



ANAIS do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Brasília-DF, 20-23 de Abril de 2022



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

CUNHA, I. M.; RIFFEL, S. H.; FIGOLS, A. P.; HARDT, R.; GOMIG, E. G.; MEDEIROS, T. P. Cadastro de cavernas em arenito e dificuldades conceituais: Uma abordagem teórica e uma proposta de resolução arbitrária em um contexto regional In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. *Anais...* Campinas: SBE, 2022. p.244-252. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_244-252.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

CADASTRO DE CAVERNAS EM ARENITO E DIFICULDADES CONCEITUAIS: UMA ABORDAGEM TEÓRICA E UMA PROPOSTA DE RESOLUÇÃO ARBITRÁRIA EM UM CONTEXTO REGIONAL

SANDSTONE CAVES REGISTRATION AND CONCEPTUAL DIFFICULTIES: A THEORETICAL APPROACH AND AN ARBITRARY RESOLUTION PROPOSITION FOR A REGIONAL CONTEXT

Ian Meireles da CUNHA (1,2); Saul Hartmann RIFFEL (1,2); André Ponce FIGOLS (1,2); Rubens HARDT (1,4); Elizandra Goldoni GOMIG (1); Thais Pereira de MEDEIROS (1,3)

- (1) Espeleo Grupo Rio Claro (EGRIC)
- (2) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)
- (3) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
- (4) CNEK, Centre Normand d'Étude du Karst, França

Resumo

O CNC (Cadastro Nacional de Cavernas) é um importante Banco de Dados (BD) cuja finalidade é compilar o maior número de informações disponíveis a respeito das cavernas em território nacional. Ao longo dos anos, o EGRIC tem alimentado tal BD, sobretudo com cavernas em arenitos na região da Serra do Itaqueri, área de maior atuação do grupo, onde há 16 cavidades registradas. Com o propósito de reestruturar o BD do próprio EGRIC, elaborou-se um projeto que resultou em trabalhos de campo para confirmação e atualização de dados. Entretanto, tal projeto também evidenciou algumas inconsistências e levantou questionamentos quanto aos parâmetros para o cadastro de cavidades, sobretudo da dimensão mínima de uma caverna: qual o valor mínimo para que uma cavidade seja cadastrada? Trata-se de uma discussão complexa, pois a própria definição de caverna é arbitrária e subjetiva conforme o contexto em que se usa. Cada grupo ou indivíduo utiliza a definição que se adequa melhor a uma finalidade específica, o que ainda torna necessário quantificar uma dimensão mínima para o cadastro de uma cavidade. Como resultado dessa reflexão, estabeleceu-se um critério dimensional, com amparo estatístico, de cavidades já conhecidas na região. As demais cavidades serão cadastradas internamente e, caso se identifique alguma relevância científica, também serão cadastradas no CNC, mesmo que seu desenvolvimento seja inferior ao estabelecido.

Palavras-Chave: Banco de dados, CNC, Serra do Itaqueri, Cadastro, Definição de caverna.

Abstract

The CNC (Brazilian National Cave Register) is a crucial database (DB) to compile the most extensive information available of caves in Brazilian territory. EGRIC has supplied it over the years, especially with sandstone caves from Serra do Itaqueri region, the largest area of operation by the group where there are 16 registered cavities. To restructure the EGRIC's database, the group elaborated on a project whose update will impact the CNC data previously provided by EGRIC. At a late stage, the project resulted in fieldwork for data accuracy and gaped some inconsistencies in registered data that raised a few questions towards cavities dimensions for registration: How small can a cave be so it should be registered? There is no single answer to this question since the definition of a cave is arbitrary and subjective according to each context that is used. Each person or group utilizes a definition fitting for a specific purpose (still, a minimum dimension is required). As a result, statistical criteria based on already registered sandstone caves at the Serra do Itaqueri area will be used for CNC registration. The remaining identified cavities will be registered internally in EGRIC's BD, and once observed a scientific relevance, the cavity will be registered at the CNC DB, despite a minor development.

Keywords: Database. CNC. Serra do Itaqueri. Registration. Definition of caves.

1. INTRODUÇÃO

O Banco de Dados (BD) é um componente central no que tange à representação e manipulação de dados geográficos. De modo geral, pesquisadores procuram transformar os conceitos abstratos de seu campo de estudo num espaço computacionalmente representado. Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), por exemplo, tem a capacidade de armazenar numa única base de dados tanto os atributos descritivos como as geometrias e as informações espaciais de determinado tipo de dado geográfico (CÂMARA, 2005).

No âmbito da ciência espeleológica, um dos principais BD existentes é o CNC (Cadastro Nacional de Cavernas), cujo objetivo é compilar todas as informações disponíveis sobre as cavernas brasileiras. Desenvolvido pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), atualmente o CNC possui 8222 cavernas registradas (SBE, 2021). Existe também o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), instituído pela Resolução CONAMA nº 347/2004 e desenvolvido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (BRASIL, 2004). Ademais, ter um BD sistematizado, atualizado e organizado é de extrema relevância para a realização de estudos espeleológicos, além de permitir que as instituições e comunidade científica possam desenvolver ações de preservação e conservação desses ambientes.

Sabendo dessa relevância, o Espeleo Grupo Rio Claro (EGRIC) elaborou um projeto visando criar uma base de dados própria em ambiente SIG, que contenha informações detalhadas das cavidades exploradas pelo grupo por mais de 40 anos de atividades. O EGRIC tem foco de atuação em cavernas de arenito no interior do estado de São Paulo, sobretudo na Serra do Itaqueri - localidade inserida no Distrito Espeleológico Arenítico de Rio Claro na Província Espeleológica Arenítica da Serra Geral (MARTINS, 1985). Dentro desse distrito, que compreende os municípios de Ipeúna, Itirapina, Analândia e Corumbataí, atualmente há 22 cavernas cadastradas na base do CNC, sendo 16 delas situadas na Serra do Itaqueri. Contudo, por ser um grupo formado principalmente por universitários, a alta rotatividade de membros no EGRIC fez com que algumas cavidades menos significativas fossem pouco visitadas, levando a uma perda de informação em documentos antigos, muitas vezes com coordenadas imprecisas, sem mapeamento adequado e sem registros fotográficos. Desta forma, o projeto além de compilar informações servirá também para

atualizar dados de cavidades naturais conhecidas, porém pouco detalhadas.

Durante o desenvolvimento desse projeto, que prevê a visitação de cada uma das cavernas já descobertas e exploradas pelo EGRIC, incluindo a complementação da documentação, surgiram dúvidas acerca da dimensão, fosse vertical ou horizontal, de qual deve ser cadastrada, uma vez que registros antigos do grupo constam cavidades da ordem de um metro ou pouco mais. Quando comparadas com formações carbonáticas, as cavernas em arenito costumam ter pouco desenvolvimento, o que dificulta estabelecer um critério dimensional generalista no momento do cadastro. As questões que se colocam são: até que ponto pequenas cavidades devem ou não constar numa base de dados? Toda e qualquer cavidade deve ser registrada?

Para responder essas questões, primeiro precisou-se entender a finalidade de um banco de dados geográficos sobre as cavernas, identificando o que é importante documentar, ou seja, quais informações devem compor o inventário de cada cavidade. Para DuChene (2006), a quantidade e o tipo de informação coletada dependem de vários fatores: o objetivo do projeto; a natureza e complexidade da caverna; e limitações técnicas, financeiras, de pessoal e temporais. Jones *et al.* (2003) destacam que um inventário de cavernas deve identificar a natureza, extensão e a relativa significância dos recursos atualmente presentes em uma caverna.

Com relação à dimensão, propostas já foram feitas no sentido de que pequenas cavidades não devem ser registradas. No contexto brasileiro, foi sugerido pela Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas (SBE, 1991) o cadastro de cavidades com 20 m ou mais, sendo que somente seriam cadastradas feições inferiores a 20 m se estas apresentassem alguma relevância, como por exemplo sítios paleontológicos, arqueológicos, etc. Todavia, ao passar dos anos, tal medida arbitrária foi sendo reformulada conforme os avanços nos conhecimentos espeleológicos. Mais recentemente, por exemplo, Souza *et al.* (2017) propõem um limite de 5 m baseados na Instrução de Serviço da SEMAD nº 03/2014.

O problema nesse tipo de abordagem, entretanto, é a subjetividade no conceito de relevância, pois depende do conhecimento da equipe envolvida e do nível de observação realizado no

local. Até mesmo uma cavidade aparentemente sem importância pode ser considerada significativa em termos regionais, por exemplo, quando se estuda o processo de formação de cavernas e seu relevo associado em uma determinada área. A simples existência de um vazio, por menor que seja, indica que determinados processos estiveram (ou estão) atuando em determinado local. Em função do cadastro do EGRIC atender também os estudos científicos da área, desenvolveu-se uma proposta de metodologia contendo critérios a serem considerados para cadastro em contexto regional.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

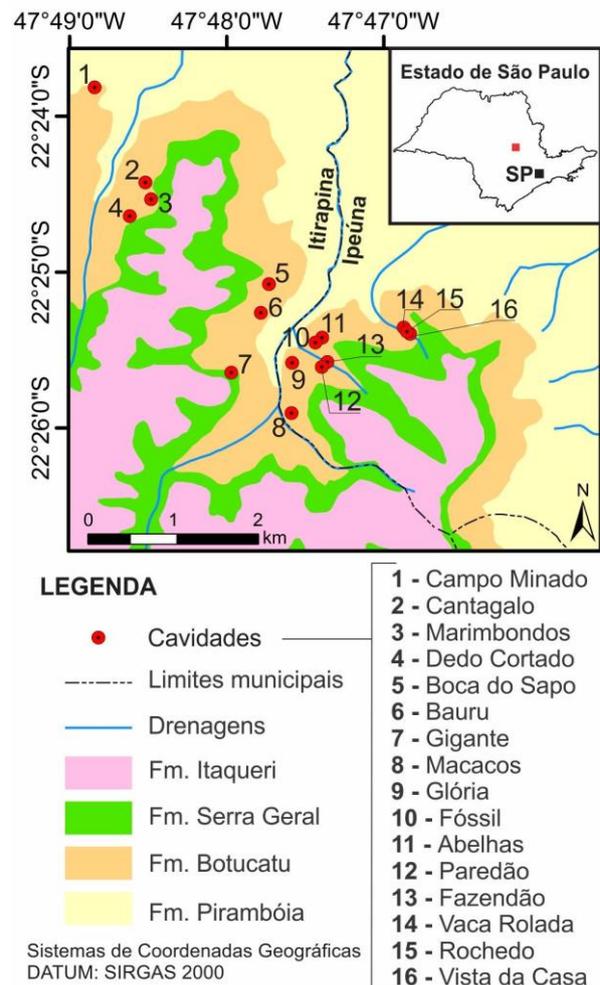
2.1. Área de estudo

O EGRIC tem como principal área de estudo a Serra do Itaqueri, uma região situada no *front* da cuesta arenito-basáltica entre os municípios de Charqueada, Ipeúna e Itirapina, porção central do interior do estado de São Paulo. A distinção geomorfológica desta cuesta é tamanha que diversos autores a elevam à categoria de província geomorfológica, uma das cinco que compõem o estado de São Paulo (ALMEIDA, 1964; PONÇANO *et al.*, 1981; ROSS; MOROZ, 1997).

As cavernas da Serra do Itaqueri ocorrem nas escarpas da serra, aproximadamente na cota 850 m, onde afloram rochas da Formação Botucatu (Figura 1). Tal unidade geológica é caracterizada por arenitos de grãos esféricos, usualmente envoltos por uma película de óxido de ferro, depositados por ação eólica, com estratificação plano-paralela e cruzada (PONÇANO *et al.*, 1981). Em alguns afloramentos, é possível ainda a ocorrência de arenitos com um alto grau de silicificação (PONÇANO *et al.*, 1981).

Na base da serra afloram arenitos flúvio-eólicos da porção superior da Formação Piramboia, enquanto as rochas aflorantes nas regiões de maiores altitudes da serra são os basaltos da Formação Serra Geral e depósitos rudáceos de leques aluviais da Formação Itaqueri (VIEIRA *et al.*, 2013) (Figura 1).

Figura 1 - Mapa geológico da Serra do Itaqueri, interior do estado de São Paulo, com destaque para as cavidades naturais cadastradas. Adaptado de Vieira *et al.* (2013).



2.2. Procedimentos metodológicos

O método empregado neste trabalho envolveu pesquisa bibliográfica, levantamento de dados das cavidades naturais cadastradas na Serra do Itaqueri, dentro do BD do CNC, e tratamento estatístico desses dados. A primeira etapa consistiu na leitura de periódicos, anais de congressos, livros, dissertações, teses e *sites* informativos a respeito do entendimento de como se define uma caverna e quais os parâmetros a serem considerados no momento de se cadastrar uma cavidade em um BD. A etapa de levantamento de dados consistiu na compilação de informações presentes no BD do EGRIC a respeito das cavernas cadastradas e mapeadas pelo grupo. Embora exista também o CANIE, para o trabalho em questão considerou-se apenas os dados presentes dentro do CNC, devido ao fato de este conter informações mais detalhadas acerca das cavidades. A partir da organização desses dados, fez-se um procedimento estatístico a fim de

se entender se há alguma relação quantificável entre as principais características dessas cavidades, ou ainda qual seria o padrão vigente que auxilie em critérios de avaliação para o cadastro de possíveis cavidades em novas prospecções na área de estudo.

3. RESULTADOS

3.1 Definição de caverna

A definição do que é uma caverna, inclusive quanto ao seu tamanho, não é consenso entre os mais diversos autores. Curl (1964) menciona que não há necessidade de uma unificação das definições, mas que cada grupo ou pessoa escolha uma definição que seja adequada para sua utilização, visto que, a definição do que é caverna é antropocêntrica, arbitrária e, portanto, não científica. White e Culver (2019) reforçam tal ideia ao definirem que o que constitui uma caverna depende da perspectiva de quem a investiga: para um explorador, deve ser grande o suficiente para a entrada de um humano, porém para a biologia, deve ser grande o bastante apenas para permitir o *habitat* de organismos. Entre as mais diversas definições de cavernas, há também as que não fazem considerações precisas sobre sua dimensão, estipulando apenas que a cavidade deve ser grande o bastante para que alguma porção sua não receba luz do sol diretamente (NCA, 2017).

Apesar de a definição ser, muitas vezes, subjetiva, é necessário considerar uma dimensão mínima, pois se não há nenhum parâmetro, nada impede que poros em rochas sejam considerados cavernas (CURL, 1964). Dentre as diversas definições, a mais difundida é que se considera caverna a cavidade cujo espaço é grande o suficiente para a entrada de uma pessoa (BATES; JACKSON, 1980), critério também adotado na geologia (DAVIES; MORGAN, 2000). Apesar de não serem usuais, algumas definições são precisas quanto ao desenvolvimento da caverna, como, por exemplo, a do *Kentucky Speleological Survey* (2017), que utiliza a dimensão de 10 metros de desenvolvimento (vertical ou horizontal) para considerar uma cavidade como caverna. No caso dessa última, todavia, é necessário destacar que não é apresentado o porquê se considera tal dimensão como padrão.

No sentido de quantificar a dimensão mínima de cadastro de uma cavidade em rochas não carbonáticas, o trabalho de Martins (1985) é de extrema importância. Além de ser desenvolvido na mesma linha de raciocínio que o presente trabalho,

tal estudo também é baseado na mesma área de estudo e problemática, uma vez que o próprio autor foi cofundador e membro do EGRIC durante anos. Segundo o autor, cavernas em rochas não carbonáticas com 10 metros de desenvolvimento podem ser cadastradas, uma vez que são muito menos frequentes e desenvolvidas quando comparadas àquelas em carbonatos.

A fim de estipular uma definição e dimensão a serem adotadas pelo EGRIC para o cadastro de cavernas, a revisão bibliográfica permitiu identificar padrões e lacunas nas definições, tanto no âmbito teórico, quanto na legislação (Quadro 1).

Destaca-se que as atividades de prospecção no rito dos licenciamentos ambientais adotam o conceito de cavidade natural subterrânea que consta no parágrafo único do artigo 1º do Decreto nº 99.556/1990, complementado pelo conceito de espaço subterrâneo que está no Anexo V da IN nº 2/2017 do MMA como único parâmetro dimensional para enquadramento de feições naturais no conceito e registro de cavidade natural subterrânea. Nesse sentido, caverna é todo espaço subterrâneo acessível ao ser humano.

Quadro 1 - Descrição do tamanho da cavidade na legislação vigente.

Legislação	Âmbito	Tamanho de Cavidade
Decreto nº 6.640/2008	Federal	Entende-se por cavidade natural subterrânea todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano.

Legislação	Âmbito	Tamanho de Cavidade
Instrução Normativa n° 02/2009	Federal	Para classificação de grau de relevância Máxima deve pelo menos: III – dimensões notáveis em extensão, área e volume sobre o enfoque local e regional (geologia).
IS (SEMAD) n° 03/2014	Estadual/ MG	Inclusão de Reentrância (luminosidade superior a 50%, variabilidade térmica e higrométrica de ambiente epígeo, com DL* maior que a entrada) Classificação igual a caverna (seção fechada formada por parede, teto, piso e DL>A)
Termo de Referência para Elaboração de Estudos Espeleológicos Vinculados ao EIA/RIMA/2004	Federal (não utilizado mais)	Apenas cavernas com DL acima de 5 metros deveriam ser alvo de cadastro, topografia e demais estudos.
Termo de Referência para Prospecção Espeleológica – SEMAD n°03/2014	Estadual	Pequenas feições cársticas são aquelas com PH** de até 5 metros.

3.2. Levantamento estatístico

Ao todo, há 16 cavidades naturais em arenitos cadastradas na Serra do Itaqueri, que foram mapeadas pelo EGRIC (Figura 1). Em geral, a maior

parte delas é caracterizada por um único salão, cujas dimensões variam de poucos metros a 50 m. Como exceções, têm-se as grutas Boca do Sapo, Campo Minado e Fazendão, cujas extensões horizontais dos salões são da ordem de centenas de metros (Tabela 1). Vale ressaltar ainda que tais cavernas possuem um ou mais salões conectados, o que contribui para o aumento de seu comprimento em planta.

Tabela 1 - Síntese das cavidades naturais cadastradas e mapeadas pelo EGRIC na Serra do Itaqueri (SP). As barras azuis indicam a comparação proporcional entre os comprimentos de cada cavidade em relação a maior existente na região (Gruta do Fazendão).

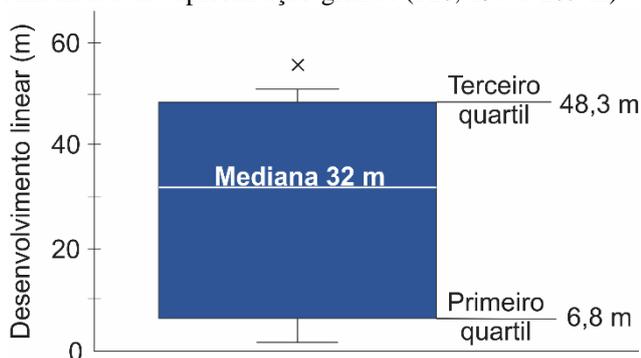
Cavidade	Projeção horizontal (m)
Fazendão	285
Campo Minado	197
Boca do Sapo	120
Glória	51
Paredão	40
Rochedo	40
Abelhas	38
Macacos	35
Fóssil	29
Vista da Casa	17
Vaca Rolada	16
Cantagalo	10
Bauru	5,7
Gigante	3,5
Dedo Cortado	3,0
Marimbondos	1,7

Ao comparar todo espaço amostral de projeções horizontais das cavidades da Serra do Itaqueri, tem-se uma média de cerca de 55 m. Contudo, tal valor não reflete o comprimento usual da maioria das cavernas existentes na área de estudo, uma vez que a média é superior ao desenvolvimento de 81% das cavidades cadastradas. Desta forma, utilizou-se como procedimento estatístico a análise *boxplot*, pois se trata de uma dispersão de valores de modo assimétrico.

Com base em uma análise gráfica não paramétrica da projeção horizontal das cavernas em um gráfico do tipo *boxplot* (Gráfico 1), infere-se pelo intervalo interquartil qual cavernas são consideradas *outliers* no conjunto de registros, além de servir como uma medida métrica para se

considerar o que é relevante ou não para ser cadastrado pelo EGRIC. Dentre as 16 cavidades, 75% delas possuem desenvolvimento linear acima de 6,8 m (Gráfico 1). Sendo assim, a princípio, a dimensão de corte adotado para o cadastro será a mesma do primeiro quartil (6,8 m).

Gráfico 1 - Gráfico *Boxplot* com quartis, mediana e média (×) indicados. *Outliers* cortados da imagem por dificuldade de representação gráfica (120, 197 e 285 m).



4. DISCUSSÃO

Ao analisar pelo âmbito geológico e geomorfológico o contexto regional da Serra do Itaqueri, constata-se que a combinação de fatores ligados à gênese de cavernas dessa região se destaca do cenário habitual brasileiro, em que cerca de 70% das cavernas registradas se desenvolvem em litotipos de matriz carbonática (SBE, 2021). Desse modo, para se definir o que cadastrar, critérios específicos devem ser considerados conforme as peculiaridades desse contexto regional.

No início da pesquisa, o EGRIC procurou perspectivas cartesianas sobre como deveria ser a definição de caverna, sem se ater às diferenças regionais de sua área de estudo com relação aos diferentes cenários que serviram como base para definições de cavernas consagradas na literatura. Desta forma, tinha-se a aplicação de um método descontextualizado sem a análise crítica do grupo, o que evidenciou uma disparidade entre a relevância de pequenas cavidades locais e o que é considerado classicamente uma caverna para alguns autores. Entretanto, sabe-se que as definições de caverna possuem natureza antropocêntrica e, conseqüentemente, as tentativas de qualificar uma cavidade como caverna por meios quantitativos são, portanto, inexoravelmente arbitrárias.

De acordo com as diferentes definições baseadas nas dimensões das cavidades e conforme os objetivos frequentes dos trabalhos do EGRIC, este estudo propõe a utilização de dois critérios para o cadastro de cavidades. O primeiro critério definirá quais cavidades encontradas na região e cadastradas no BD do EGRIC serão inseridas no BD do Cadastro Nacional de Cavernas, com base no desenvolvimento linear e análise estatística do cenário regional. Tal critério define uma nota de corte fluída, que se ajusta conforme novas cavidades são encontradas, sendo a nota de corte atual de 6,8 metros de desenvolvimento linear (Gráfico 1).

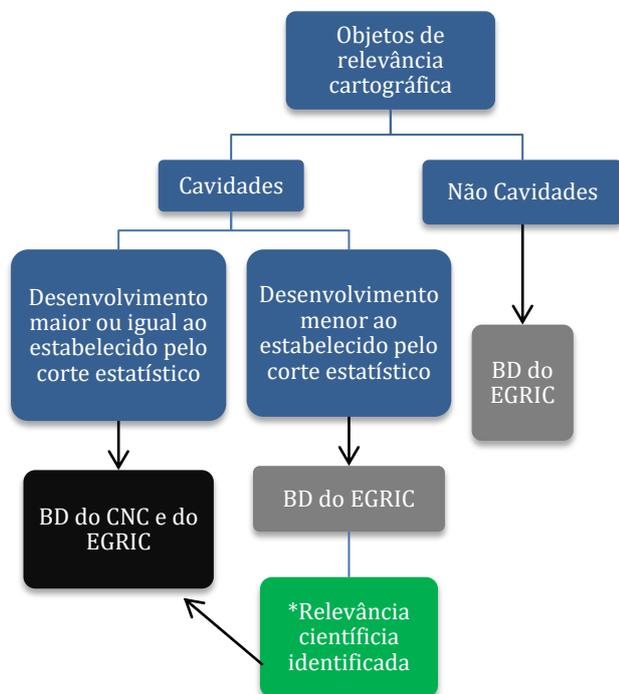
No que compete ao segundo critério, para registrar cavidades internamente no BD do grupo, retoma-se a origem da discussão sobre a definição de caverna, uma vez que essa é essencialmente antropocêntrica e arbitrária. Desse modo, pouco importa se a cavidade é contemplada ou não na definição de caverna, pois ela será cadastrada internamente. Além disso, caso se identifique relevância científica para estudos antropológicos, biológicos, paleontológicos, ecológicos, geológicos, geomorfológicos e de espeleogênese como um todo, mesmo se o seu desenvolvimento linear for inferior a 6,8 metros, ela será cadastrada no CNC também.

Cabe enfatizar que o limiar adotado para cadastro das cavernas (6,8 m) é dinâmico, isto é, sofre alteração caso o conjunto amostral de análise seja modificado. À medida que há novos campos de prospecção na Serra do Itaqueri e são descobertas novas cavidades, por exemplo, tais cavernas entrarão no conjunto amostral e, assim, alterarão os valores dos intervalos interquartis (seção 3.2. Levantamento Estatístico).

Ademais, a análise feita até o momento configura-se apenas como um procedimento preliminar para estudos futuros que possam levar em conta parâmetros científicos igualmente ou mais importantes a nível regional e de acordo com as características e peculiaridades da Serra do Itaqueri.

A Figura 2 ilustra o fluxograma dicotômico que define os critérios metodológicos empregados no momento do cadastro, seja ele somente no BD interno ou também no CNC.

Figura 2 - Fluxograma com critérios para cadastro de objetos de relevância cartográfica (* Relevância científica em questões biológicas, ecológicas, geológicas, geomorfológicas, antropológicas e outras de interesse do EGRIC).



5. CONCLUSÃO

Tendo ciência da arbitrariedade das definições, conclui-se que definir o que deve ser cadastrado a âmbito do CNC é complexo. Contudo, para definição de cavidades relevantes, o uso da estatística para entender o padrão de desenvolvimento regional de cavidades é considerado pelo EGRIC uma ferramenta mais refinada do que definições métricas fixas de uso generalista. Ressalta-se, portanto, a importância da distinção entre o cenário local de atuação do espeleogrupo e o cenário nacional, pela criação de um BD interno que leva em conta as singularidades regionais fruto de um maior grau de detalhamento cartográfico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. Grupo São Bento. **Bol. Inst. Geogr. e Geol.**, São Paulo, n. 4, p. 85 – 101. 1964.
- BATES, R. L.; JACKSON, J. A., **Glossary of Geology**, 2nd Edition. Alexandria: American Geological Institute, p. 751. 1980.

Com base na metodologia adotada, a métrica de corte que define o envio de dados ao CNC não é fixa. Ela deve variar conforme novas cavernas forem descobertas e mapeadas, acompanhando o progresso do conhecimento espeleológico regional. Acredita-se que a nota de corte tende a cair, ao passo que o cadastro de pequenas cavidades é mais comum do que o cadastro de cavidades maiores. Cabe ressaltar também que cavidades já cadastradas com desenvolvimento inferior ao do valor de corte serão mantidas no CNC.

Em suma, todas as cavidades e não cavidades serão cadastradas internamente pelo grupo. Caso a cavidade identificada tenha um desenvolvimento igual ou superior ao da nota de corte (atualmente em 6,8 m), ela será automaticamente cadastrada no CNC sem necessidade de identificação de qualquer relevância científica na cavidade. Além disso, aquela onde for identificada alguma relevância científica também será cadastrada no CNC, independentemente de sua dimensão.

Como sugestão, convidam-se os demais grupos de espeleólogos a refletir sobre as bases filosóficas da prática científica, assim como a criação de outros cadastros internos voltados à contextualização regional das definições de cavernas e de suas relevâncias.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem os membros do Espeleogrupo Rio Claro (EGRIC) por toda a ajuda prestada para a realização da pesquisa, em especial os membros longevos (Ricardo, Rogério, Rubens, Bauru, Dark e Cintia) pelo fornecimento de informações sobre as cavidades, as quais ajudaram a compor a base de dados. Agradecimentos também à Comissão Técnico-científica do EGRIC pelo apoio nas reuniões e durante o processo de discussão.

- BRASIL. Decreto Federal nº 6.640, de 7 de Novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto Nº 99.556, de 1º de Outubro de 1990, que dispõe sobre a **proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 nov. 2008.
- BRASIL. Decreto Federal nº 99.556, de 1º de Outubro de 1990. Dispõe sobre a **proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 out. 1990.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a **proteção do patrimônio espeleológico**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº 176, seção 1, p. 54-55, 2004.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº 02 do Ministério do Meio Ambiente, de 20 de agosto de 2009. Diário Oficial da União, Brasília CECAV. **Termo de Referência para Elaboração de Estudos Espeleológicos Vinculados ao EIA/RIMA**. 2009.
- CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. A.; CÂMARA, G.; DAVIS JR., C. A.; VINHAS, L.; QUEIROZ, G. R. **Banco de Dados Geográficos**. São José dos Campos: INPE, p. 01-45. 2005.
- CURL, R. L. On the Definition of a Cave. **NSS Bulletin**, [s. l.], v. 26, n. 1. p. 1 - 6, 1964.
- DAVIES, W. E.; MORGAN, I. M. Geology of caves. **The Earth Scientist**, [s. l.], v. 17, p. 12 - 15, 2000.
- DUCHENE, H. R. Resource Inventory: A Tool for Cave Science, Management, and Restoration, in Hildreth-Werker, V., and Werker, J.C., eds., **Cave Conservation and Restoration**, Huntsville: Ala., National Speleological Society, p. 19-32. 2006.
- JONES, W. K.; HOBBS III, H. H.; WICKS, C. M.; CURRIE, R. R.; HOSE, L. D.; KERBO, R. C.; GOODBAR, J. R.; TROUT, J. **Recommendations and Guidelines for Managing Caves on Protected Lands**. Special Publication 8. Charles Town: Karst Waters Institute. 2003.
- KENTUCKY SPELEOLOGICAL SURVEY, **Cave Definition**, 2017. Disponível em: <<https://ksscaves.com/index.php/cave-definition>>. Acesso em: 20 de novembro de 2021.
- MARTINS, S. B. M. P. **Levantamento dos Recursos Naturais do Distrito Espeleológico Arenítico de Altinópolis, SP**. Relatório Final FAPESP, Processo 83/2552-3, p. 121, 1985.
- SEMAD. Instrução de Serviço Nº 03/2014. Dispõe sobre a **Procedimentos a serem adotados para a instrução dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou degradadores de cavidades naturais subterrâneas, a fim de compatibilizar as fases de licenciamento com os estudos de prospecção, relevância e áreas de influência e definição de compensações**. 30p. Belo Horizonte, 26 dez. 2014.
- NCA – National Caves Association USA. **Geology lesson 1**, “Sierra Nevada Recreation Corporation: Moaning Cavern, Black Chasm Cavern and California Cavern classroom lesson plan material”, 2017. Disponível em: <<https://cavern.com/learn/People%20and%20Caverns%20Lesson%20Plans.pdf>>. Acesso em: 01 de março de 2022.
- PONÇANO, W. L. *et al.* **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**. Vol. 1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**: escala 1: 500.000. Laboratório de geomorfologia, Depto. geografia, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. **Normas e Convenções Espeleométricas**. Curitiba: SBE, 1991.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. **CNC - Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil**: banco de dados digital. c. 2001. Disponível em: <<http://cnc.cavernas.org.br/>>. Acesso em: 01 de dezembro 2021.

SOUZA, A. *et al.* Índice de Classificação de Feições (ICF): metodologia para diferenciar cavernas e reentrâncias, segundo critérios da Instrução de Serviços SEMAD no 03/2014. *In*: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. **Anais...** Campinas: SBE, 2017. p.493-501. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_493-501.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2021.

VIEIRA, L. B.; MONTANO, L. M.; STUMPF, C. F.; SILVA, J. E.; TOLEDO, S. L. Potencial espeleológico da Serra de Itaqueri (SP): Trabalhos sistemáticos de exploração, mapeamento, coleta e análise de materiais e dados. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32., 2013, Barreiras (BA). **Anais...** Barreiras: Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2013, p. 281 - 291.

WHITE, W. B.; CULVER, D. C. **Cave, Definition of**, Encyclopedia of Caves, Academic Press, p. 255-259, 2019.