

# Esclarecimentos/Informações Complementares

## ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS PROJETO FERRO CARAJÁS S11D

Vistoria Técnica ICMBio (CECAV e Chefia da  
Floresta Nacional de Carajás)

14/11/11 a 25/11/11

Luis B. Piló, Ataliba Coelho e Renata Andrade – Dezembro de 2011



**CARSTE**  
CONSULTORES ASSOCIADOS

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E HISTÓRICOS CULTURAIS DA CAVERNA S11D-54 .....	3
2.1. Breve histórico .....	3
2.2. Procedimentos para a análise de relevância dos atributos dimensionais da caverna S11D-54 .....	4
2.3. Análise de relevância dos parâmetros físicos – histórico-culturais .....	4
2.3.1. Parâmetros de relevância máxima.....	4
2.3.2. Os graus de importância das cavidades para classificação das relevâncias alto, médio e baixo - Atributos Físicos e Histórico-Culturais .....	6
2.3.3. Síntese da análise de relevância da caverna S11D-54 .....	13
3. REVISÃO DA TABELA COM AS COORDENADAS DAS CAVIDADES VALE E NÚMERO GEM ...	14
4. REVISÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS CAVERNAS NO MAPA SÍNTESE COM AS PROJEÇÕES PLANIMÉTRICAS DAS CAVERNAS E O PLANO DIRETOR (MELHORIAS);.....	18
5. REVISÃO DA TABELA SÍNTESE DA ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS .....	19
6. REVISÃO DA TABELA SÍNTESE DAS INTERFERÊNCIAS DO PLANO DIRETOR (MELHORIAS) NAS CAVERNAS DO PROJETO S11D .....	20
7. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DAS PROPOSTAS DE AÇÕES AMBIENTAIS/PROGRAMAS .....	25
ANEXOS .....	29

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente documento tem como objetivo esclarecer e prestar informações complementares e revisões nos estudos espeleológicos realizados na área do Projeto Ferro Carajás S11D, localizado na Floresta Nacional de Carajás, no Pará, após a vistoria do ICMBio (CECAVe Chefia da Floresta Nacional de Carajás), no período de 14/11 a 25/11/11.

As informações consideradas neste documento foram preparadas, conforme as discussões realizadas entre as equipes técnicas do ICMBio, Vale e CARSTE durante a vistoria sendo apresentadas, especificamente, da seguinte forma:

- Análise de relevância da caverna S11D-54;
- Revisão de tabela com as coordenadas das cavidades Vale e número GEM;
- Revisão da localização das cavernas em mapa síntese (Figura 108 de CARSTE, dezembro de 2010 - Relatório Espeleológico do Projeto S11D) com as projeções planimétricas das cavernas e o Plano Diretor (Melhorias);
- Revisão da Tabela Síntese da análise de relevância das cavernas (Tabela 29 do relatório mencionado acima);
- Revisão da Tabela Síntese das interferências do Plano Diretor nas cavernas do Projeto Ferro Carajás S11D – Melhorias apresentada no Volume IV, referente ao tema Espeleologia, que compõem o conjunto de informações protocolados pela Vale S/A no ICMBio, no dia 31/10/2011 (Nº 02001.054479/2011-81) ;
- Revisão dos programas/ações ambientais.

## **2. ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DOS ATRIBUTOS FÍSICOS E HISTÓRICOS CULTURAIS DA CAVERNA S11D-54**

### **2.1. Breve histórico**

Durante os trabalhos topográficos nas cavernas do Projeto Ferro Carajás S11D realizados pelo Grupo Espeleológico de Marabá – GEM, em convênio com a Casa de Cultura de Marabá – FCCM, a caverna S11D-54 não foi topografada. Houve direito de recusa da equipe, em decorrência do forte cheiro (gases) de amônia causado por depósito de guano existente na caverna.

Diante da falta de dados topográficos e espeleométricos, a caverna S11D-54 foi excluída da análise de relevância dos atributos físicos - históricos culturais. A análise de relevância dos atributos biológicos, por sua vez, foi realizada e inserida no Relatório Espeleológico de dezembro de 2010.

Diante disso, no Parecer Técnico nº 73/2011/COMOC/CGTMO/DILIC/IBAMA, de 24 de junho de 2011, o IBAMA solicitou que a cavidade S11D-54 fosse analisada de forma completa para fins de análise de relevância, uma vez que há indicação de supressão da cavidade. Caso não seja possível fazer todos os levantamentos necessários, cabe

salientar que, considerando o princípio da precaução, esta não poderá ser fadada a impactos negativos irreversíveis.

Diante disso, no período de 26 a 27 de setembro de 2011, a equipe de topografia da Carste realizou a topografia 5D da caverna, o que possibilitou os cálculos dimensionais e a análise de relevância da referida caverna.

## **2.2. Procedimentos para a análise de relevância dos atributos dimensionais da caverna S11D-54**

Neste item são apresentados os procedimentos utilizados para a elaboração da análise de relevância dos parâmetros dimensionais da caverna S11D-54. Já os procedimentos utilizados para análise dos demais parâmetros físicos e histórico-culturais estão detalhados no Relatório Espeleológico (CARSTE, dezembro 2010):

- topografia da caverna em grau de precisão 5D (BCRA);
- confecção do mapa topográfico;
- elaboração dos cálculos espeleométricos (projeção horizontal - PH, área, desnível e volume);
- inserção dos valores dimensionais de S11D-54 nas amostras regional e local;
- novos cálculos das médias e desvio padrão dos dados espeleométricos das amostras regional e local;
- Análise dos aspectos genéticos ou evolutivos; geológico, hidrogeológicos, geomorfológico e sócio-cultural.
- Análise de relevância dos parâmetros dimensionais de S11D-54 diante dos critérios estabelecidos pela IN No 02, do MMA, de 20 de agosto de 2009 e Decreto Federal No. 6.640, de 7 de novembro de 2008.

## **2.3. Análise de relevância dos parâmetros físicos e histórico-culturais**

### **2.3.1. Parâmetros de relevância máxima**

A caverna S11D-54 não apresentou nenhuma particularidade quanto aos seus processos genéticos ou evolutivos. Essa caverna, constituída pela formação ferrífera e pela canga, reproduz processos já registrados nas regiões de Carajás e do Quadrilátero Ferrífero. Piló & Auler (2005) consideram a existência de duas etapas distintas na formação dessas cavernas de minério de ferro e canga, a primeira delas com predominância de processos dissolutivos (químicos) e a segunda sob a ação de processos erosivos (físicos). Essa fase erosiva, aliada aos processos de abatimento, é responsável pelo desenvolvimento das cavidades ferríferas.

A morfologia da caverna S11D-54 também não apresentou excepcionalidade, ou seja, não foi observado padrão planimétrico diferenciado daqueles já identificados em Carajás. Trata-se de uma caverna com padrão espongiforme (Anexo I). As seções

transversais e longitudinais, assim como as feições morfológicas registradas, não trouxeram dados novos.

Inicialmente é importante salientar que foram adotados para as cavernas ferríferas de S11D, em termos de espeleometria e após a inclusão da caverna S11D-54, os seguintes valores de corte para classificação de cavernas com relevância máxima: 156,28 m (projeção horizontal), 600,34 m<sup>2</sup> (área) e 1.211,08 m<sup>3</sup> (volume). Essas dimensões foram definidas com base na amostra regional (n=451 cavernas) utilizada para comparação com as cavernas do Projeto Ferro Carajás S11D. Esses valores correspondem à média das respectivas dimensões multiplicada por cinco.

Como a legislação adota o termo “notável” o que, dimensionalmente, é bastante subjetivo., interpretamos um valor numérico que seja cinco vezes maior do que a média como um valor apropriado, visto que permite a conservação de cavernas de grandes dimensões em relação ao conjunto regional amostrado em uma determinada litologia.

A caverna S11D-54 não atingiu os valores espeleométricos para classificação da caverna como de relevância máxima, segundo os parâmetros acima apresentados, conforme pode ser constatado na tabela abaixo (Tabela 2.1).

**Tabela 2.1. Valores espeleométricos da caverna S11D-54**

S11D-54	PH (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
	121	6,5	520,1	700

A referida cavidade também não apresentou espeleotemas, individualmente ou em conjunto, pouco comuns ou excepcionais, em tamanho, tipologia, beleza ou profusão nas escalas regional e local.

A caverna analisada também não se enquadra na definição de isolamento geográfico, tendo em vista a grande quantidade de cavidades desse tipo na região de Carajás. Não foram registrados, na caverna S11D-54, geoindicadores testemunhos de processos ambientais ou paleoambientais expressivos.

Não foram registrados vestígios arqueológicos na superfície da caverna S11D-54. O atributo XI (destacada importância histórica ou cultural) é de competência do tema arqueologia, através da legislação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, ao qual compete a análise dos atributos previstos no Art. 17, da IN. Nº 2/2009. Na caverna também não foram identificados vestígios de manifestações religiosas.

A Tabela 2.2 sintetiza os atributos físicos considerados na classificação dos parâmetros de relevância máxima.

**Tabela 2.2. Classificação de relevância máxima – atributos físicos e culturais.**

Relevância Máxima	Presente	Ausente
I. gênese única ou rara;		
II. morfologia única;		
III. dimensões notáveis em extensão, área ou volume;		
IV. espeleotemas únicos;		
V. isolamento geográfico;		
X. cavidade testemunho; ou		
XI. destacada relevância histórico cultural ou religiosa.		

### 2.3.2. Os graus de importância das cavidades para classificação das relevâncias alto, médio e baixo - Atributos Físicos e Histórico-Culturais

- **Importância acentuada sob enfoque local e regional**

#### Alta projeção horizontal

O valor alta projeção horizontal resulta da soma da média da projeção horizontal e o desvio padrão das cavidades que compõem a amostra regional.

A caverna S11D-54, com 121 m de projeção horizontal, apresentou valor bem acima do valor estabelecido como alta, ou seja, 69,8 m. Em síntese, a caverna apresentou alta projeção horizontal (Tabela 2.3).

**Tabela 2.3. Parâmetros espeleométricos da amostra regional para cavernas ferríferas.**

Amostra Regional (n=451)	PH (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Média</b>	31,26	3,87	120,07	242,22
<b>Desvio Padrão</b>	38,54		170,27	408,18
<b>Alto (&gt; <math>\mu + \sigma</math>)</b>	<b>69,80</b>	>3,87	<b>290,34</b>	<b>650,40</b>
<b>Médio - Intervalo entre (<math>\mu - \sigma</math>) e (<math>\mu + \sigma</math>)</b>	-7,28* e 69,80		-50,21 e 290,34	-165,96 e 650,40
<b>Baixo (&lt; <math>\mu - \sigma</math>)</b>	-7,28		-50,21	-165,96

\* Os valores negativos são resultantes de um problema estatístico da metodologia.

#### Alta área

Assim como no caso de projeção horizontal, a alta área corresponde a valores superiores à média somada ao desvio padrão das cavidades da unidade espeleológica. Também nesse caso, a caverna S11D-54 foi avaliada como de alta área, pois sua área

de 520,1 m<sup>2</sup> está bem acima de 290,34 m<sup>2</sup>, valor de corte calculado para cavernas de alta área (Tabela 2.3).

### **Alto volume**

Em correspondência aos atributos projeção horizontal e área, alto volume significa valores superiores à média somada ao desvio padrão da amostra regional. O valor limite para cavernas em rochas ferríferas de S11D é 650,4 m<sup>3</sup> (Tabela 2.3). A caverna S11D-54, com 700 m<sup>3</sup>, também foi classificada como de alto volume.

### **Estruturas espeleogenéticas raras**

Neste quesito deve-se analisar a presença significativa de estruturas espeleogenéticas raras, como *scallops*, *bell holes*, padrões morfológicos significativos etc. Não foram identificadas essas estruturas raras na caverna S11D-54. Nas litologias aqui abordadas (formação ferrífera e canga) essas estruturas são de difícil ocorrência.

### **Lago ou drenagem subterrânea perene**

A caverna S11D-54 não apresentou lago ou drenagem subterrânea perene. Na caverna ocorre uma concentração de águas de percolação pluvial que se concentram, formando canais temporários de escoamento concentrado. Esse escoamento forma uma surgência temporária.

### **Diversidade da sedimentação química**

Não há diversidade de espeleotemas na área de estudo. Nas cavernas ferríferas a diversidade de depósitos químicos é restrita, predominando as crostas e os coralóides. No caso de S11D-54, predominam as crostas de piso e parede.

### **Configuração notável de espeleotemas**

Neste item está abrangida a abundância de espeleotemas, quando comparadas com suas congêneres em escala local e regional. A caverna S11D-54 apresentou abundância de crostas de piso e paredes, certamente envolvendo óxidos-hidróxidos de ferro e fosfatos, tendo em vista a destacada presença do guano. Diante disso, a referida caverna foi classificada com configuração notável em espeleotemas.

### **Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico**

A caverna S11D-54 apresenta-se como elemento isolado do relevo, não possuindo relações de influência com outras cavernas e com um sistema cárstico. Essa ausência de relação é ressaltada pelo fato de não existir um típico sistema de drenagem subterrânea, como nos terrenos carbonáticos.

### **Inter-relação da cavidade com caverna de relevância máxima**

Não foi registrada nenhuma inter-relação da caverna S11D-54 com as cavernas classificadas como de relevância máxima.

### Reconhecimento mundial ou nacional do valor estético ou cênico

A caverna estudada não apresentou esse tipo de reconhecimento.

### Visitação pública sistemática

A caverna S11D-54 não apresentou registro de visitação pública (todas as visitas registradas foram de cunho científico).

**Tabela 2.4. Síntese da classificação em termos de importância acentuada sob enfoque local e regional, conforme IN No 02/2009.**

Importância acentuada sob enfoque local e regional	Presente	Ausente
XII - Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3o do art. 14, desta Instrução Normativa;	<b>S11D-54</b>	
XIII - Alta área da projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3o do art. 14, desta Instrução Normativa;	<b>S11D-54</b>	
XIV - Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3o do art. 14, desta Instrução Normativa;	<b>S11D-54</b>	
XV - Presença significativa de estruturas espeleogenéticas raras;		
XVI - Lago ou drenagem subterrânea perene com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;		
XVII - Diversidade da sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição;		
XVIII - Configuração notável dos espeleotemas;	<b>S11D-54</b>	
XIX – Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico;		
XX - Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima;		
XXI - Reconhecimento nacional ou mundial do valor estético/cênico da cavidade;		
XXII - Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência regional ou nacional.		

- **Importância acentuada sob enfoque local**

### Estrutura geológica de interesse científico

Não foi registrada, na caverna S11D-54, estrutura geológica que apresente relevância do ponto de vista científico. A caverna apresentou as estruturas clássicas para a litologia de formação ferrífera bandada, tais como bandamento e fraturas.



### Registros paleontológicos

Não foram registrados vestígios paleontológicos sobre o piso da caverna S11D-54. Material paleontológico ainda não foi identificado em cavernas de minério de ferro e canga de Carajás. Dois aspectos podem ser determinantes para essa ausência de material paleontológico. Os processos sedimentares são muito lentos nessas cavernas (baixa energia), ocasionando um longo período de exposição do material biológico (potencial) às intempéries. As cavidades de minério de ferro e canga são muito úmidas (proximidade com a superfície - dinâmica pluvial), ocasionando a degradação muito rápida do material biológico.

### Reconhecimento local do valor estético/cênico

Não há reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade S11D-54.

### Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência local

Não foram registrados vestígios de visita pública sistemática na cavidade S11D-54. Não há referências escritas sobre a visita pública de cavernas na área de Serra Sul.

### Água de percolação ou condensação

Águas de percolação são freqüentes nas cavernas ferríferas, principalmente durante a estação chuvosa. Essa percolação ocorre principalmente pela proximidade dessas cavidades com a superfície, ou seja, há uma rápida infiltração e percolação de águas pluviais, a exemplo da caverna S11D-54. Condensação também foi registrada na caverna. No entanto, não foi identificada nas águas de percolação e condensação dessa cavidade, influência acentuada sobre os incisos do Artigo 8º da IN. 2/2009.

### Lago ou drenagem intermitente

A caverna S11D-54 apresenta drenagem intermitente, gerada por águas pluviais de infiltração. Também foram registradas poças de acumulação. Porém, não foi identificada influência significativa sobre os atributos dessa cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos do artigo 8 da IN No 02/2009.

A Tabela 2.5 sintetiza os atributos físicos considerados acentuados sob enfoque local.

**Tabela 2.5. Síntese da classificação dos atributos que conferem importância acentuada sob enfoque local.**

Importância acentuada sob enfoque local	Presente	Ausente
VIII - Presença de estrutura geológica de interesse científico;		
IX - Presença de registros paleontológicos;		
X - Reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade;		
XI - Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência local;		

XII - Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;		
XIII - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo.		

- **Importância significativa sob enfoque local e regional**

### **Média projeção horizontal**

Abrange os valores dimensionais entre a média + desvio padrão e a média – desvio padrão. Remetendo a Tabela 2.3, cavernas na formação ferrífera com projeção horizontal entre – 7,28 e 69,8 m possuem média projeção horizontal. A caverna S11D-54, com 121 m, não se encontra neste intervalo, pois é de alta projeção horizontal.

### **Média área**

Abrange os valores dimensionais entre média + desvio padrão e média – desvio padrão. Remetendo à Tabela 2.3, as cavernas entre -50,21 e 290,34 m<sup>2</sup> se encaixam nesta categoria, ou seja, não abrange a caverna S11D-54, que é de alta área, com 520,1 m<sup>2</sup>.

### **Alto desnível**

Diz respeito às cavernas que apresentam desnível acima da média. A média na escala regional das cavernas ferríferas foi 3,87 m. O desnível da caverna S11D-54 atingiu 6,5 m, sendo considerada de alto desnível.

### **Médio volume**

Abrange os valores dimensionais entre média + desvio padrão e média – desvio padrão. Nas cavernas ferríferas o intervalo está entre -165,9 e 650,4 m<sup>3</sup> (Tabela 2.3). A caverna S11D-54, com 700 m<sup>3</sup>, está fora deste intervalo, pois é de alto volume.

### **Estruturas espeleogenéticas raras**

Como já exposto, não foram registradas estruturas espeleogenéticas raras na cavidade S11D-54.

### **Lago ou drenagem intermitente**

Como já relatado, a caverna S11D-54 apresenta drenagem intermitente, gerada por águas pluviais acumuladas. Também foram registradas poças de acumulação de águas infiltradas. Porém, não foi identificada influência significativa sobre os atributos dessa cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos do artigo 9 da IN 02/2009.

### Diversidade da sedimentação química

Não há diversidade de espeleotemas na caverna S11D-54.

### Sedimentação clástica ou química com valor científico

Não foram registrados nos sedimentos clásticos e químicos da caverna S11D-54 atributos de expressivo valor científico.

### Reconhecimento regional do valor estético e cênico

A cavidade S11D-54 não apresenta reconhecimento estético/cênico nacional ou mundial.

### Uso constante para fins educacionais, recreativos e esportivos

Não foram registrados, na caverna S11D-54, vestígios de uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos.

A Tabela 2.6 sintetiza os atributos físicos que conferem importância significativa sob enfoque local e regional.

**Tabela 2.6. Atributos físicos que conferem importância significativa sob enfoque local e regional.**

Importância significativa sob enfoque local e regional	Presente	Ausente
II - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3º do art. 14, desta Instrução Normativa;		
III - Média área da projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3º do art. 14, desta Instrução Normativa;		
IV - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3º do art. 14, desta Instrução Normativa;	<b>S11D-54</b>	
V - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica, conforme definido no § 3º do art. 14, desta Instrução Normativa;		
VI - Presença de estruturas espeleogenéticas raras;		
VII - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência significativa sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo;		
VIII - Diversidade da sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas ou processos de deposição;		
IX - Sedimentação clástica ou química com valor científico;		
X - Reconhecimento regional do valor estético/cênico da cavidade;		
XI - Uso constante, periódico ou sistemático para fins educacionais, recreativos ou esportivos.		

- **Importância significativa sob enfoque local**

### Média projeção horizontal

As cavernas ferríferas de média projeção horizontal, na escala local, estão no intervalo entre -4,82 e 63,25 m (Tabela 2.7), o que não inclui a caverna S11D-54, que apresentou 121 m de PH.

Tabela 2.7. Parâmetros espeleométricos da amostra regional para cavernas ferríferas.

Escala Local (n=149 cavernas)	PH (m)	Desnível (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
<b>Média</b>	29,21	3,81	104,41	210,59
<b>Desvio Padrão</b>	34,03		160,49	450,52
<b>Alto (&gt; <math>\mu + \sigma</math>)</b>	63,25	>3,81	264,90	661,11
<b>Médio - Intervalo entre (<math>\mu - \sigma</math>) e (<math>\mu + \sigma</math>)</b>	-4,82 e 63,25		-56,08 e 264,90	-239,92 e 661,11
<b>Baixo (&lt; <math>\mu - \sigma</math>)</b>	-4,82		-56,08	-239,92

\* Os valores negativos são resultantes de um problema estatístico da metodologia.

### Média área

As cavernas ferríferas de média área, na escala local, estão no intervalo entre -56,08 e 264,9 m<sup>2</sup> (Tabela 2.7). A caverna S11D-54, com 520,1 m<sup>2</sup>, não se enquadra nesse intervalo.

### Alto desnível

Com relação ao desnível, a média das cavernas ferríferas na escala local foi de 3,81 m (Tabela 2.7). A caverna S11D-54, com 6,5 m de desnível, é de alto desnível na escala local.

### Médio volume

As cavernas ferríferas de médio volume, na escala local, estão no intervalo entre -239,9 e 661,1 m<sup>3</sup> (Tabela 2.7). A caverna S11D-54, com 700 m<sup>3</sup>, não está inserida nesse intervalo.

### Poucos tipos de espeleotemas

A caverna S11D-54 apresenta poucos tipos de espeleotemas, apesar da abundância de crostas.

### Uso ou visitação esporádica ou casual

Esse tipo de uso não ocorre em relação à caverna S11D-54.

### Presença de água de percolação ou condensação

Como já dito, águas de percolação são freqüentes nas cavernas ferríferas, principalmente durante a estação chuvosa. Essa percolação ocorre principalmente pela porosidade global da rocha e pela proximidade da cavidade S11D-54 com a superfície. Condensação também foi registrada na caverna. No entanto, não foi identificada nas águas de percolação e condensação influência acentuada sobre os incisos do Artigo

10º da IN. 2.

### Lago ou drenagem intermitente

Como já colocado, a caverna S11D-54 apresentou drenagem intermitente, assim como poças de águas pluviais. Porém, não foi identificada influência significativa sobre os atributos dessas cavidades que tenham as configurações relacionadas nos incisos do artigo 10 da IN. 2/2009.

A Tabela 2.8 lista os atributos que conferem importância significativa sob enfoque local.

**Tabela 2.8. Atributos físicos adicionais que conferem importância significativa sob enfoque local.**

Importância significativa sob enfoque local	Presente	Ausente
V - Média projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade geomorfológica, conforme definido no § 1º do art. 14, desta Instrução Normativa;		
VI - Média área da projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade geomorfológica, conforme definido no § 1º do art. 14, desta Instrução Normativa;		
VII - Alto desnível da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade geomorfológica, conforme definido no § 1º do art. 14, desta Instrução Normativa;	<b>S11D-54</b>	
VIII - Médio volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade geomorfológica, conforme definido no § 1º do art. 14, desta Instrução Normativa;		
IX - Poucos tipos de espeleotemas e processos de deposição em termos de diversidade de sedimentação química;	<b>S11D-54</b>	
X - Uso esporádico ou casual para fins educacionais, recreativos ou esportivos;		
XI - Visitação pública esporádica ou casual na cavidade;		
XII - Presença de água de percolação ou condensação com influência sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo; e		
XIII - Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo.		

### 2.3.3. Síntese da análise de relevância da caverna S11D-54

Diante da análise dos parâmetros físicos foi possível classificar a caverna S11D-54 como de alta relevância, em função da alta projeção horizontal, alta área, alto volume e configuração notável de espeleotemas. Quanto aos parâmetros biológicos, a caverna também foi classificada como de alta relevância, por conter população com função ecológica relevante. É importante salientar que com a inclusão dos dados espeleométricos da caverna S11D-54 na amostra regional, houve somente pequena

alteração dos valores das médias e dos desvios padrão da amostra, não alterando a classificação de relevância das demais cavernas do Projeto S11D.

**Tabela 2.9. Grau de relevância final da cavidade S11D-054.**

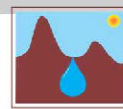
Caverna	Grau de relevância e atributos biológicos classificatórios	Grau de relevância e atributos físicos classificatórios	Grau de relevância final
S11D-054	População com função ecológica importante	Alta PH/área/volume e configuração notável de espeleotemas	<b>ALTO</b>

### 3. REVISÃO DA TABELA DAS COORDENADAS DAS CAVIDADES (Vale X GEM)

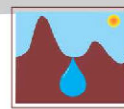
Segue a tabela de correlação com as correções efetuadas. Na primeira coluna é apresentada a nomenclatura definida para o banco de dados da Vale e na segunda coluna consta a identificação definida pelo GEM.

**Tabela 3.1. Quadro de correlação entre a numeração do banco de dados da Vale a e numeração do Grupo Espeleológico de Marabá (GEM).**

Caverna	GEM	UTM - E	UTM - N	Altitude
S11D-01	650	571128	9292715	765
S11D-02	658	571727	9292324	739
S11D-03	657	571887	9292471	742
S11D-05	647	571883	9292445	748
S11D-06	648	571859	9292403	761
S11D-07	649	571740	9292325	739
S11D-08	659	571678	9292337	736
S11D-09	660	571381	9292643	742
S11D-10	651	571111	9292701	780
S11D-11	652	570967	9292793	792
S11D-12	653	570832	9292964	758
S11D-13	654	571622	9292334	747
S11D-14	655	571574	9292358	749
S11D-15	681	571124	9292987	769
S11D-16	687	570748	9292920	772
S11D-17	682	571188	9292667	792
S11D-18	656	569230	9292158	768
S11D-19	671	569590	9292047	753
S11D-20	661	570771	9291206	775
S11D-21	662	570806	9291207	790
S11D-22	663	570856	9291129	776
S11D-23	664	570892	9291116	793
S11D-24	2152	571409	9291113	839
S11D-25	666	570530	9291048	664
S11D-26	667	571344	9291039	829

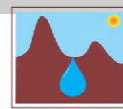


S11D-27	668	571591	9291219	833
S11D-28	669	571699	9291314	818
S11D-29	670	572373	9291291	794
S11D-30	672	572412	9291256	791
S11D-31	673	572417	9291262	805
S11D-32	674	572553	9291302	817
S11D-33	675	572588	9291304	795
S11D-34	677	572632	9291282	813
S11D-35	678	572655	9291306	829
S11D-36	679	572667	9291315	824
S11D-37	680	570937	9291106	812
S11D-38	683	572941	9292865	713
S11D-39	684	572902	9292944	693
S11D-40	685	574669	9291349	842
S11D-41	686	574668	9291350	639
S11D-42	688	574854	9291244	785
S11D-43	689	575036	9291061	756
S11D-44	690	575719	9290648	683
S11D-45	691	575602	9290812	708
S11D-46	692	575607	9290889	716
S11D-47	693	575721	9291345	730
S11D-48	694	575740	9291328	726
S11D-49	695	575142	9291746	802
S11D-50	696	575142	9291771	811
S11D-51	697	575130	9291770	814
S11D-52	698	575122	9291765	815
S11D-53	699	575103	9291744	818
S11D-54	700	575183	9291860	803
S11D-55	701	575188	9291828	798
S11D-56	702	575208	9291775	776
S11D-57	703	575243	9291704	752
S11D-58	704	575172	9291879	811
S11D-59	705	576016	9291719	699
S11D-60	706	576146	9293346	713
S11D-61	707	575984	9293362	691
S11D-62	708	575958	9293399	691
S11D-63	709	575855	9293523	632
S11D-64	710	575951	9293419	702
S11D-65	711	575915	9293572	617
S11D-66	712	575785	9293338	729
S11D-67	713	575791	9293336	724
S11D-68	714	575351	9293323	668
S11D-69	715	575341	9293322	661
S11D-70	716	575315	9293336	648

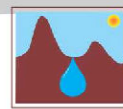


S11D-71	717	575313	9293332	647
S11D-72	718	575303	9293342	670
S11D-73	719	575381	9293377	622
S11D-74	720	575384	9293382	656
S11D-75	721	575429	9293381	633
S11D-76	722	575585	9293357	678
S11D-77	723	575599	9293361	680
S11D-78	724	575634	9293373	679
S11D-79	725	575704	9293348	704
S11D-80	726	575671	9293336	694
S11D-81	727	575789	9293324	731
S11D-82	728	575787	9293304	745
S11D-83	729	574802	9292886	745
S11D-84	730	574815	9292890	744
S11D-85	731	574840	9292934	737
S11D-86	732	574836	9292927	744
S11D-87	733	574862	9292963	735
S11D-88	734	574880	9293001	734
S11D-89	735	574944	9292989	702
S11D-90	736	574954	9292997	696
S11D-91	737	574999	9293045	692
S11D-92	738	574986	9293069	696
S11D-93	739	575021	9293108	694
S11D-94	740	575039	9293131	682
S11D-95	741	574763	9293237	747
S11D-96	742	574738	9293228	759
S11D-97	743	573966	9292921	778
S11D-98	744	572898	9292961	691
S11D-99	745	572901	9293014	674
S11D-100	746	572897	9293012	678
S11D-101	747	570402	9293694	688
S11D-102	748	570362	9293827	706
S11D-103*	°	570227	9292817	716
S11D-104*	°	570077	9292844	736
S11D-105*	°	570023	9292830	745
S11D-106*	°	570013	9292797	737
S11D-107*	2146	576030	9293282	719
S11D-108*	2147	571344	9292604	769
S11D-109*	2149	576088	9292476	723
S11D-110*	2150	572897	9292866	705
S11D-111*	2151	572889	9292895	691
S11D-112	2153	571436	9291119	838
S11D-113 (TRL-01)*	°	576362	9288940	541
S11D-114 (TRL-02)*	°	575768	9290230	692





S11D-115 (TRL-03)*	°	575764	9290220	688
S11D-116 (TRL-04)*	°	575598	9290130	627
CAV-01	°	573567	9291252	779
CAV-02	°	573487	9291163	788
CAV-03	°	573582	9291261	788
CAV-04	°	574025	9291173	755
CAV-05	°	573679	9291284	789
CAV-06	°	573803	9291311	810
CAV-07	°	573804	9291314	810
CAV-08	°	573995	9291169	760
CAV-09	°	574603	9290084	547
CAV-10	°	574315	9291333	813
CAV-11	°	574375	9291352	819
CAV-12	°	574392	9291346	813
CAV-13	°	574604	9291358	839
CAV-14	°	575092	9290710	723
CAV-15	°	569807	9291911	762
CAV-16	°	569810	9291915	762
CAV-17	°	569754	9291818	735
CAV-18	°	569769	9291823	736
CAV-19	°	569793	9291903	759
CAV-20	°	569791	9291877	743
CAV-21	°	569727	9291922	751
CAV-22	°	569741	9291837	796
CAV-23	°	570680	9290848	661
CAV-24	°	570140	9291903	800
CAV-25	°	570674	9290854	680
CAV-26	°	570174	9291491	708
CAV-27	°	570858	9290756	702
CAV-28	°	569798	9291586	664
CAV-29	°	570690	9290859	678
CAV-30	°	574699	9289424	423
CAV-31	°	570606	9291455	765
CAV-32	°	574787	9289599	452
CAV-33	°	570664	9291537	779
CAV-34	°	568314	9292264	707
CAV-35	°	568002	9291837	567
CAV-36	°	569765	9291555	668
CAV-37	°	568103	9292050	617
CAV-38	°	569597	9291111	585
CAV-39	°	569337	9290903	531
CAV-40	°	570387	9290816	622
CAV-41	°	570340	9290825	611
S11-01	1608	583160	9291701	332



S11-02	1609	579549	9288192	509
S11-03	1610	578082	9288464	634
S11-04	1611	578080	9288464	633
S11-05	1612	578167	9288250	663
S11-06	1613	578237	9288238	673
S11-07	1614	583854	9286363	277
S11-08	1618	578920	9290284	339
S11-09	1619	577995	9288574	619
S11-10	1620	577975	9288558	639
S11-11	1621	578027	9288496	655
S11-12	1628	582939	9290340	304
S11-13	1629	582932	9290328	310
S11-14	1630	582936	9290323	309
S11-15	1631	582929	9290350	319
S11-16	1632	582861	9290370	317
S11-17	1633	577954	9288568	649
S11-18	1634	577911	9288582	640
S11-19	1635	578341	9287741	637
S11-20	1636	578335	9287688	645
S11-21	1637	578381	9287621	631
S11-22	1638	577209	9290620	461
S11-23	1639	577446	9289960	405
S11-24	1640	577312	9290029	403
S11-25	1641	576829	9290128	430
S11-26	1648	583098	9291705	410
S11-27	1649	583076	9291792	383
S11-28	1650	583065	9291757	375
S11-29	1651	578258	9287882	632
S11-30	1652	578321	9287791	643
S11-31	1616	578467	9291433	455

\* cavernas em fase de estudos; ○ cavernas topografadas pela Carste que não terão número GEM.

#### **4. REVISÃO DA LOCALIZAÇÃO DAS CAVERNAS NO MAPA SÍNTESE COM AS PROJEÇÕES PLANIMÉTRICAS DAS CAVERNAS E O PLANO DIRETOR PROJETO FERRO CARAJÁS S11D - MELHORIAS)**

A revisão do mapa de localização das cavernas, apresentado no Anexo E do Volume IV, referente ao tema Espeleologia, que compõem o conjunto de informações protocolados pela Vale S/A no ICMBio, no dia 31/10/2011 (Nº 02001.054479/2011-81) e o Plano Diretor Projeto Ferro Carajás S11D - Melhorias, encontram-se no Anexo II deste documento.

## 5. REVISÃO DA TABELA SÍNTESE DA ANÁLISE DE RELEVÂNCIA DAS CAVERNAS

Foi solicitada, pelo ICMBio/CECAV, uma revisão da tabela síntese da análise de relevância do Relatório Espeleológico (CARSTE, Dezembro 2010).

Seguem as alterações efetuadas e as justificativas;

**S11D-40:** caverna de grau máximo de relevância diante de atributo biológico; foi alterado para grau alto, pois o status do colêmbolo troglomórfico da família Cyphoderidae foi alterado para não raro (Anexo A do documento: “Considerações da Carste ao Parecer do IBAMA sobre a Espeleologia do Projeto Ferro Carajás S11D” – outubro de 2011). Anexo III deste documento.

**S11D-47:** caverna de grau médio diante de atributos físicos e biológicos; foi alterado para grau alto em função da alta projeção horizontal; no relatório espeleológico a análise está correta.

**S11D-60/S11D-61:** os graus de relevância das cavidades S11D-60 e S11D-61 foram invertidos na tabela síntese. Deste modo, a correta classificação destas cavidades é: S11D-60 = alta relevância e S11D-61 = máxima relevância. Esta informação foi prestada no documento “Considerações da Carste ao Parecer do IBAMA sobre a Espeleologia do Projeto Ferro Carajás S11D” – outubro de 2011. No Relatório Espeleológico a análise de relevância dessas duas cavernas está correta.

Tabela 5.1. Alterações realizadas na tabela da análise de relevância.

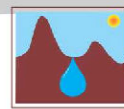
Caverna	Grau de relevância e atributos biológicos classificatórios	Grau de relevância e atributos físicos classificatórios	Grau de relevância final	Modificação do grau de relevância GEO	Modificação do grau de relevância BIO
S11D-040	Localidade tipo/táxons novos/alta riqueza/troglóbio não raro/troglomórfico	Alta PH	ALTO	-	Mudou de Máximo para Alto
S11D-047	Alto substratos orgânicos/riqueza Média	Alta PH	ALTO	Mudou de média para alta PH	
S11D-060	Troglóbio não raro/troglomórfico	Média PH/área/volume/poucos tipos de espeleotemas	ALTO	Mudou de máxima pra média	
S11D-061	População com função ecológica	Dimensões notáveis	MÁXIMO	Mudou de média para máxima	

## 6. REVISÃO DA TABELA SÍNTESE DAS INTERFERÊNCIAS DO PLANO DIRETOR DO PROJETO FERRO CARAJÁS S11 - MELHORIAS NAS CAVERNAS DO PROJETO S11D

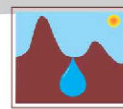
Diante de ajustes nos posicionamentos planimétricos de algumas cavernas, em decorrência de revisões elaboradas nas coordenadas UTM's de mapas topográficos de cavernas prospectadas pelo Grupo Espeleológico de Marabá/FCCM, foi efetuada uma revisão geral das interferências do Plano Diretor do Projeto Ferro Carajás S11D - Melhorias nas cavernas localizadas na área do referido projeto. Diante disso, o balanço apresentado na proposta de compensação do Anexo H, do documento "Considerações da Carste ao Parecer do IBAMA sobre a Espeleologia do Projeto Ferro Carajás S11D", de outubro de 2011, deverá ser desconsiderado. As Tabelas 6.1 e 6.2 apresentam os resultados da revisão.

Tabela 6.1. Interferências do Plano Diretor nas cavernas do Projeto Ferro Carajás S11D.

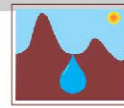
Análise	Caverna	Relevância	Estrutura com sobreposição
Caverna de máxima relevância	Cav-34	Máxima	-
	S11-07	Máxima	-
	S11D-01	Máxima	-
	S11D-12	Máxima	-
	S11D-35	Máxima	-
	S11D-39	Máxima	-
	S11D-61	Máxima	-
	S11D-64	Máxima	-
	S11D-78	Máxima	-
	S11D-79	Máxima	-
	S11D-80	Máxima	-
	S11D-81	Máxima	-
	S11D-83	Máxima	-
S11D-96	Máxima	-	
Caverna e entorno protegido pela perímetro de proteção de uma caverna com relevância máxima	S11D-62	Alto	-
	S11D-63	Médio	-
	S11D-65	Alto	-
	S11D-66	Alto	-
	S11D-67	Médio	-
	S11D-82	Alto	-
	S11D-95	Alto	-



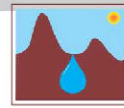
<b>Entorno interferido</b>	Cav-01	Alto	Cava
	Cav-02	Alto	Cava
	Cav-03	Alto	Cava
	Cav-04	Médio	Cava e transportador de conexão
	Cav-05	Médio	Cava
	Cav-06	Médio	Cava
	Cav-08	Alto	Cava e transportador de conexão
	Cav-12	Alto	Cava e transportador de conexão
	Cav-13	Alto	Cava, transportador de conexão e abrigo radio e acesso
	Cav-14	Alto	Oficina de manutenção e acessos; Acesso 8
	Cav-17	Alto	Cava
	Cav-18	Alto	Cava
	Cav-28	Médio	Cava
	Cav-31	Médio	Cava
	Cav-32	Médio	Acesso 8
	Cav-33	Médio	Cava
	S11-02	Médio	Estrada de acesso principal acesso 2/TCLD2
	S11-25	Alto	Linha de transmissão; Acesso 7; TCLD3; Estrada de acesso principal acesso 2; TCLD2; Bacia de contenção de sedimentos
	S11D-02	Alto	Cava
	S11D-03	Alto	Cava
	S11D-05	Alto	Cava
	S11D-06	Alto	Cava
	S11D-07	Médio	Cava
	S11D-08	Médio	Cava
	S11D-09	Alto	Cava
	S11D-10	Alto	Cava
	S11D-11	Alto	Cava
	S11D-14	Alto	Cava
S11D-16	Médio	Cava	
S11D-17	Alto	Cava	
S11D-20	Médio	Cava	
S11D-21	Alto	Cava	
S11D-22	Alto	Cava	
S11D-23	Médio	Cava	
S11D-24	Alto	Cava	
S11D-26	Alto	Cava	



S11D-29	Médio	Cava
S11D-30	Médio	Cava
S11D-31	Alto	Cava
S11D-32	Alto	Cava
S11D-33	Alto	Cava
S11D-34	Médio	Cava
S11D-36	Alto	Cava
S11D-37	Alto	Cava
S11D-38	Alto	Cava
S11D-40	Alto	Abrigo, acesso e transportador de conexão
S11D-41	Alto	Abrigo, acesso e transportador de conexão
S11D-43	Alto	Oficina de manutenção e acessos; Acesso 8; canteiro de obras 10; ETA
S11D-48	Alto	Estação de transferência, Sistema de Distribuição de energia SE secundária, Acesso 8c, Acesso 8, Linha de transmissão, Transportadores, Pilha pulmão e acessos.
S11D-59	Alto	Acesso 2b e transportador de conexão
S11D-60	Alto	Cava
S11D-68	Alto	Cava
S11D-69	Alto	Cava
S11D-70	Alto	Cava
S11D-71	Alto	Cava
S11D-72	Alto	Cava
S11D-73	Médio	Cava
S11D-74	Alto	Cava
S11D-75	Médio	Cava
S11D-76	Alto	Cava
S11D-77	Alto	Cava
S11D-84	Médio	Cava
S11D-85	Alto	Cava
S11D-86	Alto	Cava
S11D-87	Alto	Cava
S11D-88	Alto	Cava
S11D-89	Alto	Cava
S11D-90	Alto	Cava
S11D-91	Alto	Cava
S11D-92	Alto	Cava
S11D-93	Alto	Cava



	S11D-94	Alto	Cava
<b>Caverna e entorno sem impacto</b>	Cav-23	Alto	-
	Cav-25	Médio	-
	Cav-26	Médio	-
	Cav-27	Alto	-
	Cav-29	Alto	-
	Cav-30	Alto	-
	Cav-35	Alto	-
	Cav-36	Alto	-
	Cav-37	Alto	-
	Cav-38	Alto	-
	Cav-39	Médio	-
	Cav-40	Alto	-
	Cav-41	Alto	-
	S11-01	Alto	-
	S11-03	Médio	-
	S11-04	Alto	-
	S11-05	Alto	-
	S11-06	Médio	-
	S11-08	Alto	-
	S11-09	Alto	-
	S11-10	Alto	-
	S11-11	Alto	-
	S11-12	Alto	-
	S11-13	Alto	-
	S11-14	Alto	-
	S11-15	Alto	-
	S11-16	Alto	-
	S11-17	Alto	-
	S11-18	Alto	-
	S11-19	Alto	-
	S11-20	Alto	-
	S11-21	Alto	-
	S11-22	Alto	-
S11-23	Alto	-	
S11-24	Alto	-	
S11-26	Alto	-	
S11-27	Alto	-	
S11-28	Alto	-	
S11-29	Alto	-	
S11-30	Alto	-	
S11-31	Alto	-	
S11D-15	Alto	-	



	S11D-25	Alto	-
	S11D-98	Alto	-
	S11D-99	Médio	-
	S11D-100	Alto	-
	S11D-101	Alto	-
	S11D-102	Alto	-
<b>Cavernas com impacto irreversível</b>	Cav-07	Alto	Cava
	Cav-09	Alto	Acesso 8
	Cav-10	Alto	Cava
	Cav-11	Alto	Cava
	Cav-15	Alto	Cava
	Cav-16	Alto	Cava
	Cav-19	Alto	Cava
	Cav-20	Médio	Cava
	Cav-21	Alto	Cava
	Cav-22	Médio	Cava
	Cav-24	Alto	Cava
	S11D-13	Alto	Cava
	S11D-18	Médio	Cava
	S11D-19	Médio	Cava
	S11D-27	Alto	Cava
	S11D-28	Médio	Cava
	S11D-42	Alto	Transportador de conexão
	S11D-44	Alto	Acesso 7/TCLD 3
	S11D-45	Alto	Transportadores
	S11D-46	Médio	Transportadores
	S11D-47	Alto	Acesso 8c
	S11D-49	Alto	Cava
	S11D-50	Médio	Cava
	S11D-51	Alto	Cava
	S11D-52	Alto	Cava
	S11D-53	Alto	Cava
	S11D-54	Alto	Cava
	S11D-55	Alto	Cava
	S11D-56	Médio	Cava
	S11D-57	Alto	Cava
S11D-58	Médio	Cava	
S11D-97	Alto	Cava	

**Tabela 6.2. Síntese da análise das interferências do Plano Diretor (melhorias) nas cavernas do Projeto S11D.**



Análise	Quantidade de cavernas
<b>Cavernas conservadas ou protegidas integralmente (caverna + 250m)</b>	
Máxima relevância	14
Caverna e entorno protegido pela perímetro de proteção de caverna de máxima	7
Caverna e entorno sem impacto do Plano Diretor	48
<b>Cavernas que sofrerão impactos</b>	
Interferência no perímetro de 250 m	72
Impacto irreversível (supressão)	32
<b>TOTAL</b>	<b>173</b>

- **69 (39,8%) cavernas serão conservadas;**
- **72 (41,6%) cavernas sofrerão interferências no seu perímetro de proteção;**
- **32 (18,5%) cavernas sofrerão impactos irreversíveis.**

## 7. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES DAS PROPOSTAS DE AÇÕES AMBIENTAIS/PROGRAMAS

Neste item são apresentadas as propostas de programas e ações ambientais do Projeto S11D no que diz respeito à espeleologia. Ações complementares foram acrescentadas diante de solicitação do ICMBio/CECAV. O detalhamento de cada um dos programas será apresentado no Plano de Controle Ambiental – PCA do empreendimento.

### 7.1. Programa de monitoramento de vibrações (sísmica)

Através do Programa de Monitoramento de Vibração pretende-se subsidiar medidas necessárias e estudos que possam determinar os procedimentos para observância dos limites de vibrações aplicáveis às áreas limítrofes das cavidades que serão conservadas ou que sofrerão interferência em seu raio de proteção. Esse programa visa à manutenção da integridade física das cavidades, bem como a recuperação da reserva de minério de forma sustentável.

Será definido um padrão de vulnerabilidade da integridade física das cavidades naturais em formações ferríferas e litotipos associados. Tal modelo será alcançado através da elaboração de curvas de caracterização dos maciços rochosos com relação à propagação das vibrações causadas pelas detonações.

Serão realizadas medições de vibração, concomitante com registros fotográficos de detalhe, em pontos pré-determinados localizados na área de influência e no interior das cavidades, sempre que houver avanço de lavra em suas direções. Tais monitoramentos serão registrados em relatório a cada campanha, além da consolidação anual de dados. A caverna S11D-83, particularmente, merecerá monitoramento detalhado, pois já apresenta rachaduras em diversos espeleotemas.

## **7.2. Programa de desmonte controlado**

O Programa de Desmonte Controlado será adotado para as frentes de lavra que tiverem avanço em direção às cavidades que serão preservadas ou que sofrerão interferência em seu raio de proteção. Visa promover o avanço da lavra sem acarretar danos à integridade física das cavidades e garantir uma maior recuperação de reserva impactada. O desmonte deverá ocorrer de forma controlada com a utilização das cargas máximas por espera e linhas de pré-cortes para dispersão das ondas sísmicas, garantindo assim um nível de vibrações aceitável dentro dos limites estabelecidos de acordo com o programa de monitoramento sísmico.

Em casos específicos, onde as cavidades demonstrarem maior grau de fragilidade, o desmonte por explosivos poderá ser substituído por escavações mecanizadas, o que permitirá o avanço de lavra sem acarretar danos à integridade física das cavidades.

## **7.3. Programa de monitoramento de fauna**

As condições ambientais de uma caverna, muitas vezes vulneráveis e frágeis, podem ser facilmente alteradas por fatores externos, que podem chegar a impactar condições essenciais para a existência de organismos do ecossistema subterrâneo.

Organismos endêmicos apresentam área de distribuição confinada aos espaços na rocha e, muitas vezes, restrita. Impactos diretos no meio podem interferir na sobrevivência dessas populações. Ainda devem ser considerados os impactos indiretos como a supressão de recursos tróficos provenientes da superfície ou a alteração de fatores micro-climáticos, como umidade. Dessa forma, será realizado o monitoramento das populações das cavidades de relevância máxima, assim como das cavidades de relevância alta que sofrerão impactos, visando à obtenção de dados que indiquem possíveis alterações decorrentes da implantação do empreendimento.

A preferência por abrigos com características físicas específicas é mencionada para várias espécies de morcegos, que podem abandonar esses refúgios quando ocorrem modificações no topoclima do local. É frequentemente citado que atividades ligadas à mineração têm impactos adversos sobre populações de morcegos, pois tendem a modificar a estrutura física e o topoclima da caverna. Dentre os impactos está o desmatamento no entorno; dependendo de sua extensão e proximidade com a caverna, pode ocasionar alterações importantes.

Outro impacto a ser levado em consideração é a ocorrência constante de ruídos sonoros, originados em área próxima à caverna. Dada a escassez de dados sobre impactos ocasionados por atividades ligadas à mineração em áreas próximas a cavidades subterrâneas, mostra-se fundamental o monitoramento de algumas cavidades com população de morcegos antes e após a ampliação do empreendimento, verificando as respostas que a atividade causaria à dinâmica das populações. Dentre as cavidades, sugere-se estudo em S11D-01, S11D-40, S11D-54, S11D-83, S11-16 e CAV-41, que apresentam populações numerosas de morcegos.

## **7.4. Programa de resgate de espeleotemas**

Para as cavidades que serão suprimidas, onde forem identificados/catalogados espeleotemas de destaque, eles serão coletados e depositados em instituições afins.

Serão priorizados espeleotemas com massa de aproximadamente 50 gramas, contudo poderão ser coletados outros espeleotemas que tiverem alguma relevância morfológica e/ou mineralógica. Por fim, será realizada a coleta do substrato onde estão os espeleotemas para complementar a amostra com o litotipo associado. Serão coletados no mínimo um e no máximo três exemplares de cada tipo e depositados em instituição, além de uma amostra arquivada pela Vale para possíveis análises e estudos. Na caverna S11D-61 será realizada coleta de espeleotemas (crostas de piso) para análise mineralógica, conforme solicitação do ICMBio/CECAV.

#### **7.5. Programa de resgate arqueológico**

Para as cavidades que serão suprimidas, onde foram identificados sítios arqueológicos, o resgate dos sítios passará por uma seleção de acordo com o que estabelece a Portaria IPHAN nº 230/02, para posterior deposição de salvaguarda em instituição afim.

Serão realizados os estudos de arqueologia preventiva, em todas as cavidades sejam elas suprimidas ou não, com as seguintes etapas: prospecção arqueológica, resgate arqueológico, curadoria das peças arqueológicas e educação patrimonial, conforme estabelecido nas Portarias IPHAN nº 07/01 e nº 230/02.

#### **7.6. Programa de registro de imagens**

O programa de registro de imagens visa manter a memória da cavidade para gerações futuras quanto a sua morfologia, estruturas etc.

Visando a minimização das perdas relativas ao impacto irreversível da supressão de cavidades nos seus aspectos físicos e biológicos, serão priorizados detalhes relevantes que possam agregar informação à compreensão dos processos de formação daquela cavidade, da sua ecologia e/ou da sua utilização como abrigo para espécimes da fauna e de uso pelo homem.

Além dos mapas topográficos 5D, como são normalmente gerados nos estudos espeleológicos, também serão realizados todos os registros cartográficos através de mapeamento a laser associado a registro fotográfico em 3D, em realidade virtual. Como o alto custo e a dificuldade de empregabilidade desta tecnologia em ambientes subterrâneos, estes registros somente poderão ser realizados nas cavidades que serão suprimidas. E seus dados serão inseridos no Banco de Dados Vale e encaminhados ao órgão ambiental.

#### **7.7. Programa de resgate de informações sedimentares**

Nas cavernas que serão suprimidas serão selecionados depósitos sedimentares clásticos visando à ampliação do conhecimento sobre os processos sedimentares nas cavernas ferríferas. Esses depósitos serão avaliados através da abertura de trincheiras em locais selecionados no interior das cavernas. As trincheiras, verticalmente, deverão atingir a rocha subjacente, no sentido de detectar toda a coluna sedimentar envolvida

no processo deposicional. Será elaborada a descrição das fácies sedimentares das paredes das trincheiras. Serão coletadas amostras das fácies sedimentares para análises granulométricas e químicas (elementos maiores - óxidos) e, no caso de material orgânico, datação radiométrica.

#### **7.8. Programa de contenção de sólidos e controle de erosão**

Será fundamental que procedimentos operacionais e projetos de drenagem / contenção de sólidos sejam implantados, sobretudo na etapa de implantação do empreendimento, visando controlar fluxos erosivos direcionados às cavernas que serão conservadas.

Durante a operação de acessos e da mina, procedimentos de manutenção e monitoramento dos sistemas de controle, sobretudo nos períodos chuvosos, deverão ser estabelecidos. O plano de monitoramento dos recursos hídricos superficiais deverá estar conjugado.

#### **7.9. Programa raio de influência hídrica das cavernas**

A preservação da infiltração hídrica, particularmente de cavernas de relevância máxima que estão à jusante de possíveis interferências na canga, passa pela manutenção da permeabilidade de uma área por sobre a caverna, que habilite a preservação do fluxo d'água tanto oriundo de percolação vertical através de água meteórica (chuvas), quanto a partir da percolação lateral. Esta área de influência hídrica certamente é variável. No entanto, ainda não existem ensaios de campo na busca de melhor compreender esse raio de influência de águas do escoamento superficial e de infiltração que são dirigidas para o interior da caverna.

Diante disso, este programa tem como objetivo conhecer o raio de influência hídrica de cavernas de relevância máxima por meio da aplicação de traçadores artificiais, utilizando-se de recargas naturais (chuvas). Também será avaliado o tempo de conexão das águas de infiltração e escoamento pluvial com o interior da caverna, assim como o comportamento da circulação das águas pluviais em diferentes litotipos e em situações estruturais diferenciadas.

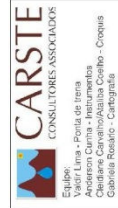
#### **7.10. Programa completo de monitoramento da caverna S11-07**

Para a caverna S11-07 será elaborado um programa completo, incluindo monitoramentos das vibrações, da fauna, dos recursos hídricos do interior da caverna e de seu entorno, do raio de influência e dos processos de erosão e assoreamento. Será realizado um programa específico de monitoramento no sentido de garantir a integridade da caverna diante da visita potencial de trabalhadores durante a instalação e operação do empreendimento, incluindo monitoramento fotográfico, controle do acesso dentre outras medidas.

# ANEXOS

# ANEXO I

## MAPA E SEÇÕES DA CAVERNA S11D-54

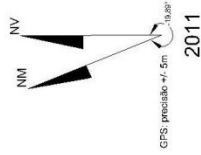


**VALE CAVERNA S11D-54 (GEM-700)**

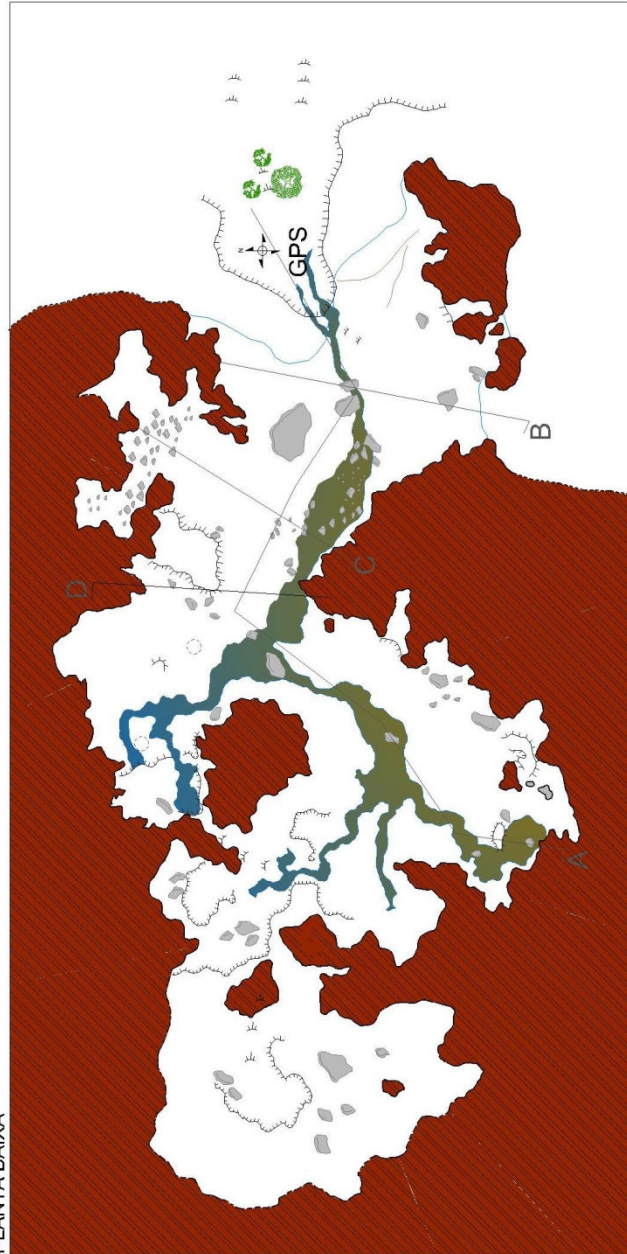
**PROJETO S11D**

UTM: 0575183m E / 9291860m N  
Datum SAD'69 (Zona 22M)  
Altitude: 803m  
Projeção horizontal: 121m  
Desnível: 6,5m  
Área: 520,1 m<sup>2</sup>  
Volume aproximado: 700m<sup>3</sup>  
Classificação BCRA: 5D

- |  |                       |  |                                |
|--|-----------------------|--|--------------------------------|
|  | Jaspilito             |  | Raízes                         |
|  | Drenagem/Guano        |  | Gotejamento                    |
|  | Projeção linha d'água |  | Seixos, calhaus e matacões     |
|  | Parede interna        |  | Vegetação                      |
|  | Contorno inferior     |  | Indicação do sentido do Perfil |
|  | Desnível abrupto      |  | Positionamento geográfico      |
|  | Desnível suave        |  |                                |
|  | Projeção teto baixo   |  |                                |



PLANTA BAIXA

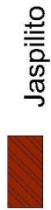


575184mE

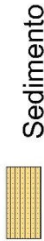


# PROJETO S11D VALE CAVERNA S11D-54 (GEM-700)

UTM: 0575183m E / 9291860m N  
Datum SAD'69 (Zona 22M)  
Altitude: 803m  
Projeção horizontal: 121m  
Desnível: 6,5m  
Área: 520,1m<sup>2</sup>  
Volume aproximado: 700m<sup>3</sup>  
Classificação BCRA: 5D



Jaspilito



Sedimento



Parede interna



Contorno interno



Seixos, calhaus e matacões

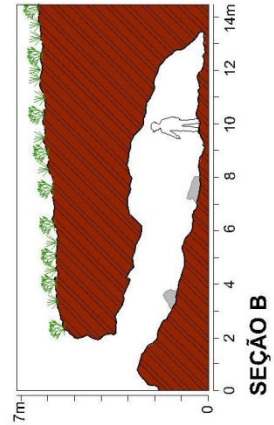
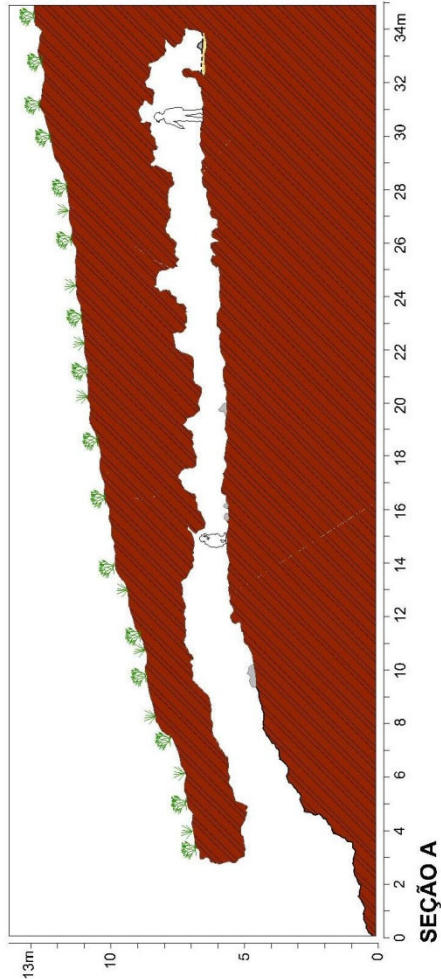
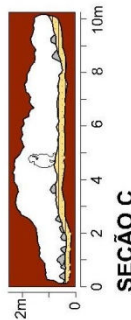
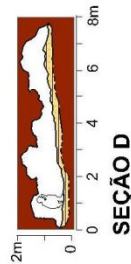


Vegetação

h: 1,00m



h: 1,75m



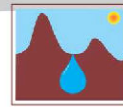


**ANEXO II**

**MAPA SÍNTESE DAS CAVERNAS E DO  
PLANO DIRETOR (MELHORIAS) DE S11D**

# ANEXO III

## ALTERAÇÃO DO STATUS DOS COLÊMBOLOS CYPHODERIDAE



## NOVAS ANÁLISES DE CYPHODERIDAE (COLLEMBOLA) REGISTRADOS EM CAVERNAS DA FLONA CARAJÁS E REGIÃO.

Os estudos de bioespeleologia integrados ao EIA do Projeto S11D indicaram a ocorrência de um colêmbolo troglomórfico da família Cyphoderidae morfotipado como sp3 apenas na cavidade S11D-40. Embora colêmbolos da família apresentem redução de olhos e de pigmentação, devido à ausência de conhecimento da fauna epígea, foi considerado potencial troglóbico pelo princípio da precaução.

Com o intuito de comparar espécimes, exemplares de colêmbolos Cyphoderidae de diferentes cavidades na FLONA Carajás montados em lâminas foram enviados para o especialista do grupo Dr. Douglas Zeppelini (UEPB). Foram enviadas amostras de cavidades de Serra Norte (N1-170, N4E-10, N4E-14, N4E-21, N4E-61, N5S-12, N4WS-08), Serra Sul (S11D-01, S11D-10, S11D-21, S11D-40, S11D-55, S11-07, CAV-41) e Serra do Tarzan (GEM-1578 e GEM-1590). Dr. Zeppelini, após uma análise comparativa mais detalhada do material, incluindo observações em microscópio da quetotaxia labial, revelou que todos pertencem a uma mesma espécie (Cyphoderidae sp1).

O Decreto nº 6640, em seu §9º do artigo 2º, informa que: *“Diante de fatos novos, comprovados por estudos técnico-científicos, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes poderá rever a classificação do grau de relevância de cavidade natural subterrânea, tanto para nível superior quanto inferior”*.

Dessa forma, a classificação da cavidade S11D-40, de relevância máxima, deve ser reavaliada, tendo em vista que os exemplares de Cyphoderidae nela registrados não são mais raros, já que a espécie apresenta distribuição ampla, para além do platô de S11. Dr. Zeppelini, adicionalmente, recomendou a realização de levantamentos faunísticos fora do meio subterrâneo para verificar se a espécie está restrita ao meio hipógeo.

Dra. Renata de Andrade  
Outubro de 2011