

## CAVERNAS EM ARENITO: OESTE DO RIO GRANDE DO SUL <sup>(1)</sup>

ROBAINA, L. E. S<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, lesro@hanoi.base.ufsm.br

BAZZAN, T<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria, thiagobaz@yahoo.com.br

(<sup>1</sup>) Apoio FAPERGS Projeto n° 05/1812.3

### RESUMO

Este estudo se desenvolve na sub-bacia do Arroio Lajeado Calça Bota, no município de Nova Esperança do Sul na caverna conhecida como Gruta Subterrânea Nossa Senhora de Fátima. O levantamento da caverna foi feito por método expedito, com uso de bússola, trena e GPS, utilizando-se para os salões medidos em radiais. A caverna como um todo desenvolve uma estruturação controlada por direções preferenciais NE-SW e NW-SE. Segue a orientação das principais estruturas do Estado representadas pelo alinhamento NE e NW do embasamento e os alinhamentos E-W da separação continental. A litologia está representada por rochas areníticas com grânulos de minerais de sílica e cores avermelhadas devido a ocorrência de películas de óxidos de ferro ao redor dos grãos. Quando o óxido de ferro preenche os poros confere coesão a rocha e resistência aos processos erosivos. A estratificação é bem marcada formando estratos longos que representam zonas de descontinuidades e, portanto, mais frágeis à erosão interna. A pequena quantidade de matriz/cimento argilosos favorece a ação dos processos erosivos. A erosão também é influenciada pela geometria interna homogênea e escassez de anisotropias consideráveis, criadas por intercalações de tipos litológicos distintos ou descontinuidades físicas. A estruturação da caverna se desenvolve em plano principal entre as cota topográfica de 220 a 208 metros. As aberturas amplas e estreitas e dependem do solapamento do teto que segue a estratificação e fraturas dos arenitos. Nas galerias e salões ocorrem diversos blocos originados por sucessivos abatimentos de material do teto. Os planos de estratificação e as diáclases, em rochas de mergulho suave, promovem movimentação lateral das águas ao longo das suas interseções e favorecem a formação das galerias. As interseções de conjunto de juntas verticais concentram fluxos descendentes de águas, formando poços. A gênese resulta da infiltração e escoamento com erosão subterrânea das águas para as proximidades das escarpas ao longo de planos de diaclasamento e estratificação, com conseqüente remoção do material arenoso mais friável.

Palavras-Chaves: formas pseudocársticas, processos de dinâmica superficial, cavernas.

### INTRODUÇÃO

A região Oeste do Estado do Rio Grande do Sul é caracterizada pela ocorrência de processos erosivos avançados que geram areais, voçorocas e ravinas. Outra feição que chama atenção é a ocorrência de cavernas em rochas siliciclásticas. As cavernas têm sido utilizadas como atrativo turístico e religioso no município de Nova Esperança do Sul. O presente trabalho apresenta os estudos realizados pelo grupo do Laboratório de Geologia Ambiental (LAGEOLAM) da UFSM/RS, nesta região.

Este estudo se desenvolve na sub-bacia do Arroio Lajeado Calça Bota, no município de Nova Esperança do Sul entre as coordenadas geográficas de longitude 54° 51' 12" e 54° 45' e latitudes de 29° 22' e 29° 25' 10". O acesso a caverna conhecida como

Gruta Subterrânea Nossa Senhora de Fátima ocorre pela estrada municipal que tem seu início na BR 287 (Figura 1).

As formas de relevo, como as cavernas, semelhantes ao relevo cárstico, mas que não ocorre associado a rochas calcárias e são produzidos por processos diferentes, são denominadas com o termo pseudocársticas.

As cavernas podem ser encaradas (SUGUIO, 1999) como redes tridimensionais de condutos de tamanho variado, possuindo diâmetro desde alguns milímetros até dezenas de metros. Comumente somente quando o sistema de dutos formados devido ao alargamento, por dissolução e/ou solapamento, passa a ser acessível ao Homem é então denominado cavernas.

No Brasil ainda não são comuns estudos relativos a estas feições, principalmente quando se trata de arenitos. Wernick et al (1973) estudou cavernas na região de Rio Claro desenvolvidas sobre rochas areníticas da Formação Pirambóia. Na Bacia de Taubaté, SP, Coltrinari & Nogueira (1989) e Coltrinari (1999) desenvolveram estudos sobre a evolução das formas de relevo e de feições tipo cársticas em rochas clásticas.

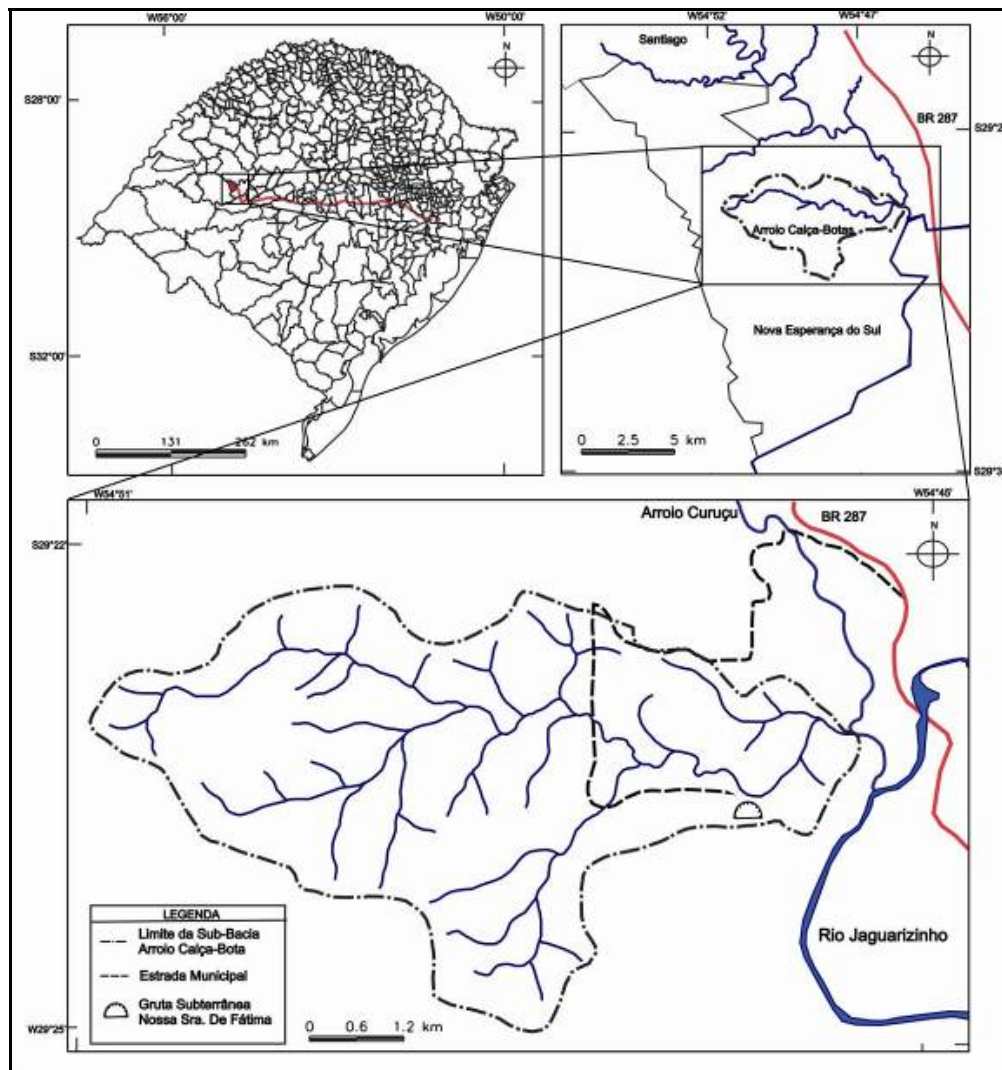


Figura 1: Localização da área.

## ÁREA DE ESTUDO

O clima, conforme Nimner (1977), no sudoeste do Rio Grande do Sul é subtropical, com ocorrência de clima mesotérmico brando superúmido, com presença de verões quentes e invernos frios, sem estações secas. A precipitação é superior a 100 mm mensal e a média anual é 1400 mm.

A área de estudo ocorre na Província Geomorfológica do Planalto Sul-Riograndense, composto pelo empilhamento de sucessivos derrames de lava associados a separação do Continente da Gondwana. Os derrames de lava fazem parte da Formação Serra Geral de idade Juro-Cretácea. Associado ao derrames ocorrem rochas siliciclásticas definidas com pertencentes a Formação Botucatu e a Formação Caturritas ou Guará. A Formação Botucatu está representada por rochas areníticas bem classificado granulometricamente, definidas como depósitos em ambiente desértico formado por dunas

do tipo barcanas. Os demais arenitos apresentam características de ambiente fluvial e conforme Montardo & Benaduce (1984) pertencem a Formação Caturrita. Trabalhos mais recentes (Scherer et al. 2000) colocam estratigraficamente em uma formação nova, que ocorre somente na área oeste do Estado, denominada de Formação Guará.

Os solos originados da alteração de rochas vulcânicas e sedimentares em relevo ondulado a fortemente ondulado são conforme o levantamento de solos do Rio Grande do Sul (2002) argissolos e latossolos em porções de topo de colinas e cambissolos a afloramentos de rocha na meia encosta.

## **METODOLOGIA**

Os dados e discussões apresentados neste trabalho foram baseados nos trabalhos de análise do meio através de mapeamentos geoambientais, com abordagem geomorfológica, que estão sendo desenvolvidos na Bacia do arroio Curuçu, afluente do rio Ibicuí, pelo LAGEOLAM.

Os dados da rede de drenagem, do relevo e litológicos foram obtidos com uso de análise de cartas topográficas do exército, escala 1:50.000, imagens de satélite CBERS-2 de 08/2004. e trabalhos de campo através de perfis.

O levantamento da caverna foi feito por método expedito, com uso de bússola, trena e GPS, utilizando-se para os salões medidas em radiais.

Para o desenvolvimento do croqui da caverna utilizou-se para georreferenciamento o programa Spring 4.2 e para edição final o programa Corel Drawn 12.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Geomorfologicamente forma uma área deprimida que segue o curso principal do arroio Lajeado Calça-Botas. O entorno é composto por morros e morrotes de rochas vulcânicas e arenitos eólicos associados. A caverna como um todo desenvolve uma estruturação controlada por direções preferenciais NE-SW e NW-SE. Segue a orientação das principais estruturas do Estado representadas pelo alinhamento NE e NW do embasamento e os alinhamentos E-W da separação continental.

A figura 2 apresenta um croqui indicando os dutos, salões e depressões que compõem a Gruta Subterrânea Nossa Senhora de Fátima.

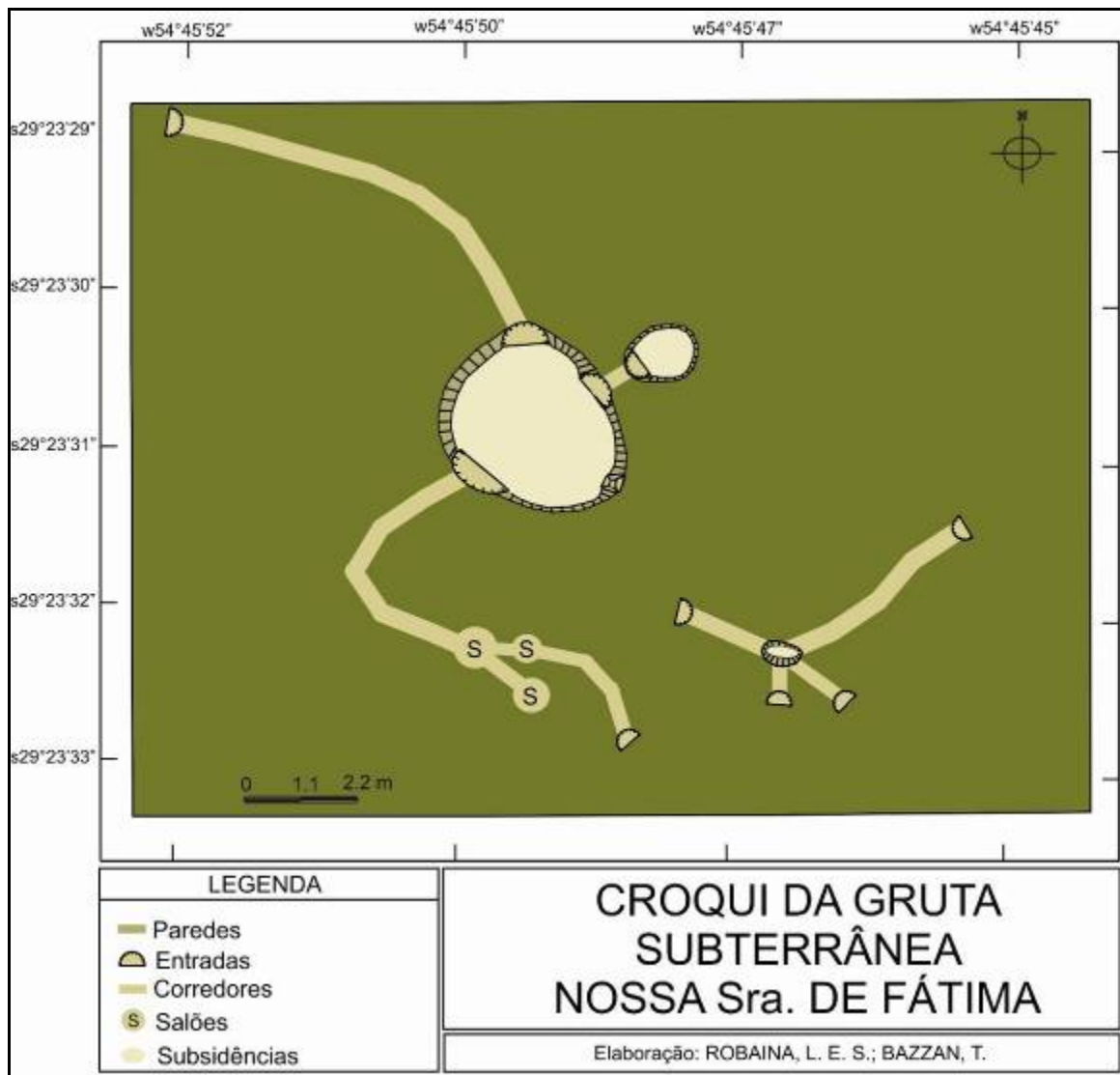


Figura 2 – Desenho esquemático da Caverna, apresentando o duto principal, salões e depressões por solapamentos do teto.

A litologia está representada por rochas areníticas com grânulos de minerais de sílica e cores avermelhadas devido a ocorrência de películas de óxidos de ferro ao redor dos grãos. Quando o óxido de ferro preenche os poros confere coesão a rocha e resistência aos processos erosivos. A estratificação é bem marcada formando estratos longos que representam zonas de descontinuidades e, portanto, mais frágeis à erosão interna. A pequena quantidade de matriz/cimento argilosos favorece a ação dos processos erosivos. A erosão também é influenciada pela geometria interna homogênea e escassez de anisotropias consideráveis, criadas por intercalações de tipos litológicos distintos ou descontinuidades físicas.

A estruturação da caverna se desenvolve em plano principal entre as cota topográfica de 220 a 208 metros. A fotografia (1a) apresenta a entrada principal da caverna onde foi colocada uma Santa onde são realizados eventos religiosos (Gruta Subterrânea Nossa Senhora de Fátima).

As aberturas amplas e estreitas e dependem do solapamento do teto que segue a estratificação e fraturas dos arenitos. Nas galerias e salões ocorrem diversos blocos originados por sucessivos abatimentos de material do teto.

As figuras 3 e 4 mostram essas feições descritas. Na fotografia (3b) pode ser visto a ocorrência de dutos de pequena dimensão no interior da caverna; nas fotos 4a e 4b feições associadas a tombamento como a forma de meia-lua no teto e os vários blocos e matacões depositados no piso devido ao tombamento do teto.



Figura 3a: Entrada principal da Caverna - Gruta Subterrânea Nossa Senhora de Fátima;  
Figura 3b: Duto de pequena dimensão no interior da caverna e blocos tombados do teto;

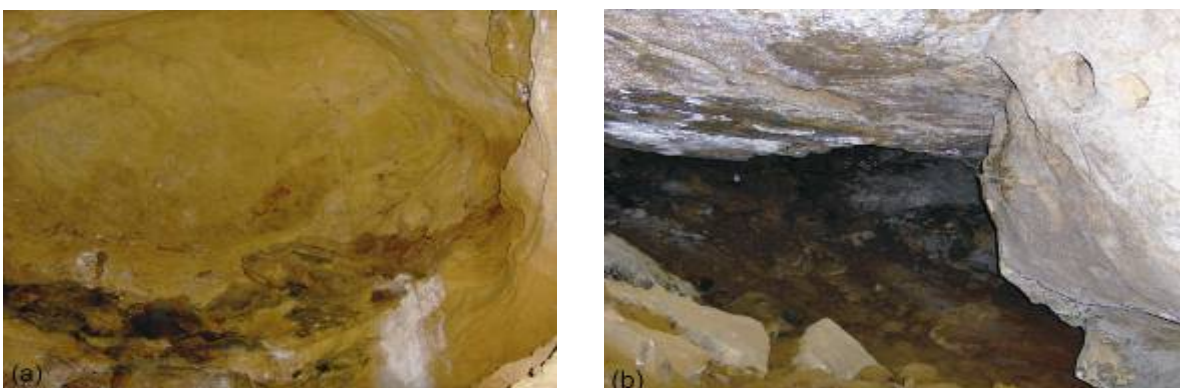


Figura 5a: Forma de meia-lua no teto formada devido ao tombamento que segue a estratificação; Figura 5b: Interior da caverna com vários blocos e matacões depositados no piso devido ao tombamento do teto.

O colapso do teto leva frequentemente à modificação dos condutos subterrâneos gerando grandes salões. A fotografia 5a mostra um túnel formado junto a área da entrada

principal ligando duas depressões originados por tombamento do teto e a fotografia 5b representa um salão formado no interior da caverna.



Figura 5a: túnel formado junto a área da entrada principal ligando duas depressões originados por tombamento do teto;

Figura 6b: vista do interior da caverna formando um grande salão.

Os planos de estratificação e as diáclases, em rochas de mergulho suave, promovem movimentação lateral das águas ao longo das suas interseções e favorecem a formação das galerias. As interseções de conjunto de juntas verticais concentram fluxos descendentes de águas, formando poços.

Em alguns pontos do teto, associadas a diáclases, verifica-se infiltração de água através de esparsas goteiras.

Alguns fenômenos podem ser observados nas rochas da região e que influenciam na dinâmica de formação das cavernas. Em vários locais ocorrem fenômenos de silicificação com formação de crostas veios de poucos centímetros e outras vezes preenchendo os poros da rocha o que confere alta coesão.

A gênese das feições pseudocársticas caracterizadas por depressões e cavernas está associada aos processos de erosão diferencial. O processo de erosão mecânica desempenha o principal papel, entretanto a participação de processos de denudação geoquímica também são importante na sua elaboração. A denudação geoquímica afeta as rochas areníticas,

principalmente, pela remobilização de óxidos de ferro que servem como ligantes. Esse processo gera material friável, com menor resistência à erosão mecânica.

A ocorrência de manchas de descoloração arredondadas e irregulares indicando lixiviação de compostos de ferro do arenito. A formação de crostas limoníticas devido a concentração de óxidos e hidróxidos de ferro pode ser observada associada às rochas que compõem a caverna.

O desenvolvimento das cavernas tem forte controle estrutural por meio das direções preferências de diaclasamento. Além disso, a estratificação da rocha são zonas de descontinuidades que influenciam na dinâmica evolutiva.

A gênese resulta da infiltração e escoamento com erosão subterrânea das águas para as proximidades das escarpas ao longo de planos de diaclasamento e estratificação, com conseqüente remoção do material arenoso mais friável. Conforme Filizola (1993) a evolução de depressões e cavernas em rochas clásticas pode ser explicado por infiltração da água superficial seguindo zonas de descontinuidades da rocha, principalmente diáclases e as estratificações, associadas à ocorrência de depressões com sistemas de lineamentos.

Obtido o alargamento inicial, a caverna evolui através de abatimentos. O nível do escoamento lateral das águas de infiltração pode ser controlado por porções menos permeáveis do arenito e associadas a crostas ferralíticas ou silicosas.

A existência de vale profundo, onde se encontra entalhado o arroio Calça-Botas, propicia o intenso movimento descendente de água subterrânea percolando os pacotes rochosos.

## **CONCLUSÕES**

A morfogênese associada a episódios semi-áridos durante o Pleistoceno tem sido aceito para explicar a evolução das formas do relevo no Cenozóico. O mapeamento e estudo de depressões e formas associadas podem ser significativos para demonstrar a extensão e diversidade de formas do tipo cársticas no Oeste do Estado e, portanto para contribuir para suportar um novo modelo de evolução das vertentes no sul do Brasil.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

COLTRINARI, L. (1999) Karstic-type forms and landscape evolution in Taubaté Basin (São Paulo, Brazil) Fourth International Conference on Geomorphology. **Suppl. Geogr. Fis. Dinam. Quat.** 22, 5-12.



COTRINARI, L. & NOGUEIRA, F. (1989). Dambo-like landforms in southeastern Brazil. **Second International Conference on Geomorphology**, Frankfurt/Main. Geöko-plus, 1, p.58.

EDEMAR VALDIR STRECK et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002.

FILIZOLA, H.F. (1993) **O papel da erosão geoquímica na evolução do modelado da Bacia do Taubaté, SP**. Tese de Doutorado – USP – Universidade de São Paulo, São Paulo, 143p.

MONTARDO, D.K. & BENADUCE, G.M. Considerações sobre o processo erosivo nos areias de São João e de passo Novo em Alegrete, RS – Brasil. **Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia**, Rio de Janeiro, RJ, 1984.

WERNICK, E. PASTORE, E.L. & PIRES NETO, A. Cavernas em Arenitos. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, 13 (26): 56-67, 1973.