



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

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: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

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



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO DE FEIÇÕES (ICF): METODOLOGIA PARA DIFERENCIAR CAVERNAS E REENTRÂNCIAS, SEGUNDO CRITÉRIOS DA INSTRUÇÃO DE SERVIÇOS SEMAD Nº 03/2014

LANDFORM CLASSIFICATION INDEX (ICF): A METHOD FOR DIFFERENTIATING CAVES AND VOIDS, ACCORDING TO THE ADMINISTRATIVE INSTRUCTION SEMAD Nº 03/2014

André SOUZA (1), Marina LEÃO (1), Beatriz BOGGIANI (1), Lorenzza FRANÇA (1), Juliana RODRIGUES (1), Tatiana SOUZA (1), Daniela CUNHA (1), Josiane MOURA (1), Augusto S. AULER (1,2)

(1) Carste Ciência e Meio Ambiente, Belo Horizonte MG

(2) Instituto do Carste, Belo Horizonte MG.

Contatos: andre.souza@carste.com.br; tatiana.souza@carste.com.br.

Resumo

No Estado de Minas Gerais, a Instrução de Serviços (IS) SEMAD Nº 03, de 26 de dezembro de 2014, definiu uma nova categoria de feições subterrâneas, denominada "reentrância", cujas características ambientais se assemelham àquelas registradas no meio epígeo. Desde então, a classificação das feições subterrâneas tem sido incorporada nos estudos espeleológicos, gerando grande insegurança aos agentes envolvidos, uma vez que os critérios classificatórios estabelecidos pela norma apresentam caráter subjetivo, ou são de difícil mensuração. Com o objetivo de padronizar e diminuir a subjetividade da análise, a equipe técnica da empresa Carste Ciência e Meio Ambiente desenvolveu o Índice de Classificação de Feições - ICF, que incorpora técnicas da estatística descritiva e a conversão de variáveis categóricas inspiradas na escala de Likert. A metodologia proposta considera nove critérios classificatórios: espeleometria, função hidrológica, variabilidade térmica, variabilidade higrométrica, luminosidade, depósitos químicos, depósitos clásticos, depósitos biológicos e caracterização fisiográfica. Para cada um destes, foi atribuído um peso, e definidas as variáveis, para as quais foi estabelecida uma escala de realização. Já aplicado até o momento em um número superior a 800 feições, em diferentes litologias, o ICF tem representado um importante avanço para a interpretação dos critérios classificatórios de feições subterrâneas em Minas Gerais, atingindo resultados satisfatórios, segundo avaliação do órgão ambiental estadual.

Palavras-Chave: reentrância; Instrução de Serviços SEMAD Nº 03/2014; estudos espeleológicos.

Abstract

In the State of Minas Gerais, the Administrative Instruction SEMAD No. 03, dated December 26, 2014, established a new category of underground landform, "void", whose environmental characteristics are similar to the epigeal environment. Since then, the classification of landforms into caves or not has become common place during speleological studies, generating uncertainty for the public agents involved, due to the subjective nature of some variables and difficulties in measuring. In order to standardize and decrease the subjectivity of the analysis, CARSTE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE developed the Landform Classification Index (ICF), which incorporates descriptive statistics techniques and conversion of categorical variables based on the Likert scale (LIKERT, 1932). The ICF takes into account nine criteria: length, hydrological role, thermal variability, hygrometric variability, luminosity, chemical deposits, clastic deposits, biological deposits and physiographical context. For each parameter, a weight was assigned, and the variables were defined, resulting in a rating scale. The results, after applications in a sample of more than 800 landforms in different lithologies, showed that the ICF method provided an important advance for the interpretation of the classification criteria of underground landforms in Minas Gerais. The results were considered acceptable, according to the evaluation of the state environmental agency.

Key-words: void; Administrative Instruction SEMAD Nº 03, dated december 26, 2014; speleological studies.

1. INTRODUÇÃO

A legislação brasileira, por meio do Decreto Federal Nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, com

nova redação dada pelo Decreto Federal Nº 6.640, de 07 de novembro de 2008, regulamenta a proteção

de “cavidades naturais subterrâneas” em todo o território nacional, definindo-as como:

[...] todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante (BRASIL 2008).

No Estado de Minas Gerais, a publicação da Instrução de Serviços (IS) SEMAD Nº 03, em 26 de dezembro de 2014, introduziu uma nova tipologia de formas subterrâneas no glossário dos estudos espeleológicos para o licenciamento ambiental. O termo “reentrância” é definido pela norma supradita como:

Feição natural exocárstica, sem zona afótica, possuindo luminosidade superior a 50%, com características fisiográficas e de variabilidade térmica e higrométrica típicas do ambiente epígeo. Corresponde a interpenetrações rochosas normalmente erosivas, associadas a zonas de ruptura de relevo ou tálus. Apresenta DL maior que a altura da entrada da reentrância. Não possui, ou tem presença pouco significativa de depósitos químicos, clásticos e biológicos, com possível valor científico ou cênico, assim como ausência ou presença pouco significativa de função hidrológica, permanente ou intermitente (SEMAD 2014).

De acordo com os preceitos da IS SEMAD Nº 03/2014, reentrâncias guardam maior semelhança com o meio epígeo do que com o ambiente hipógeo, devido, por exemplo, às maiores variações diárias de temperatura, umidade e luminosidade. Formas residuais erosivas resultantes do processo natural de evolução do relevo são exemplos de reentrâncias, segundo a IS SEMAD Nº 03/2014. Embora estas sejam caracterizadas pela referida Instrução como feição exocárstica, seu desenvolvimento linear (DL) deve ser superior à altura (A) da entrada, mesma condição estabelecida para o reconhecimento de feições como cavidades naturais subterrâneas. Dessa forma, entende-se que as formas subterrâneas que atendam aos pré-requisitos para cadastramento, a saber, presença de seção fechada formada por paredes, teto e piso, e $DL > A$, poderão, a partir

deste momento, ser classificadas em uma dessas duas categorias. A classificação de uma determinada feição como reentrância ou caverna compete ao órgão ambiental responsável pela análise dos estudos (SEMAD, 2014).

A definição de reentrância pela IS SEMAD Nº 03/2014 incorpora critérios subjetivos, como a identificação da significância (muito ou pouco significativa) de depósitos ou função hidrológica, além de outros critérios, cuja interpretação não é realizada de forma direta, já que pressupõe um período de monitoramento, como a variabilidade microclimática. Com o objetivo de diminuir a subjetividade da classificação de feições subterrâneas, e permitir a padronização da análise, com base nos critérios classificatórios determinados pela IS SEMAD Nº 03/2014, o presente trabalho apresenta o *Índice de Classificação de Feições – ICF*. Este índice incorpora técnicas da estatística descritiva e conversão de variáveis categóricas inspiradas na escala de Likert (LIKERT, 1932), através da definição de pesos correspondentes.

A ampla aplicação do conceito de reentrância na análise dos estudos espeleológicos no Estado de Minas Gerais, alinhada à frequente incerteza dos agentes envolvidos quanto à classificação das feições subterrâneas, motivou a equipe técnica da empresa Carste Ciência e Meio Ambiente a desenvolver o ICF, visando a proposição de um procedimento padrão para esta finalidade. Cabe ressaltar que não é objetivo deste trabalho abordar aspectos jurídicos do tema, ou mesmo realizar uma avaliação quanto à adequabilidade dos critérios considerados pela IS SEMAD Nº 03/2014.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do método ICF envolveu, em um primeiro momento, a individualização dos critérios determinantes na definição de reentrância segundo a IS SEMAD Nº 03/2014, juntamente com as condições definidas nesta norma para a classificação (Tabela 1).

Procedeu-se, a partir de então, às consultas na bibliografia sobre cada critério, reunindo bases teórico-conceituais, formas de mensuração e categorização. O estudo de cada critério levou em consideração seu comportamento no meio epígeo e hipógeo, buscando embasamento científico para essa diferenciação. De forma complementar, foi discutida a necessidade de acréscimo de novos critérios de análise, de modo a considerar os principais elementos inseridos no sistema cavernícola.

Tabela 1: Critérios e condições estabelecidas pela IS SEMAD N° 03/2014 para a classificação de feições.

Critérios	Reentrância	Caverna
Zona afótica	Ausente	Presente
Luminosidade	> 50%	< 50%
Características fisiográficas	Típicas de ambiente epígeo	Típicas de ambiente hipógeo
Variabilidade térmica	Típicas de ambiente epígeo	Típicas de ambiente hipógeo
Variabilidade higrométrica	Típicas de ambiente epígeo	Típicas de ambiente hipógeo
Depósitos químicos, clásticos e biológicos	Ausência ou presença pouco significativa	Presença significativa
Função hidrológica	Ausência ou presença pouco expressiva	Presença expressiva

Em um segundo momento, foram realizadas discussões técnicas, tomando como base os resultados da etapa anterior, e, a partir disto, foram propostos pesos (P) para cada critério, considerando, especialmente, a importância relativa dos mesmos na particularidade ambiental do meio hipógeo. Ressalta-se que nem todas as características de análise são restritas ao ambiente cavernícola, o que pressupõe graus diferentes de influência na classificação.

A discussão técnica também envolveu a conversão das variáveis categóricas utilizando pesos, inspirada na escala proposta por Likert (1932), que compreende as várias respostas psicométricas de um dado item, sendo a mais utilizada em pesquisas de opinião. Neste contexto, convém distinguir os termos “escala de Likert” e “item de Likert”. Este último corresponde à realização da variável, enquanto o primeiro refere-se à soma das respostas dadas a cada item Likert. Esta etapa também incluiu a divisão dos critérios em variáveis e em eventos da variável (Figura 1), atribuindo, a cada um destes, a escala (V), em que os menores valores representam as características definidas para as reentrâncias, conforme indicações da IN SEMAD N° 03/2014.

Após tais definições, foi iniciada a etapa de testes, com aplicação do ICF em um número superior a 800 feições no Estado de Minas Gerais, distribuídas em três grupos litológicos: rochas carbonáticas, siliciclásticas e ferríferas. Em diversos momentos, o ICF também foi discutido com o órgão ambiental licenciador, que realizou contribuições quanto a inclusão de alguns critérios e alteração de variáveis. Os testes e discussões propiciaram ajustes na concepção inicial do método, de modo a adequá-lo para tornar os resultados mais coerente ao observado em campo.

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A aplicação da metodologia tem como base as seguintes premissas:

- Ω O ICF é aplicável em feições com presença de seção fechada formada entre parede, teto e piso (plano do ponto zero), cuja altura da entrada tenha valor inferior ao valor do desenvolvimento linear;
- Ω A metodologia pode ser utilizada para qualquer litologia de inserção;
- Ω O valor científico e o valor cênico dos depósitos químicos, clásticos e biológicos não foram avaliados por não serem citados na IS SEMAD N° 03/2014 como determinantes para a classificação;
- Ω Os pesos (P) e valores (V) foram atribuídos de acordo com a importância relativa das características mais comumente observadas em cavernas.

3.1. Critérios e variáveis

Os critérios considerados pelo ICF são: espeleometria, função hidrológica, variabilidade térmica, variabilidade higrométrica, luminosidade, depósitos químicos, depósitos clásticos, depósitos biológicos e caracterização fisiográfica. Estes foram estabelecidos pela Instrução de Serviços SEMAD N° 03/2014, ou incorporados ao longo das discussões técnicas realizadas, inclusive em conjunto com as SUPRAMs do Estado de Minas Gerais.

O peso (P) atribuído a cada critério classificatório variou entre 1 e 3 (Tabela 2). O peso 1 foi estabelecido para os critérios que não são restritos ao meio hipógeo, sendo, portanto, menos determinantes para a classificação de um ambiente

como cavernícola. O peso 3, por outro lado, foi atribuído aos critérios com influência mais direta na especificidade do meio hipógeo.

Cada critério, por sua vez, subdivide-se em variáveis, conforme o texto de conceituação de reentrância da IS SEMAD Nº 03/2014. Estas possuem uma escala de realização (Figura 2), que adota menores valores para as categorias classificatórias de reentrâncias, e os maiores para as cavernas.

Para estabelecer os valores das variáveis, são necessárias quatro frentes de trabalho em cada feição, que incluem: (i) espeleotopografia; (ii) descrição de depósitos existentes, dos aspectos hidrológicos e da presença de vegetação no interior das feições; (iii) medição de temperatura e de umidade relativa do ar no ambiente externo e interno das feições; (iv) avaliações sobre a luminosidade. A seguir, cada um dos critérios de classificação é detalhado.

Espeleometria

Embora não tenha sido considerada na definição de reentrância pela IS SEMAD Nº 03/2014, a dimensão das feições subterrâneas foi incorporada como critério de classificação, já que essa característica interfere ou determina a ocorrência de outros critérios classificatórios. As variáveis foram estabelecidas com base em documentos legais e termos de referência emitidos por órgãos ambientais das esferas estadual e federal, que tratam do assunto espeleologia.

Segundo o “Termo de Referência para Elaboração de Estudos Espeleológicos Vinculados ao EIA/RIMA” emitido pelo Centro Nacional de Estudos, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV) em 2004 – hoje em desuso –, apenas cavernas com desenvolvimento acima de 5 m deveriam ser alvo de cadastro, topografia e demais estudos envolvidos nas etapas de licenciamento ambiental. A Instrução de Serviço SEMAD Nº 03/2014 também traz em anexo o “Termo de Referência para Prospecção Espeleológica”, que define “pequenas feições cársticas” como aquelas com projeção horizontal de até 5 m. Com base nestas referências, 5 m foi adotado como marco para definição da menor classe de projeção horizontal no ICF.

Para definir as demais classes relacionadas a espeleometria, utilizou-se como base o Decreto Federal Nº 6640/2008 e a Instrução Normativa (IN) MMA Nº 02/2009, que estabelecem a unidade espeleológica na escala regional de análise. Entende-se que esta seria a escala mais adequada para comparação da projeção horizontal das feições subterrâneas, já que incorpora o componente litológico para definição da amostra. Considerando este aspecto, adotou-se a média da projeção horizontal das cavidades localizadas na unidade espeleológica de análise (escala regional) para determinar o valor de corte das duas variáveis restantes. Para o cálculo da média, recomenda-se a utilização do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), que abrange um número superior a 6000 cavernas no Estado de Minas Gerais e em diversas litologias. Quando verificado contato litológico, a feição deve ser analisada segundo a litologia predominante.

Depósitos clásticos, químicos e orgânicos e aspectos hidrológicos

Estes critérios foram considerados pela IS SEMAD Nº 03/2014 na definição de reentrância, que deve apresentar presença pouco significativa ou ausente de depósitos, e presença pouco expressiva ou ausência de função hidrológica. Tais características também são consideradas na valoração de cavidades naturais subterrâneas, segundo a metodologia da IN MMA Nº 02/2009. Considerando isto, a presença muito significativa de depósitos clásticos, químicos, biológicos, bem como a presença expressiva de função hidrológica, são características esperadas em ambiente hipógeo, o que resultou na determinação de valores elevados para essas variáveis.

Entende-se como presença muito significativa de depósitos quando estes se destacam em termos de diversidade de tipos, abundância, maturidade ou aspecto em relação à amostra local ou regional, a depender do conhecimento da área. Já a função hidrológica foi avaliada especialmente com relação à expressividade dos processos observados ou indícios destes e sua importância potencial na manutenção do equilíbrio evolutivo ou ecológico da feição.

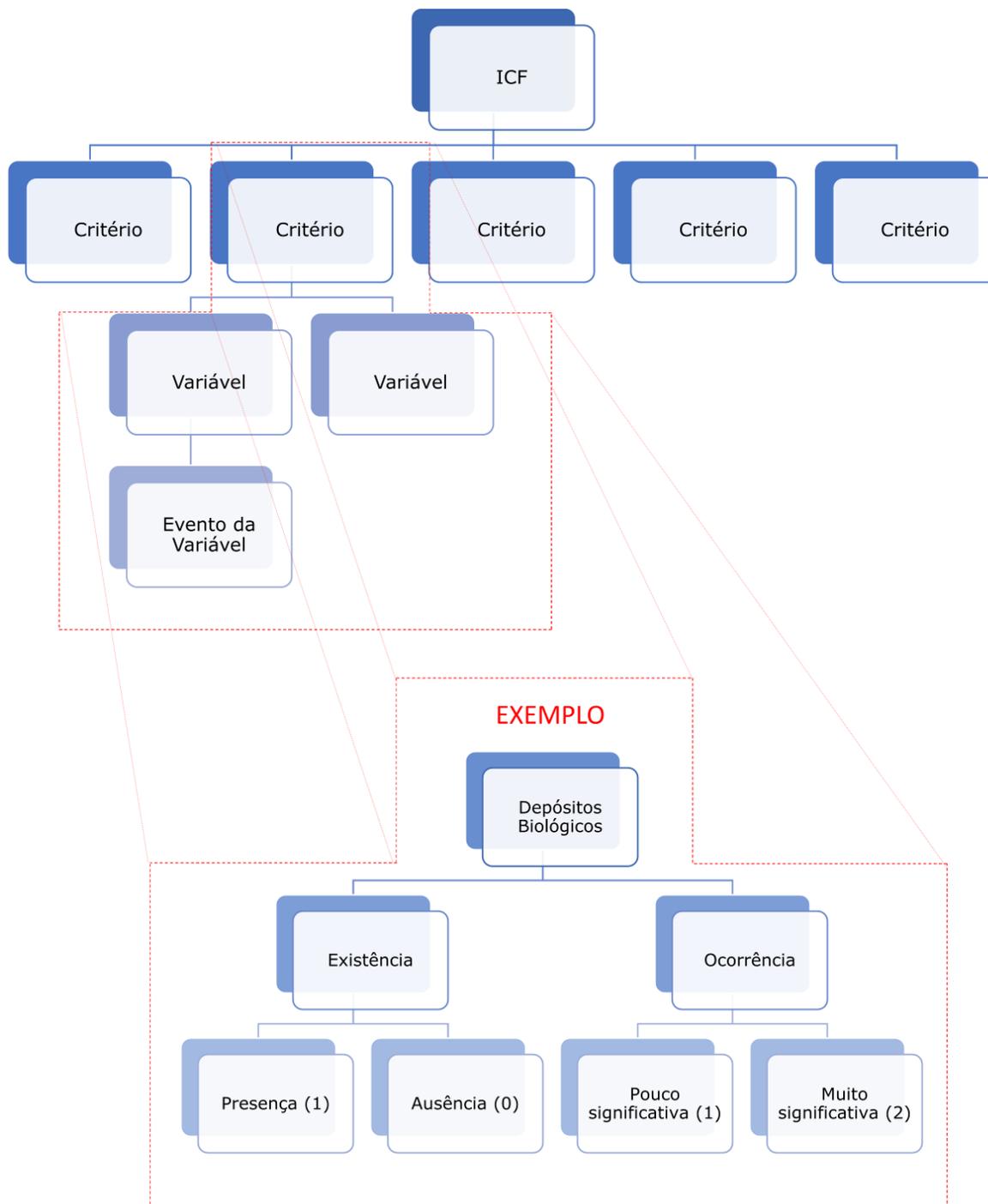


Figura 1: Fluxograma ilustrando a hierarquia das definições para se obter o ICF.

Variabilidade térmica e higrométrica

A mensuração da temperatura e umidade relativa pode ser realizada por meio da instalação de aparelhos *data loggers* nas feições subterrâneas, em cavernas controle (exemplo de ambiente hipógeo na área de estudo) e no ambiente externo (exemplo de ambiente epígeo), para monitoramento e comparação. Recomenda-se a instalação dos aparelhos nas porções distais da caverna controle e

feições, de modo a monitorar os locais onde são esperadas maiores estabilidades. Aconselha-se o monitoramento dos elementos climáticos durante um período mínimo de 24 horas.

A determinação da variabilidade térmica e higrométrica adotada pelo ICF envolve, primeiramente, análise estatística baseada no cálculo do desvio padrão; que representa raiz da variância dos dados coletados em relação ao valor médio. A

variabilidade final é resultado da comparação entre as variações observadas no ambiente externo e interno, considerando um intervalo de alteração aceitável. O procedimento de cálculo, abrange:

Ω Cálculo do desvio padrão de temperatura e de umidade relativa do ar de uma estação climatológica, de modo a abarcar variações do ambiente epígeo na escala regional (S1);

Ω Cálculo do desvio padrão do ambiente externo, ao englobar as variações na escala local, considerando a contextualização ambiental das proximidades da feição de interesse (S2);

Ω Cálculo do desvio padrão da caverna-controle (S3);

Ω Cálculo do desvio padrão da feição de interesse (Sx);

De posse destas estimativas:

(i) calcula-se a diferença entre S1 e S2 (variação existente entre diferentes pontos do ambiente externo;

(ii) calcula-se a variação entre S2 e S3 (variação máxima admissível de temperatura e de umidade em um ambiente hipógeo;

(iii) calcula-se um intervalo aceitável para afirmar que a feição se comporta ou não como caverna, através da diferença entre S1 e S2 (item i) e, considerando o ambiente externo como o máximo de variação existente;

(iv) obtém-se o intervalo de variação possível para uma feição ser ou não considerada caverna;

(v) obtém-se a variação de Sx com relação a S2; e, finalmente, conclui-se se a feição apresenta variabilidade térmica e higrométrica típica de ambiente epígeo (externo) ou não, a partir da condicional:

se $S_x = 0$, não existe variação;

se $0 < S_x \leq LS$ (limite superior), feição não típica de ambiente epígeo;

se $S_x > LS$, feição típica de ambiente epígeo.

Tabela 2: Peso dos parâmetros avaliados.

Critérios	Peso (P)	Justificativa
Espeleometria	3 (alto)	Influência nos critérios de variabilidade térmica, higrométrica e luminosidade
Depósitos químicos	1 (baixo)	Não é restrito ao meio hipógeo
Depósitos clásticos	1 (baixo)	Não é restrito ao meio hipógeo
Depósitos biológicos	1 (baixo)	Não é restrito ao meio hipógeo
Função hidrológica	2 (médio)	Não é restrito ao meio hipógeo, mas a presença de feições hidrológicas pode influenciar na gênese e evolução. Também está relacionado à presença de depósitos químicos, clásticos e biológicos nestas feições
Variabilidade térmica	3 (alto)	Cavernas típicas apresentam baixas variações de temperatura já que, sendo um ambiente mais restrito, possui microclima típico
Variabilidade higrométrica	3 (alto)	Cavernas típicas apresentam baixa variação de umidade, sendo comum a ocorrência de cavernas com umidade relativa (UR) próxima a 100%
Luminosidade	3 (alto)	Há uma tendência às cavernas serem ambientes escuros e apresentarem zonas afóticas
Características fisiográficas típicas de meio epígeo	3 (alto)	Diferenciação do ambiente hipógeo e epígeo do ponto de vista mais global, uma vez que o termo é conceituado pelos dicionários geológicos e geomorfológicos de forma ampla como a geografia física ou, na forma literal, como a descrição da natureza. Utiliza-se distribuição de vegetação no interior das feições como critério de avaliação, que é um aspecto típico de ambiente externo

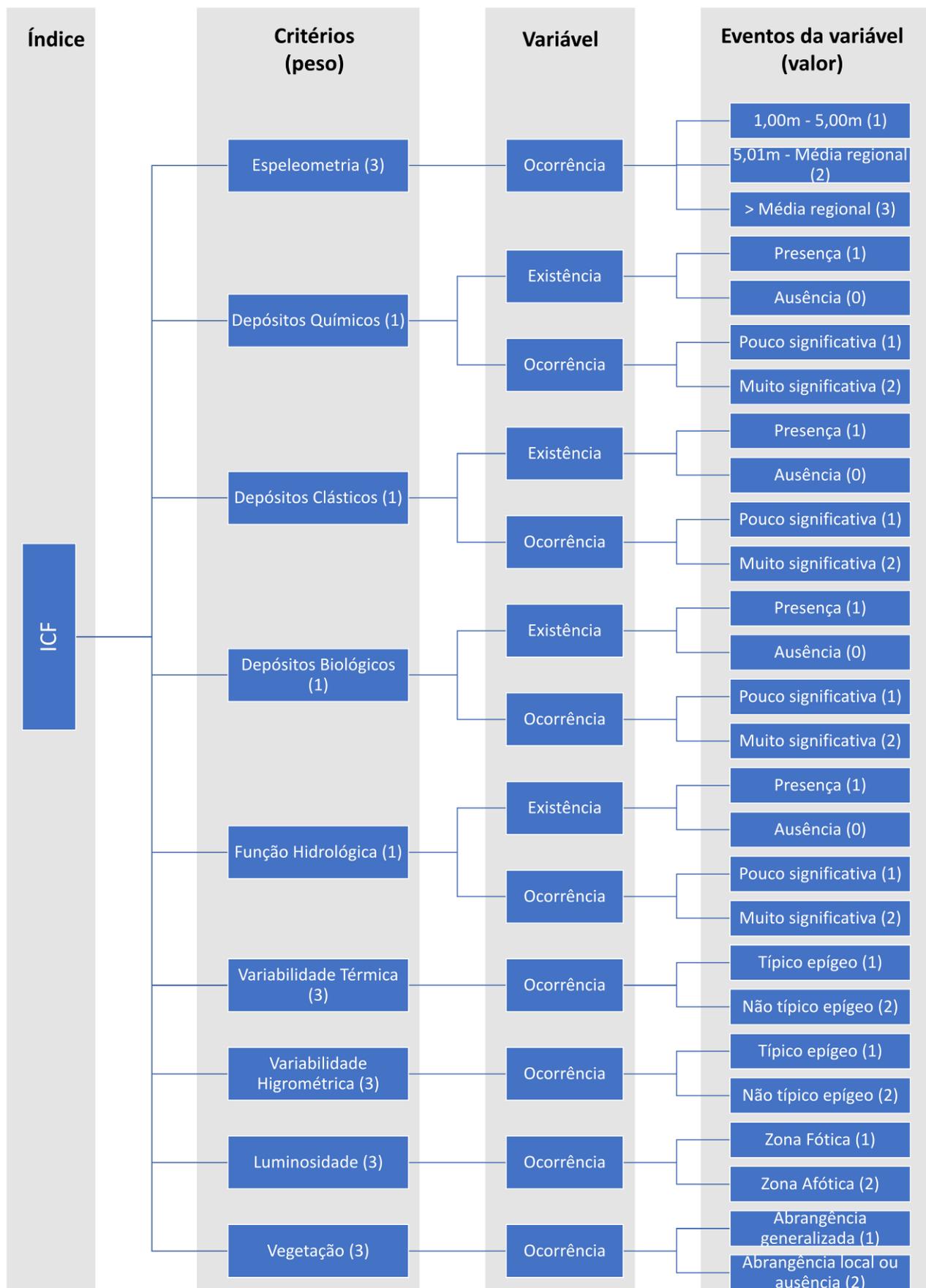


Figura 2: Escala de realização das variáveis.

Luminosidade

O critério luminosidade sofre influência das condições do tempo e da incidência ou não de luz direta sobre a feição. Buscando obter valores para esse critério, foram realizadas mensurações com aparelho luxímetro (unidade Lux) nos primeiros testes, entretanto, estes não foram satisfatórios, uma vez que os valores não se mostraram coerentes ao observado no local. Desta forma, o método proposto não considera a obtenção dos dados de luminosidade a partir do luxímetro. Para a classificação desse critério, foi considerada a presença ou ausência de zona afótica na feição, sendo a presença de zona afótica uma característica do meio hipógeo.

Características fisiográficas e típicas de ambiente epígeo

O termo “fisiografia” é conceituado pelos dicionários geológicos e geomorfológicos de forma ampla como a geografia física ou, na forma literal, como a descrição da natureza. Para esse critério, foi considerada a presença e a distribuição de vegetação no interior das feições, uma vez que a vegetação é um aspecto típico de ambiente externo. Como é comum a presença de vegetação de forma incipiente nas zonas de entrada das cavernas, assim como próximas às claraboias, a distribuição da vegetação ao longo das feições foi considerada. Assim, se ocorre de modo pontual, é típica do ambiente hipógeo, porém se a vegetação ocorre de forma generalizada ao longo da feição, esta é comparada ao ambiente epígeo.

3.2 Cálculo final

A etapa final do método consiste em obter a pontuação da feição de interesse, como demonstrado na equação abaixo.

ICF = Espeleometria (PxV) + Depósitos químicos [P x (V_{AUSÊNCIA/PRESENÇA} x V_{OCORRÊNCIA})] + Depósitos clásticos [P x (V_{OCORRÊNCIA} x V_{SIGNIFICÂNCIA})] + Depósitos biológicos [P x (V_{OCORRÊNCIA} x V_{SIGNIFICÂNCIA})] + Função hidrológica [P x (V_{OCORRÊNCIA} x V_{SIGNIFICÂNCIA})] + Variabilidade térmica (P x V) + Variabilidade higrométrica (P x V) + Características Fisiográficas (P x V)

No ICF, a pontuação final de uma feição pode variar entre 15 a 43. Para classificar uma feição de interesse, utiliza-se a média entre o valor máximo e

mínimo, gerando duas possibilidades possíveis: reentrância e caverna. A pontuação e classificação final são apresentadas na Figura 3.

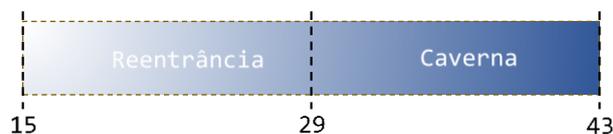


Figura 3: Tipo de feição segundo o resultado do ICF.

4. CONCLUSÕES

O Índice de Classificação de Feições (ICF) representa um avanço importante quanto a classificação de feições subterrâneas nos estudos espeleológicos para o licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. A incorporação de técnicas estatísticas no processo de análise diminuiu, de modo considerável, as parcialidades envolvidas na interpretação dos critérios classificatórios estabelecidos pela Instrução de Serviços SEMAD Nº 03/2014, embora a subjetividade não tenha sido totalmente eliminada, devido à necessidade de classificar atributos quanto a significância.

Os resultados obtidos com a aplicação do ICF têm sido satisfatórios, segundo avaliação das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental – SUPRAM, especificamente a Central Metropolitana e Jequitinhonha. Após as vistorias e discussões, os ajustes nos resultados da classificação têm ocorrido em, no máximo, 25% do montante de feições classificadas. Além disso, a metodologia também contribuiu para otimizar as análises dos estudos pelo órgão ambiental, já que apresenta, de forma objetiva, como cada critério interferiu no resultado final da classificação proposta.

Apesar dos relevantes progressos alcançados, a busca por melhorias tem sido contínua, no sentido de eliminar as fragilidades, especialmente no tocante ao levantamento de dados de campo. O método tem passado por vários testes adicionais, buscando o aprimoramento dos procedimentos e adequação à contínua evolução da legislação espeleológica brasileira.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos analistas das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental – SUPRAM Central Metropolitana e Jequitinhonha pelas discussões e contribuição nos testes e ajustes da metodologia.

REFERÊNCIAS

- 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. **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**. 2004.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives in Psychology**, 140, p. 1-55, 1932
- 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.