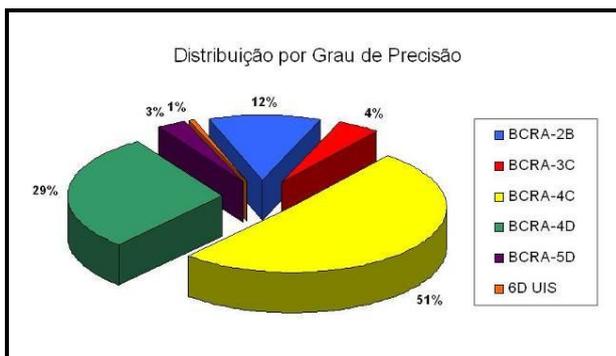


Gráfico 9: Distribuição dos pontos pelo grau de precisão do mapeamento.

No tocante desenvolvimento linear, os pontos do tipo arco, abismo e reentrância apresentaram um DL inferior a 10 metros.

Os abrigos apresentaram um DL variando de 1 metro a 60 metros, prevalecendo os pontos da faixa entre 0 a 5 metros, conforme o Gráfico 10. E nas cavernas o DL variou de menor de 10 metros até 1760 metros, predominando o intervalo entre 0 a 10 metros e 10 a 20 metros, segundo o Gráfico 11.

Concernente a valoração final, os pontos pesquisados são na maioria relevantes (34%) e irrelevantes (33%) seguidos de pouco relevantes (26%), como apresentado no Gráfico 12. Os critérios utilizados para a valoração das cavidades foram os propostos pelo Termo de Referência FEAM/IBAMA (2005).

Ao relacionar o tipo de ponto com a valoração final do mesmo, nota-se que os abismos são muito

relevantes, os abrigos são na maioria irrelevantes, as cavernas variam entre relevantes, pouco relevantes e irrelevantes, e os sítios arqueológicos são relevantes, conforme apresentado no Gráfico 13.

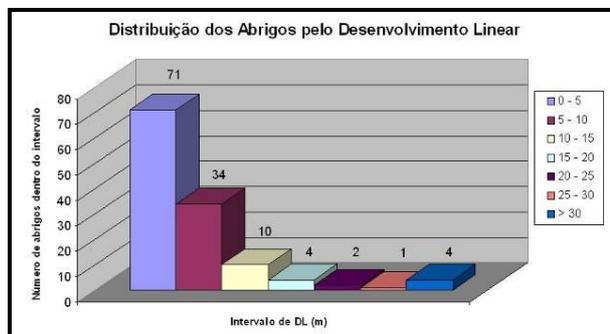


Gráfico 10: Variação do desenvolvimento linear dos abrigos.

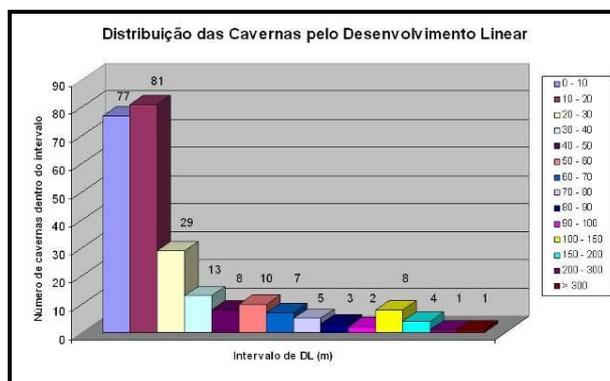


Gráfico 11: Variação do desenvolvimento linear das cavernas.



Gráfico 12: Distribuição dos pontos pela valoração final.

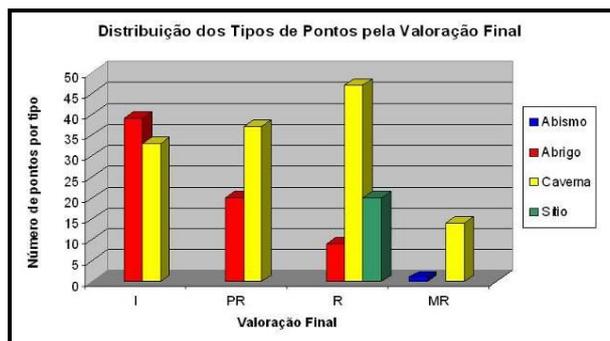


Gráfico 13: Distribuição dos tipos de pontos pela valoração final.

Discussão

No sistema em questão, as informações ficam disponibilizadas facilmente na tela, de forma rápida e operacional, seja em forma de texto, tabelas, imagens, base cartográfica, permitindo observar as diversas situações e/ou características espeleológicas, de acordo com a necessidade do usuário (Figura 2).

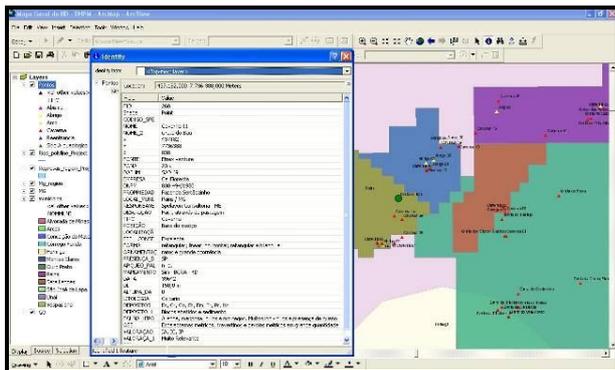


Figura 2: Tabela de atributo contendo as informações do ponto de interesse.

A visualização de vários níveis (*layers*) de informações, concomitantes ou não, possibilita que o usuário ou “leitor” do sistema, tenha acesso a dados de naturezas diferentes, permitindo-o fazer inter-relações entre esses dados e a base cartográfica, como apresentado na Figura 3.

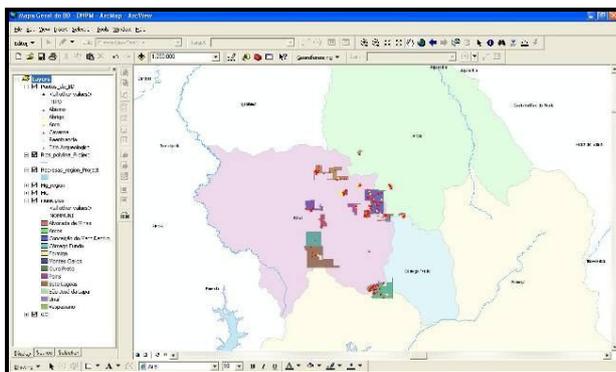


Figura 3: Inter-relações dos dados.

O sistema de banco de dados montado permite, ainda, incorporar outras informações que se desejar, além de possibilitar a modificação posterior de quaisquer dessas informações, caso seja necessário, seja qual for sua natureza, sem a necessidade de se construir outro sistema de informação ou outro banco de dados para a substituição daquele pré-existente. As modificações, realizadas em tempo real, são feitas através da inclusão ou exclusão de dados georreferenciados nas tabelas que mostram o conjunto de atributos de uma entidade qualquer,

alterando-os de forma a aperfeiçoar tanto o sistema em si, quanto a qualidade das informações nele contidas. Como exemplo dessas modificações, é possível citar a aquisição de novos dados espeleológicos, adicionando-os à respectiva tabela, dentro do programa de SIG.

A consulta a uma informação qualquer, seja ela textual, gráfica, tabular ou de imagens foi possível, no presente caso, porque o programa utilizado de SIG é preparado para esse tipo de necessidade. Diferente de um programa simples de CAD (*computer aided design*) que, mesmo tendo algumas ferramentas para o georeferenciamento, necessita de módulos adicionais e uma grande quantidade de operações para trabalhar com atributos ligados a banco de dados, tornando o sistema pesado e pouco interativo com o usuário.

O SIG possibilita a manipulação e a geração de produtos cartográficos, bi ou tridimensionais, através do cruzamento e análise de informações, com o objetivo de viabilizar a tomada de decisão por parte do usuário.

O sistema integrado de banco de dados com uma base cartográfica é um bom sistema para visualização, consulta e armazenamento de informação, permitindo ainda análises espaciais de forma automática. Um exemplo de análise espacial simples, com os dados disponíveis no sistema em questão, é a confecção de um mapa de zoneamento espeleológico (Figura 4). Estas áreas em torno dos dados pontuais seriam definidas através de *buffers* de tamanho previamente determinado, criados automaticamente por uma rotina do ArcView GIS® v. 9.2.

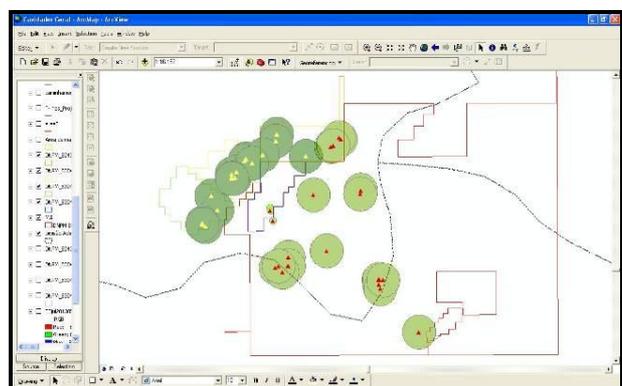


Figura 4: Zoneamento espeleológico dos pontos.

Conclusões

O sistema desenvolvido, cujo objetivo é uma aplicação na espeleologia, permite que o usuário tenha condições de obter informações rapidamente,

através de um sistema computacional, fato que, de outra forma, só seria possível com o auxílio de vários mapas em papel, relatórios em forma de tabulação de dados, tabelas e alguns álbuns fotográficos à mão.

Os resultados imediatos com a construção do sistema integrado de banco de dados aqui apresentado foram os seguintes:

Desenvolvimento de método automático de visualização de dados espeleológicos e arqueológicos da Spelayon Consultoria;

Reunião e integração de diferentes tipos de dados e construção do modelo de representação cartográfica necessário à tomada de decisão, permitindo o acesso e a apreensão de conhecimento a respeito da região trabalhada;

Possibilidade de geração de novos produtos cartográficos, a partir do cruzamento dos vários tipos de informações (Figura 5).

Um projeto de continuidade e permanente atualização de banco de dados com novos pontos e mapas.

As facilidades encontradas na visualização de dados estão diretamente relacionadas ao tempo gasto em se preparar a base de dados e à precisão do documento cartográfico que fornece a lógica conceitual ao sistema. Dessa maneira, é óbvio que um maior tempo de preparação e elaboração das

tabelas e das outras formas de visualização, significa um sistema mais interativo com o usuário. Isso posto, fica claro que esse sistema pode ser indefinidamente melhorado, ou pelo aumento e/ou aprimoramento do(s) banco(s) de dados correlacionáveis ao mesmo, ou então, pela sua maior interatividade ou disponibilização ao usuário.

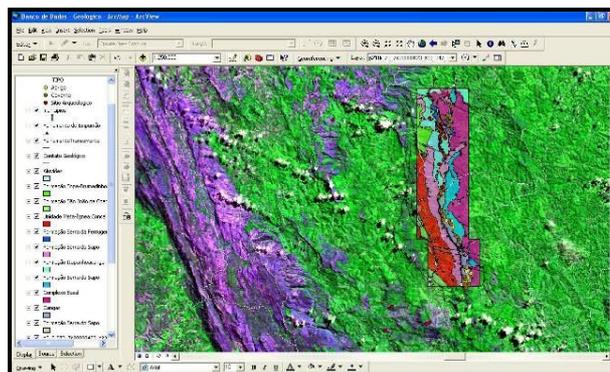


Figura 5: Mapa geológico resultante do cruzamento de informações.

Agradecimentos

A Spelayon Consultoria pelo suporte técnico, incentivo e iniciativa; a todos que trabalharam nas prospecções, mapeamentos das cavidades, gerando assim os dados para a confecção deste trabalho.

Referências Bibliográficas

- Alves, D.S. 1990. **Sistemas de Informação Geográficas**. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, *Anais*, 66 p.
- Bernhardsen T. 1999. **Geographic Information Systems: an introduction**. John Wiley & Sons, 372 p.
- FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2005. **Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cársticas no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte.