

## CLASSIFICAÇÃO GEOMÉTRICA DA GRUTA DE MORENA (MG-270), CORDISBURGO, MG E PROPOSTA DE GÊNESE DE SEUS CONDUTOS A OESTE

*GEOMETRIC CLASSIFICATION OF CAVE MORENA (MG-270), CORDISBURGO, MG AND GENESIS  
PROPOSAL OF ITS CONDUCT OF WEST*

**Nelício Faria de Sales**

Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET- MG.

Contatos: [neliciofaria@ig.com.br](mailto:neliciofaria@ig.com.br).

### Resumo

A classificação das cavidades naturais é feita normalmente através da comparação visual com padrões definidos a partir de Palmer 1991. Extrapolando-se esses estudos é possível usar dados topológicos extraídos das topografias elaboradas obtendo-se diretamente a conectividade da cavidade. Em topologia, a conectividade representa o número máximo de cortes que podem ser feitos em uma forma geométrica sem que ela seja dividida em um número maior de partes separadas. A conectividade pode ser obtida diretamente dos dados topográficos inseridos em softwares topográficos, sendo igual ao número de “loops” gerados na introdução dos dados. Este parâmetro permite entender melhor o grau de fracionamento das cavidades. Existem cavidades com grande e pequena complexidade, não sendo este um parâmetro diretamente proporcional à área em que ela está inserida, mas sim, relacionado com o seu mecanismo de formação. O objetivo do presente trabalho foi estudar e classificar a Gruta de Morena analisando sua forma por comparação e utilizando uma metodologia topológica. Além disso, foi proposta uma sequência lógica para explicar a evolução dos condutos da saída oeste da cavidade.

**Palavras-Chave:** Conectividade, topologia, geometria, hidrogeologia.

### Abstract

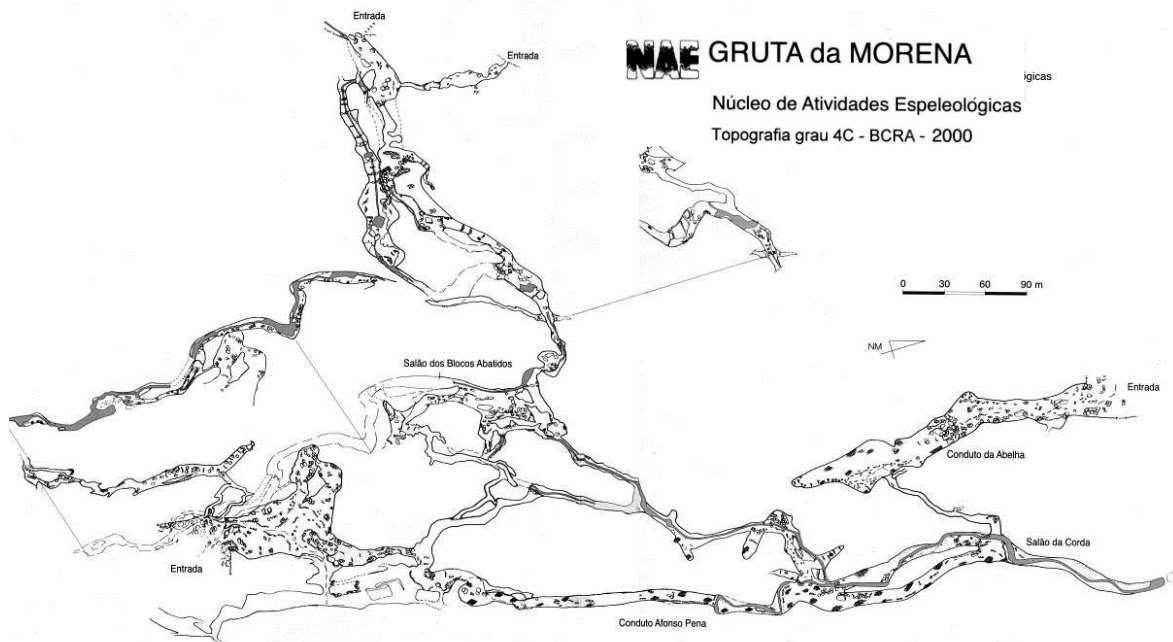
*The classification of natural cavities is normally done by visual comparison with standards set from Palmer in 1991. Extrapolating these studies can use data extracted from the topological topographies produced by obtaining directly the connectivity of the cavity. In topology, the connectivity represents the maximum number of cuts that can be made in a geometric form without it is divided in a bigger number of separate parts. Connectivity can be obtained directly from data entered in software topographic surveying, equal to the number of loops generated in the data entry. This parameter allows you to better understand the degree of fractionation of the cavities. As is common knowledge there are caves with large and small complex, which is not a parameter directly proportional to the area in which it is inserted, but rather related to their formation mechanism. The aim of this work was to study and classify the Morena Cave analyzing their shape by comparison and using a topological methodology. Furthermore, we proposed a logical sequence to explain the evolution of conduits from the west exit of the cavity.*

**Key-words:** connectivity, topology, geometry, hydrogeology.

### 1. INTRODUÇÃO

O distrito espeleológico de Cordisburgo, Minas Gerais, localiza-se a norte de Belo Horizonte, a sul da província espeleológica do Bambuí, em terrenos carbonáticos da Formação Lagoa do Jacaré (Grupo Bambuí). Essas rochas hospedam cavernas importantes, pela beleza cênica e potencial científico, destacando-se a gruta turística do Maquiné, a Gruta do Salitre e a Gruta de Morena (Cruz e Pereira Filho 2003).

A Gruta de Morena (MG-270) (Figura 1.1) é a maior caverna dos arredores de Cordisburgo-MG e recentemente foi incluída na área de influência da Gruta de Maquiné com o propósito de proteção desta importante cavidade. Possui um desenvolvimento horizontal de cerca de 4620 m, topografados pelo Núcleo de Atividades Espeleológicas (NAE). Apresenta sete entradas que levam a belos condutos formados por dois rios e uma nascente interna, que se encontram no seu interior, emergindo em conduto único em sua ressurgência (Cruz e Pereira Filho 2003).



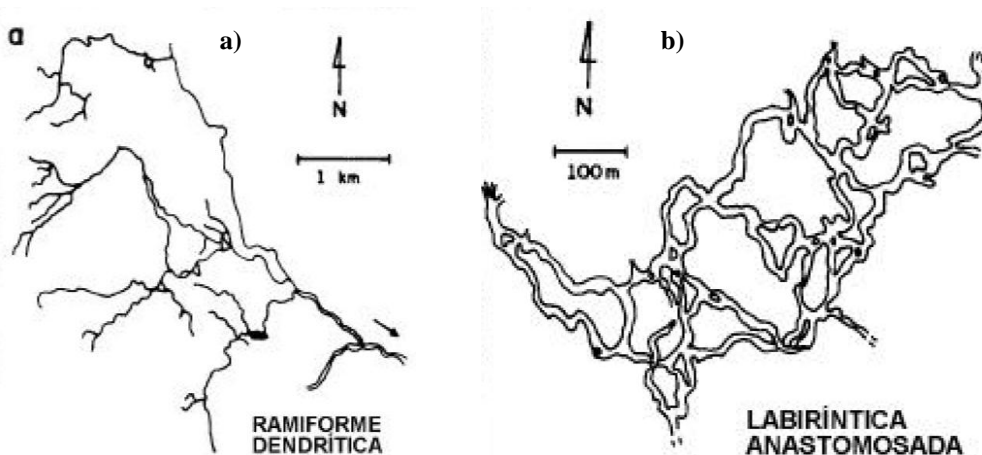
**Figura 1.1** – Gruta da Morena. Fonte: (NAE 2000) in: Auler, Rubbioli e Brandi 2001.

Quando visitamos pela primeira vez esta cavidade natural é comum, como em quaisquer outras, um sentimento de insegurança quando nos deparamos com estruturas labirínticas, ocorrências muito comuns e objeto de uma crescente preocupação espeleológica para sua correta classificação (Palmer 1991 e Ford 2003).

À medida que evoluímos em nossas explorações e o acervo pessoal de cavidades prospectadas aumenta, notamos, invariavelmente, que algumas cavidades são mais difíceis de serem exploradas do que outras. A dificuldade básica de algumas decorre de sua verticalidade, a de outras, da sua complexidade labiríntica, decorrendo, então, naturalmente, nossa primeira classificação e divisão

entre as cavidades com desenvolvimentos predominantemente horizontais ou verticais. Tal divisão é marcante e notada também na literatura (Auler, Rubbioli e Brandi 2001).

Deixando de lado essa diferenciação básica e concentrando-nos apenas na geometria das cavidades, podemos ver que a complexidade labiríntica de uma cavidade, além das classificações geométricas (Figura 1.2) propostas por Palmer 1991, pode-se traduzir matematicamente os dados geométricos de uma cavidade através de estudos topológicos (Sales 2002), melhorando o entendimento comum desses padrões de geometria mostrados em vários estudos.



**Figura 1.2** – Geometria a) ramiforme dendrítica e b) labiríntica anastomosada, conforme Ford 2003 e Palmer 1991.

Isso viria a melhorar o entendimento do fracionamento a que a cavidade foi submetida e que reflete diretamente no tipo de desenvolvimento que seus condutos tomam a partir dos diversos mecanismos de formação a que está submetida.

O objetivo do presente trabalho foi estudar e classificar a Gruta de Morena, conforme Palmer 1991 e pela metodologia topológica proposta no presente estudo. Além disso, foi proposta uma sequência lógica para explicar a evolução dos condutos da saída do Ney.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Modelos de classificação propostos: comparação geométrica x cálculo de conectividade da cavidade

A classificação desta cavidade foi feita pela observação do mapa topográfico e sua posterior comparação com os padrões descritos na literatura. Foi possível escolher mais de uma geometria em que a cavidade se enquadrava de modo que foi necessário conjugar mais de uma descrição para que sua identificação fosse inequívoca.

A conectividade em cavidades naturais é dada pela equação 2.1, conforme, Sales 2002:

$$C = B - N + NP, \quad (2.1)$$

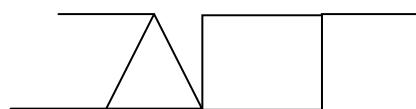
Onde: *B* é igual ao número de braços;  
*N* é igual ao número de nós e  
*NP* é igual ao número de partes distintas da cavidade.

O modelo considera que a estrutura da cavidade está conectada e portanto sendo constituída de apenas 1 parte, ou seja  $NP = 1$ . Desta forma a equação 2.1 pode ser descrita como:

$$C = B - N + 1, \quad (2.2)$$

Desse modo, considerando a geometria da Figura 2.1, podemos calcular sua conectividade, resultando conforme a equação 2.2 em:

$$C = B - N + 1 = 10 - 9 + 1 \rightarrow C = 2$$

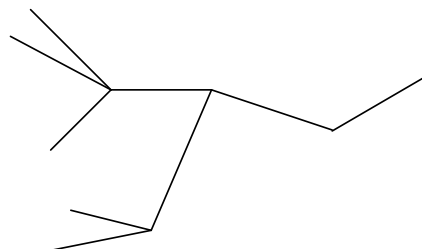


**Figura 2.1** – Geometria com conectividade  $C = 2$ .

Levando em consideração a conectividade, o número máximo de obstruções que podem ocorrer

em uma cavidade de modo que eu ainda possa chegar a todos os nós é igual a dois, desde que ocorram nos “loops” da cavidade, uma obstrução em cada “loop”.

Considerando uma cavidade ramiforme dendrítica, conforme a representação abaixo (Figura 2.2), podemos calcular a conectividade como sendo:  $C = B - N + 1 \rightarrow C = 9 - 10 + 1 \rightarrow C = 0$ , ou seja, este tipo de cavidade tenderá a ter conectividade zero.



**Figura 2.2** – Geometria de uma cavidade ramiforme dendrítica, genérica.

### 2.2 Proposta de gênese dos condutos a oeste da Gruta de Morena

A evolução dos condutos proposta por este estudo, baseia-se nos levantamentos topográficos feitos durante os anos de 1991 a 1998, totalizando mais de 60 incursões realizadas nesta cavidade. Foi feita a partir da observação direta dos processos erosivos ocorridos e percebidos na base dos travertinos do conduto a oeste e também a partir da observação da existência de condutos secos com travertinos mostrando que este conduto outrora teve certa vazão (Figura 2.3).

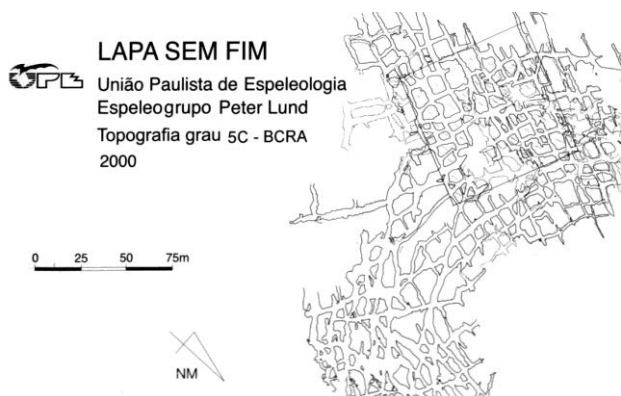
Estas constatações nos levaram a questionar qual teria sido a sequência lógica evolutiva destes condutos.

## 3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

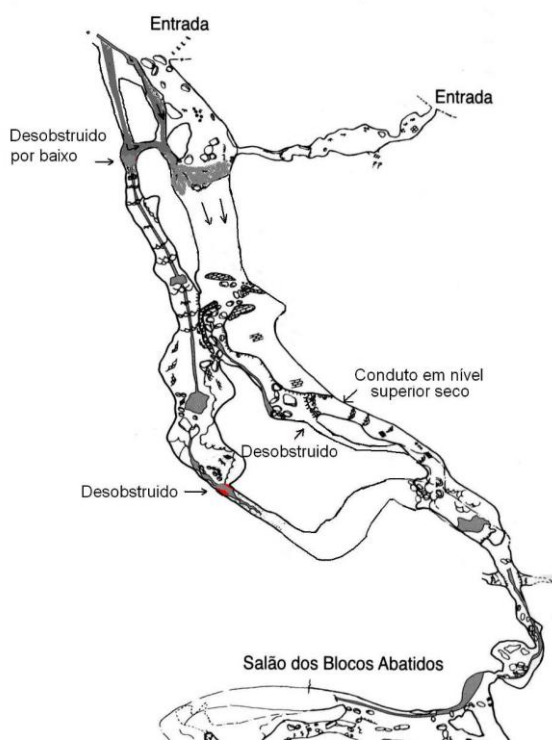
### 3.1 Classificação geométrica da Gruta de Morena conjugada com o cálculo de sua conectividade

Pela observação direta do mapa topográfico, vemos que a Gruta de Morena (Figura 1.1) pode ser classificada como ramiforme dendrítica (Figura 1.2 a) pois a característica que marca este tipo geométrico é a confluência para um único conduto ao final da cavidade e vemos também, que, devido aos inúmeros “loops” ao centro, causados pela confluência dos rios dentro desta cavidade, ela apresenta características labirínticas anastomosadas (Figura 1.2 b), conforme Palmer 1991. Considerando a base de dados do levantamento





**Fig. 3.2** - Área limitada na Lapa Sem Fim para cálculo da conectividade.  $C = 54$ , para uma área de 80mx80m e  $C = 2800$ , para uma área de 400mx700m. Fonte: Auler, A., Rubbioli, E., Brandi, R. 2001.



**Fig. 3.3** – Condutos a oeste da Gruta de Morena desobstruídos atualmente. Fonte: NAE.

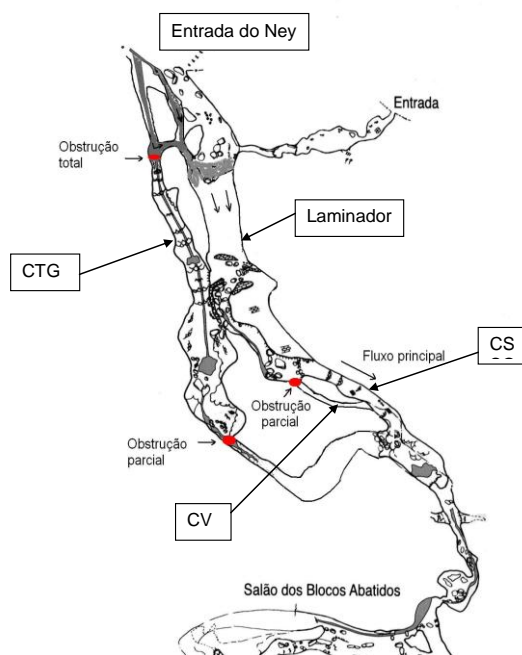
Eventualmente, dependendo da vazão do Córrego do Ney e das precipitações nas suas proximidades podem ocorrer vazões no laminador e no CV já que a cota destes dois condutos é menor do que a cota do CSS. Durante os levantamento topográfico verificou-se que o laminador e o salão da Entrada do Ney podem se inundar em certas épocas em função da vazão que pode ocorrer ali. Não existem evidências da ocorrência de vazões recentes no CSS.

#### 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A Gruta de Morena possui pequena complexidade labiríntica quando comparada a grutas tipicamente assim descritas como é o caso da Lapa Sem Fim. Sua classificação geométrica como ramiforme dendrítica, labiríntica anastomosada ao centro com conectividade aproximada de 21, traduz bem sua geometria atual.

Os condutos a oeste possuem evidências hidrogeológicas que permitem interpretar as alterações sucessivas pelas quais os espeleotemas evoluíram, alteraram sua vazão e forçaram novos condutos à direita do mesmo.

Sugerimos que seja avaliada a possibilidade de se fazerem datações para melhor caracterizar os condutos a oeste inclusive com estudo de material da vértebra que se encontra no início destes condutos.



**Fig. 3.4** – Identificação dos condutos a oeste da Gruta de Morena e de obstruções antigas que forçaram novos condutos pelo desvio da vazão. Fonte: NAE.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a cessão dos mapas ao Núcleo de Atividades Espeleológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auler, A., Rubbioli, E., Brandi, R. As grandes cavernas do Brasil. GBPE. Belo Horizonte. 2001.
- Cruz, L. V., Pereira Filho, M. Qualidade das águas da Gruta Morena, Cordisburgo, MG. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia, Januária, MG, 2003.
- Ford, D. C. Perspectives in karst hydrogeology and cavern Genesis. Speleogenesis and evolution of karst aquifers. Vol. 1. Issue 1. 2003.
- Palmer A. N. Origin and morphology of limestone caves. Geological Society of America Bulletin. 103, 1-21. 1991.
- Sales, N. Faria. A conectividade em cavernas. O Carste. GBPE. Belo Horizonte. Julho. 2002.