



## ANAIS do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Barreiras-BA, 11-14 de julho de 2013

ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 32º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br/32cbeanais.asp](http://www.cavernas.org.br/32cbeanais.asp)

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MUNIZ, F.; FERNANDES, E.. Análise da expansão das áreas de cavas de mineração nos municípios de Arcos e Pains (MG) utilizando imagens Landsat. In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. *Anais...* Campinas: SBE, 2013. p.239-244. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe\\_239-244.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_239-244.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 32º CBE contou com o apoio da Cooperação Técnica SBE-VC-RBMA. Acompanhe outras ações da Cooperação em [www.cavernas.org.br/cooperacaotecnica](http://www.cavernas.org.br/cooperacaotecnica)

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)



## ANÁLISE DA EXPANSÃO DAS ÁREAS DE CAVAS DE MINERAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE ARCOS E PAINS (MG) UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT

*ANALYSIS OF THE EXPANSION OF THE MINING PITS AREA IN THE MUNICIPALITIES OF ARCOS  
AND PAINS (MG) USING LANDSAT IMAGES*

**Fabrizio Muniz & Ednilson Fernandes**

Grupo de Extensão e Pesquisas Espeleológicas Guano Speleo, Museu de História Natural e Jardim Botânico,  
Universidade Federal de Minas Gerais (MHNJB/UFGM).

Contatos: [fabrizio.g.muniz@gmail.com](mailto:fabrizio.g.muniz@gmail.com); [edtb@oi.com.br](mailto:edtb@oi.com.br).

### Resumo

No centro-oeste mineiro estão localizados os municípios de Arcos e Pains, que juntos abrigam 35,7% das cavidades atualmente registradas em Minas Gerais. Essa expressiva quantidade de registros está ligada as litologias presentes nos municípios, o calcário e dolomito, rochas de extrema importância cultural e econômica. Fato que deixa os municípios em situação ambígua, entre a conservação do patrimônio natural e cultural e sua vocação na produção dos produtos derivados das rochas carbonáticas. Esse trabalho, através da utilização de imagens de satélite dos anos de 1984 a 2011, aborda o avanço de áreas de cavas de mineração na área de estudo, e a difícil missão de conservar e minerar em áreas carbonáticas.

**Palavras-Chave:** Arcos; Pains; Espeleologia; Mineração; Sensoriamento Remoto; Geoprocessamento.

### Abstract

*In the midwest of Minas Gerais are located the municipalities of Arcos and Pains, which together house 35.7% of the caves currently recorded in the state. This significant amount of records is related to the lithologies present in them, limestone and dolomites, rocks of extreme cultural and economic importance. This fact leaves that municipalities in an ambiguous situation between conservation of natural and cultural heritage and its vocation to the production of products derived from carbonate rocks. This work, through the use of satellite images of the years 1984 to 2011, discusses the progress of the mining pit areas in the study area, and the difficult task of conserving and mining areas carbonate.*

**Key-words:** Arcos; Pains; Speleology; Mining; Remote Sensing.

## 1. INTRODUÇÃO

Os municípios de Arcos e Pains localizam-se na região oeste de Minas Gerais, distante a 230km de Belo Horizonte. Localizados na porção mais ao sul da Província Cárstica do Bambuí (KARMANN; SANCHEZ, 1979), na extremidade sudoeste (SW) da porção meridional do cráton do São Francisco (Figura 1).

Os municípios em questão se encontram na região cárstica que engloba os municípios de Bambuí, Córrego Fundo, Doresópolis, Formiga, Iguatama, Pium-i e Pimenta. O potencial espeleológico regional encontra-se no sentido centro a noroeste, toda porção longitudinal leste de Pains e a sudoeste do município de Arcos (Figura 2). Uma região onde afloram rochas carbonáticas, pelíticas e raros conglomerados da formação Sete Lagoas, pois, em quase sua totalidade, observa-se uma sequência litológica de calcários dolomíticos sobrepostos a

calcários calcíticos. Intercalados entre os dois, há por vezes um nível métrico de calcário dolomítico estromatolítico (Lopes, 1995) (Figura 3).

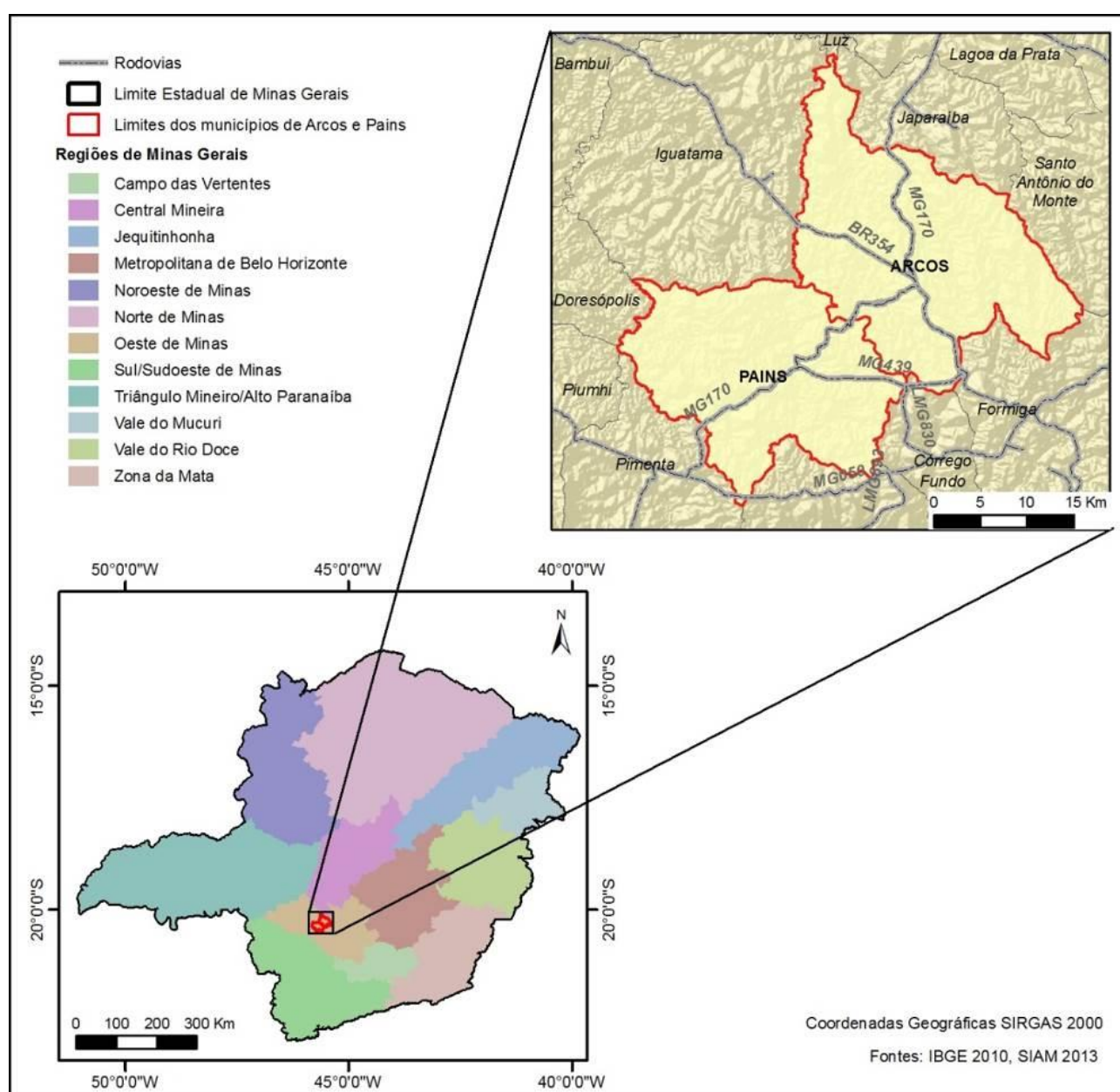
Arcos e Pains vivem grande dicotomia, pois são concomitantemente áreas de alto potencial espeleológico e minerário. Podemos observar a importância espeleológica destes municípios na contribuição no registro de cavidades naturais subterrâneas: o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação De Cavernas (CECAV) aponta que até então os municípios de Arcos e Pains, chegaram à marca de 1740 registros de cavidades, 35,7% das cavidades naturais subterrâneas registradas para o estado de Minas Gerais (CECAV, 2013). O potencial minerário é justificado pela presença de diversas empresas que possuem minas nos municípios, como a BELOCAL, BRASICAL, COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL (CSN), LAFARGE BRASIL S.A, GECAL, MINERAÇÃO JOÃO VAZ SOBRINHO,

MINERAÇÃO CORUMBÁ, MINERAÇÃO ARCOS e PRÓ-CALCAREO LTDA (DNPM, 2007).

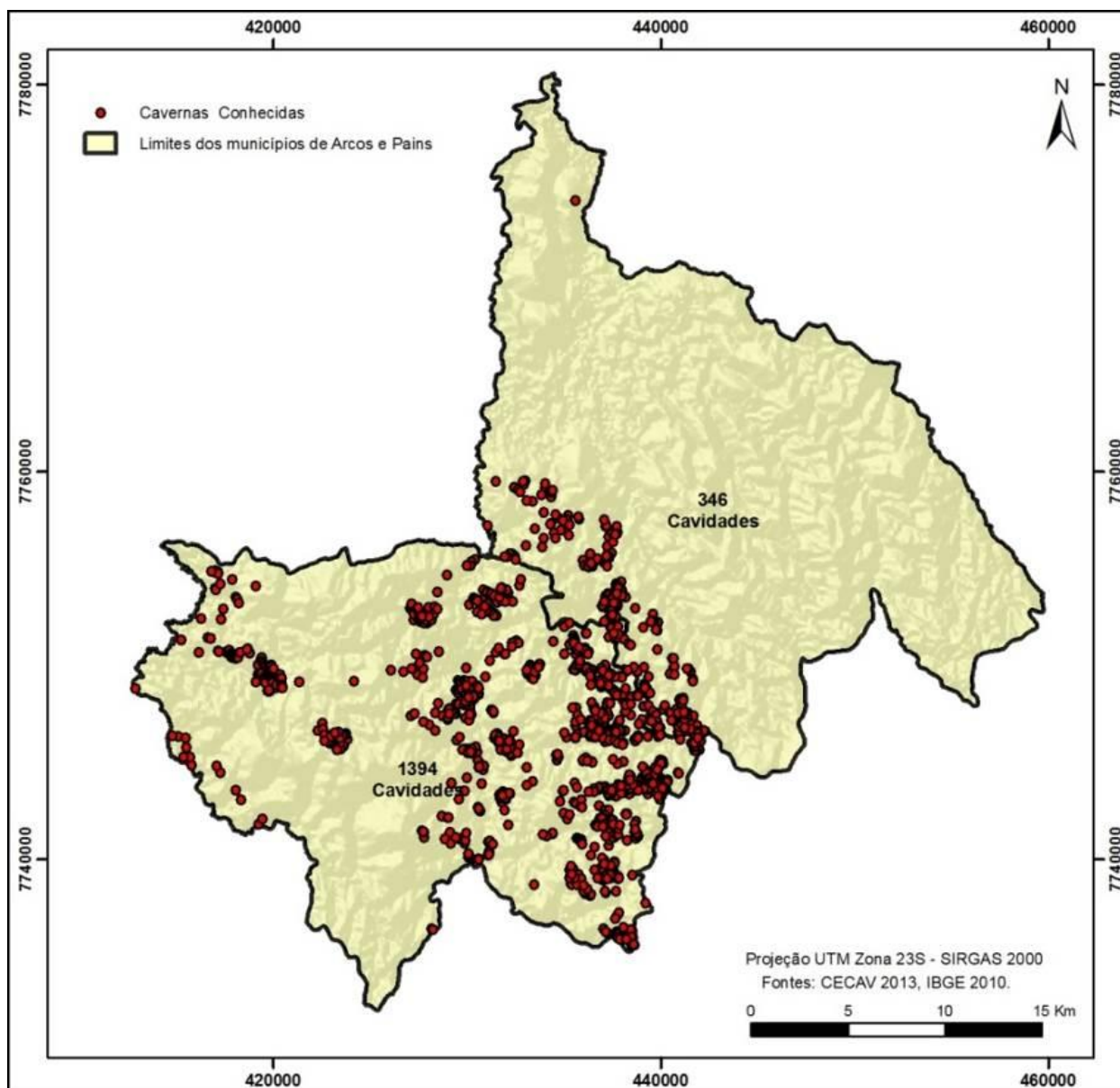
## 2. METODOLOGIA

Para realizar a análise do avanço das áreas de cavas de mineração ao longo de um período de 27 anos, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 5 da cena 219/74, dos anos de 1984, 1997, por estar aproximadamente no meio da análise, e 2011. As imagens foram obtidas através de *download* da

página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2013). Foram utilizadas as bandas 3, 5 e 4 em uma composição RGB 543. Os *rasters* passaram por um processo de georreferenciamento, utilizando a base cartográfica de hidrografia do IBGE para corrigir seu posicionamento. Após a correção, foi realizada a interpretação e identificação das áreas de cava, o que permitiu delimitar e quantificar em hectares a área atingida pela mineração para cada ano estudado. Todo o processamento dos dados espaciais foi realizado através do software ArcGIS 9.3 (Figura 4).



**Figura 1** – Localização dos municípios de Arcos e Pains (MG).



**Figura 2** – Cavernas naturais registradas nos municípios de Arcos e Pains (MG).

### 3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

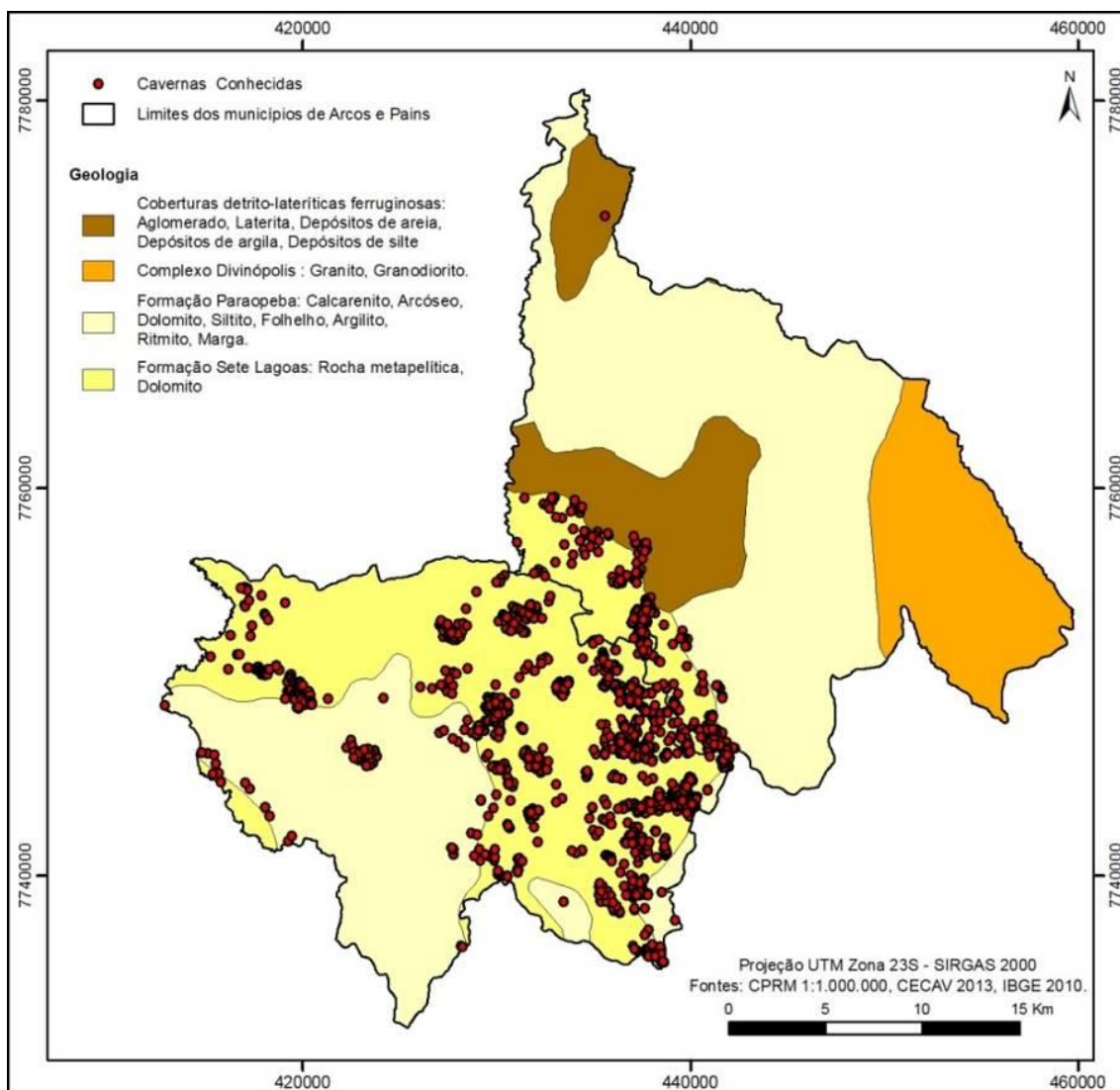
A realidade vivida pelos municípios mineiros brasileiros é complexa, pois os mesmos geralmente são pequenos e pouco estruturados, mesmo com grandes quantias geradas pelos *royalties* da mineração. As gestões municipais não viabilizam a implementação de políticas de estímulos para novas formas de trabalho paralelas a mineração, seguindo com a vocação de minerar, não havendo planos políticos em longo prazo.

A conservação do Meio Ambiente fica sempre a desejar nesses municípios, pois a produção mineral além de lucrativa é a forma de subsistência dos mesmos, e quem sempre perde são o patrimônio espeleológico e o meio ambiente. O estado de Minas Gerais no ano de 2009 consumiu 66,37% do “calcário bruto” brasileiro, gerando 36.210.850

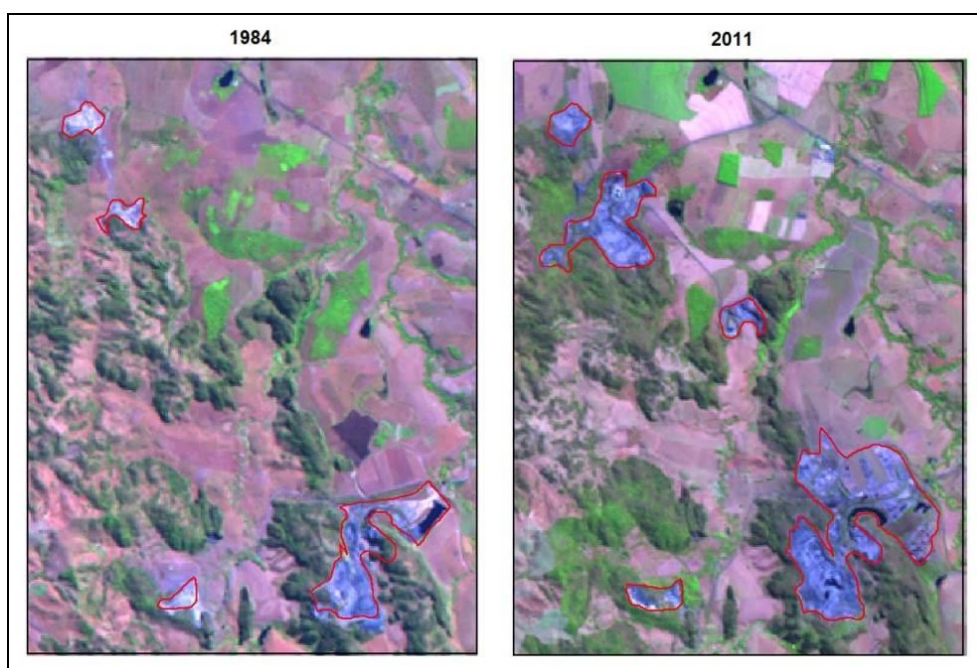
toneladas e 88,85% do calcário beneficiado produzido no Brasil, com 36.924.699 toneladas e um valor total comercializado de R\$ 435.886.296,00 (DNPM, 2010).

Fator primordial e grande dificultador de ações de conservação espeleológica por parte destes municípios é a presença de empreendimentos minerários antes mesmo da legislação espeleológica. Em Arcos e Pains a situação não é diferente. O aumento significativo das exigências dos órgãos ambientais na obtenção do licenciamento para minerações é crescente nos últimos anos, um ganho quantitativo para o cadastro de novas cavernas, já que o potencial espeleológico nacional em rochas carbonáticas é imenso, e visto que estima-se que apenas 5% das cavernas existentes são de fato conhecidas (PILO; AULER, 2011).





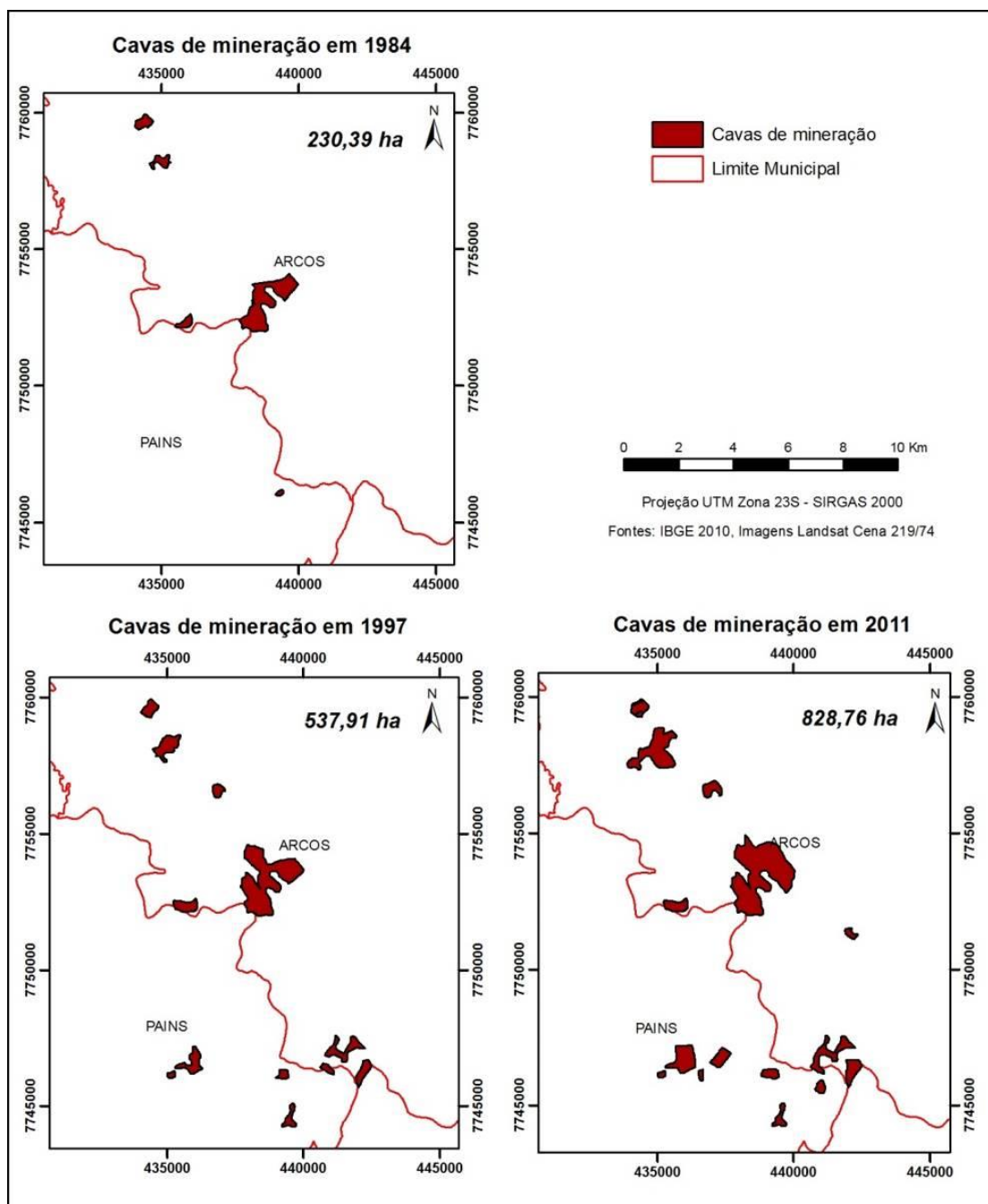
**Figura 3** – Geologia dos municípios de Arcos e Pains (MG).



**Figura 4** – Áreas de cava de mineração identificadas em imagens Landsat 5 nos anos de 1984 e 2011.

Visto como é complexo o cenário espeleológico em que se encontram os municípios de Arcos e Pains, buscou-se explanar através de análises multi temporais de imagens de satélite como foi o processo de ampliação das cavas de mineração nos últimos 27 anos. Através de análise destas imagens é possível concluir que a mineração nos municípios estudados apresenta-se em franca expansão. Entre o período de 1984 e 1997 houve um aumento de 151,2% na área minerada. Também foi o período de descoberta de grandes cavernas na região pelos grupos de espeleologia Agster e Guano Speleo, frisando quão complexo é o processo de

produzir e conservar. Entre 1997 e 2011, o aumento foi de 54%. Em comparação com o primeiro período analisado tem-se uma satisfatória redução, visto que neste segundo momento já há a presença da legislação espeleológica e um claro aumento na rigorosidade de avaliação dos processos de licenciamento ambiental envolvendo o patrimônio espeleológico por parte do setor público e uma efetiva conscientização do terceiro setor, aliado a grandes pressões da comunidade científica. Apesar do ritmo de expansão ter diminuído nos anos finais do período estudado, o avanço ao longo das décadas foi evidente (Figura 5).



**Figura 5** – Expansão da área de cavas de mineração entre os anos de 1984 e 2011.

#### 4. CONCLUSÕES

Os estudos espeleológicos vêm se beneficiando com uso de tecnologias diversas nos últimos anos, dentre elas estão as imagens de satélite. As imagens Landsat 5 se mostraram satisfatórias para a identificação de áreas de mineração, e possibilitaram a avaliação histórica do fenômeno estudado com eficiência, podendo ser utilizadas em outros trabalhos que possuam objetivos semelhantes.

Com a perspectiva de expansão da área minerada nos municípios em questão como foi observado nesse estudo, torna-se cada vez mais

importante a conscientização da população local e da iniciativa privada quanto a necessidade de preservação das cavidades naturais.

O papel dos grupos de espeleologia, cientistas e interessados na conservação das cavidades naturais subterrâneas, é gerar conhecimento, formar profissionais e atuar junto às comunidades desses municípios de forma a instruí-las da melhor maneira possível.

Dessa forma espera-se poder executar as atividades de extração mineral causando o menor impacto possível ao rico patrimônio espeleológico de Minas Gerais.

#### BIBLIOGRAFIA

- CECAV. **Base de dados**. Brasília, CECAV, 2013. Disponível em: <[www.icmbio.gov.br/cecav](http://www.icmbio.gov.br/cecav)>. Acesso em: 27 abr. 2013.
- DNPM. **Universo da Mineração Brasileira 2007**. Brasília, DF. 2007. Disponível em: <[http://www.dnpm.gov.br/mostra\\_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=2102](http://www.dnpm.gov.br/mostra_arquivo.asp?IDBancoArquivoArquivo=2102)>. Acesso em 29 abr. 2013.
- DNPM. **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília, DF: V. 1, 2010. Disponível em: <[http://www.dnpm.gov.br/relatorios/amb/Completo\\_2010.pdf](http://www.dnpm.gov.br/relatorios/amb/Completo_2010.pdf)>. Acesso em 29 abr. 2013.
- INPE. **Imagens Landsat 5**. Brasília, INPE, 2013. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- KARMANN, I.; SANCHEZ, L. E. **Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas no Brasil**. Monte Sião: SBE - Espeleotema 13: 105-167. 1979.
- LOPES, J. N. **Faciologia e Gênese dos Carbonatos do Grupo Bambuí na Região de Arcos, Minas Gerais**. São Paulo: Dissertação de Mestrado – IG/USP. 1995.
- PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à Espeleologia. In: CECAV. **III curso de espeleologia e licenciamento ambiental**. Brasília: CECAV/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Cap. 1, p. 7-23. 2011.