



## Patrimônio Espeleológico Projeto N1/N2

Parauapebas, novembro de 2019

---

**EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL**

---

<b>Função Técnica</b>	<b>Nome dos Responsáveis Técnicos</b>	<b>Registro de Classe</b>
<b>Engenheiro de Minas</b>	Iuri Viana Brandi	CREA 60008
<b>Bióloga</b>	Daniela G. Rodrigues-Silva	CRBio 43969/04-D
<b>Geóloga</b>	Georgete Macedo Dutra	MG 58770
<b>Bióloga</b>	Mariane Soares Ribeiro	CRBio 98315/04-D
<b>Geólogo</b>	Rafael Guimarães de Paula	CREA 151153157-6
<b>Geógrafo</b>	Ramon Nunes Araújo	
<b>Bióloga</b>	Tatiana Marcela de Oliveira Bezerra	CRBio 46867/05-D
<b>Geólogo</b>	Tomás Correa	CREA MG 197417-D

---

## Índice

Índice.....	3
Lista de Figuras .....	4
Lista de Tabelas.....	4
1. Apresentação .....	5
2. Requisitos Legais Aplicáveis.....	5
3. Diagnóstico .....	7
3.1 Metodologia.....	8
3.2 Resultados Obtidos.....	9
4. Avaliação de Impactos.....	9
4.1 Etapas de Implantação e Operação .....	19
4.1.1 Impactos Irreversíveis em Cavidades.....	20
4.1.2 Interferências no Entorno de Cavidades.....	21
5. Programa de Gestão Espeleológica.....	23
5.1 Justificativa.....	24
5.2 Objetivos .....	24
5.3 Atividades previstas / Procedimentos metodológicos .....	24
5.3.1 Subprograma de Resgate Espeleológico .....	24
5.3.2 Subprograma de Monitoramento Espeleológico.....	25
5.3.3 Subprograma de Compensação Espeleológica .....	25
5.4 Responsabilidade da Execução.....	26
5.5 Equipe técnica proposta .....	26
5.6 Indicadores.....	26
5.7 Cronograma.....	26

## Lista de Figuras

Figura 1 – Histórico dos levantamentos prospectivos realizados no Platô de N1 e entorno e os quantitativos de cavidades identificadas. 248 cavidades foram identificadas, sendo que 5 destas cavidades apresentaram desenvolvimento linear inferior a cinco metros conforme laudo emitido pela Fundação Casa de Cultura de Marabá.....	7
Figura 2 – Levantamentos prospectivos realizados no Platô de N1 e entorno e os quantitativos de cavidades identificadas. 27 cavidades foram identificadas, sendo que 1 destas cavidades apresentou desenvolvimento linear inferior a cinco metros conforme laudo emitido pela Fundação Casa de Cultura de Marabá. ....	8
Figura 3 – Distribuição das cavidades identificadas nos Platôs de N1 e N2, consideradas no Projeto N1/N2.....	8
Figura 4 – Distribuição percentual dos graus de relevância das 275 cavidades identificadas na área do Projeto N1/N2. ....	9
Figura 5 - Cavidades que sofrerão algum tipo de interferência na cavidade (impacto irreversível) ou no entorno de 250 metros em relação a ADA do Projeto N1/N2.....	10
Figura 6 - Cavidades nas áreas de N1 e N2 que sofrerão algum tipo de interferência na cavidade (impacto irreversível) ou no entorno de 250 metros. Os impactos irreversíveis no primeiro gráfico, e, as alterações no entorno de 250 metros no segundo gráfico.....	10
Figura 7 – Localização da área de proteção das 275 cavidades identificadas na área do Projeto N1/N2, diferenciando-as pelo tipo de impactos. ....	18
Figura 8 – Cavidades que sofrerão impactos irreversíveis (supressão), por relevância, em função da instalação e operação do Projeto N1/N2. ....	20
Figura 9 – Cavidades que sofrerão interferência no entorno, por relevância, em função da instalação e operação do Projeto N1/N2. ....	21

## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Lista das 275 cavidades identificadas na ADA + AID do Projeto N1/N2. ....	11
Tabela 2 – Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam alterações nos entornos de proteção das cavidades.....	19
Tabela 3 – Cavidades com impactos irreversíveis, coordenadas UTM (SIRGAS 2000/22S), classificação de relevância, forma de compensação proposta e tipo estruturas responsáveis pelos impactos.....	20
Tabela 4 – Cavidades com interferências nos entornos, coordenadas UTM (SIRGAS 2000/22S), classificação de relevância que sofrerão, forma de mitigação proposta e tipo estruturas responsáveis pelos impactos.....	22

## 1. Apresentação

Este volume apresenta todas as informações relativas ao tema Espeleologia, quais sejam:

- Diagnóstico Ambiental, abrangendo a prospecção espeleológica e seus resultados (anexo I) bem com a classificação de relevância: Carste (2014 e 2016 – anexo II) e Bioespeleo (2019 - anexo III);
- Avaliação de Impactos, considerando-se tanto a cavidade quanto a alteração dos entornos de proteção;
- Programa de Gestão Espeleológica e Monitoramento de Cavidades de Máxima Relevância contendo os seguintes subprogramas:
- Subprograma de Monitoramento Espeleológico e; Subprograma de Compensação Espeleológica;
- Proposta de Área de Influência Hídrica de Cavidades Naturais Subterrâneas (anexo IV);
- Parecer Técnico nº 01/2019 – Fundação Casa de Cultura de Marabá (anexo V);

Este Volume encontra-se indicado ao longo dos itens do EIA/RIMA conforme sua solicitação no Termo de Referência do IBAMA emitido para o Projeto Mina N2 por meio do ofício nº 11/2018/COMEP/CGTEF/DILIC-IBAMA de 12/01/2018.

## 2. Requisitos Legais Aplicáveis

A Resolução CONAMA nº 5, de 06 de agosto de 1987, foi o primeiro ato regulatório a abordar a proteção do patrimônio espeleológico no País, aprovando o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico e obrigando à realização de EIA/RIMA para todos os projetos considerados potencialmente lesivos às cavidades naturais subterrâneas.

Posteriormente, o art. 20, inciso X da Constituição de 1988, atribuiu a essas cavidades o caráter de bens dominiais da União, de resto não sendo poucos os que, no plano doutrinário, passaram a também enquadrar as cavernas como integrantes do patrimônio cultural brasileiro, nos exatos termos consignados no art. 216 da Carta Republicana, que assim qualificou os sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.

Procurando aperfeiçoar o regime jurídico até então existente, o IBAMA fez publicar a Portaria nº 887, de 15 de junho de 1990, prevendo a necessidade de autorização dessa autarquia federal para qualquer projeto potencialmente lesivo às feições espeleológicas, prevendo ainda um raio mínimo de proteção de 250 metros projetado a partir do entorno linear dessas estruturas. Neste mesmo ano, veio a lume o principal diploma normativo editado sobre a matéria — o Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990.

Em 05 de junho de 1997 foi consolidada a criação do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV) pela Portaria nº 57/97, catalisada pela Portaria IBAMA nº 89, de 13 de agosto de 2001, posteriormente substituída pela Instrução Normativa IBAMA nº 100, de 05 de junho de 2006.

A Resolução CONAMA nº 347, promulgada em 10 de setembro de 2004, institucionalizou a necessidade de anuência prévia do IBAMA no tocante aos processos de licenciamento ambiental

de empreendimentos e atividades considerados efetiva ou potencialmente degradadores do patrimônio espeleológico ou de sua área de entorno.

Em 2008 foi editado o Decreto nº 6.640, de 07 de novembro de 2008, para instituir uma dinâmica classificatória de acordo com critérios de relevância das cavidades — divididos em máxima, alta, média ou baixa — conforme os quais, mediante prévio licenciamento ambiental, se têm como admissíveis ou não os impactos ambientais considerados irreversíveis às cavidades naturais, sendo que os critérios técnicos e as metodologias de valoração aplicáveis foram recentemente estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Instrução Normativa nº 2, de 20 de agosto de 2009.

Vedada qualquer sorte de intervenção sobre cavidades subterrâneas enquadradas em grau de relevância máximo, o novo diploma regulamentar estabeleceu, para os casos de empreendimentos causadores de impactos negativos sobre cavernas de importância considerada alta, a necessidade de preservação, em caráter permanente, de outras duas cavidades, desde que com a mesma litologia, com similaridade de atributos e relevância — correspondendo às chamadas cavidades testemunho — e preferencialmente em área contínua e no mesmo grupo geológico da caverna impactada. E inexistindo cavidades naturais similares, o Poder Público poderá admitir outra forma de compensação, mediante negociações encetadas diretamente com o responsável pelo empreendimento.

Tratando-se de cavidade natural de grau de relevância médio, o empreendedor ficará obrigado a adotar medidas e financiar ações que contribuam para a conservação e o uso adequado do patrimônio espeleológico brasileiro, sendo que, para o caso de impacto adverso sobre cavidades de baixo grau de relevância, não será exigida qualquer medida conservacionista equivalente.

Em setembro de 2012, o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) sua Instrução Normativa nº30 definindo procedimentos administrativos e técnicos para a execução de compensação espeleológica de que trata o art.4º do Decreto Federal nº 99.556/1990, conforme alterado pelo Decreto Federal 6.640/2008.

O ano de 2017 foi particularmente intenso no tocante da publicação de normas relacionadas à espeleologia. Em janeiro deste ano, foi publicada a Instrução Normativa nº1 do ICMBio, que revogou a IN ICMBio nº30/2012, e também disciplina – a partir de critérios de valoração das ações mais objetivos – os procedimentos para definição de “outras formas de compensação” ao impacto irreversível em cavidade natural subterrânea.

Ainda em 2017, no mês de agosto, foi revisada a base da metodologia de classificação de cavidades naturais subterrâneas, a partir da publicação da Instrução Normativa nº 2, pelo Ministério de Meio Ambiente.

As alterações na metodologia de classificação, incluem atributos específicos para definição de baixo grau de relevância. Além de importante alteração na lógica de classificação das cavidades de um dado conjunto, onde há ponderação de atributos que ocorram de forma conjunta.

As restrições de impacto não foram alteradas por esta norma, posto que são definidas em norma hierarquicamente superior, qual seja o Decreto Federal 99.556 de 1990, alterado pelo Decreto Federal 6.640 de 2008.

A alteração da instrução normativa referente à classificação de relevância, provocou a publicação de uma revisão da norma que trata dos procedimentos de compensação que sejam encaminhados ao ICMBio, assim, ainda em agosto de 2017 foi publicada a Instrução Normativa

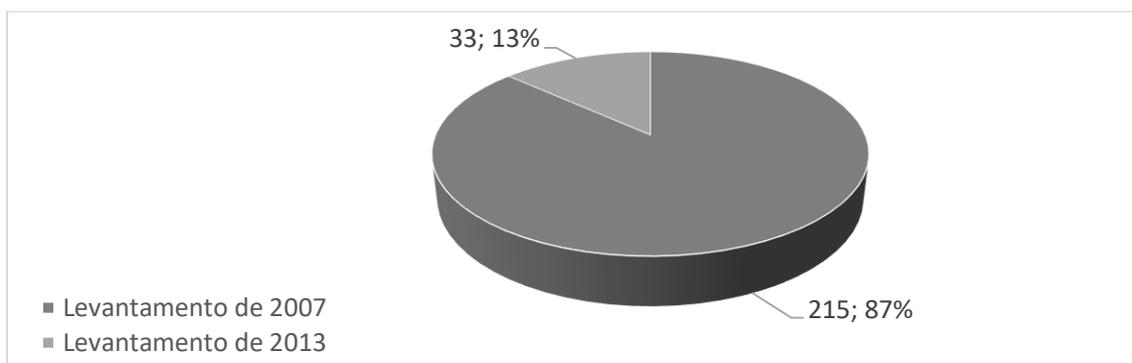
nº 4 – que adequa os procedimentos relacionados à “outras formas de compensação” à IN MMA 2/2017.

Em 2019 no mês de setembro, entra em vigor a Instrução Normativa Conjunta nº 08 que estabelece procedimentos entre o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade Instituto Chico Mendes- e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama- relacionados à Resolução nº 428, de 17 de dezembro de 2010, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama, e dá outras providências no âmbito do licenciamento ambiental federal. (Processo Ibama nº 02001.012700/2018-08 e ICMBio nº 02070.006165/2017-43). Além de todos os estudos corriqueiros inerentes ao processo de licenciamento o que essa IN traz de novo é que ainda na fase de LP devem ser encaminhadas as propostas de área de influência de cavidades; e também devem ser apresentadas as medidas e ações de preservação das cavidades testemunhos bem como a prospecção realizada na ADA do empreendimento. Além disso é citado um “programa de monitoramento de cavidades de máxima” como um estudo a parte a ser entregue também nessa fase do licenciamento, informações que constam nesse documento.

### 3. Diagnóstico

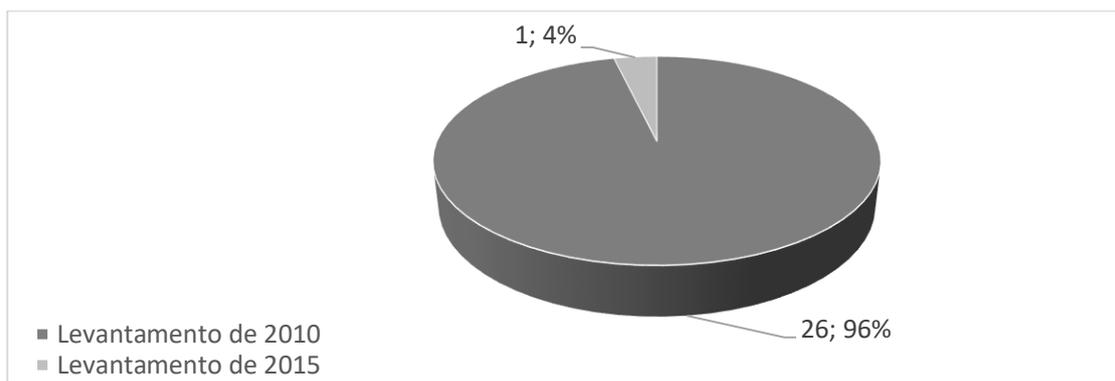
O objetivo deste item é apresentar uma síntese dos estudos espeleológicos que foram realizados no âmbito do Projeto N1/N2 e apresentar o resultado obtido, subsidiando assim a Avaliação de Impacto Ambiental e, também, a proposição das ações ambientais sobre a forma de Programas assim que atestada a viabilidade ambiental do empreendimento pelo órgão licenciador.

Os levantamentos prospectivos de cavidades no Platô de N1 foram realizados em dois momentos. O primeiro, entre março e abril de 2007, onde se identificou a maior parte das cavidades da área, chegando a 215 cavidades, sendo que 5 destas cavidades apresentam desenvolvimento linear inferior a cinco metros conforme laudo emitido pela Fundação Casa de Cultura de Marabá (anexo V). O segundo levantamento, realizado entre junho de 2012 e fevereiro de 2013, foi um esforço para melhorar a qualidade e expandir os levantamentos, considerando a mesma área do Platô de N1 e área do entorno do Projeto Manganês, além de aplicar novos materiais e métodos disponíveis, que resultou na identificação de novas 33 cavidades. No consolidado, portanto, foram identificadas no Platô de N1 um total de 248 cavidades (Figura 1).



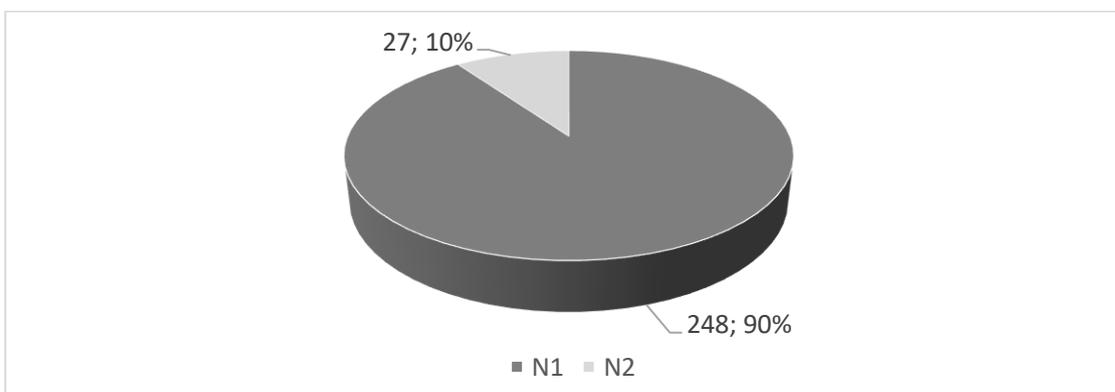
**Figura 1 – Histórico dos levantamentos prospectivos realizados no Platô de N1 e entorno e os quantitativos de cavidades identificadas. 248 cavidades foram identificadas, sendo que 5 destas cavidades apresentaram desenvolvimento linear inferior a cinco metros conforme laudo emitido pela Fundação Casa de Cultura de Marabá.**

Em relação ao Platô de N2 os levantamentos prospectivos de cavidades também foram realizados em dois momentos. O primeiro, entre agosto a dezembro de 2009, quando se identificou 26 cavidades, a maior parte das cavidades da área. O segundo levantamento, realizado entre fevereiro e outubro de 2014, foi um esforço para melhorar a qualidade e expandir os levantamentos, considerando parte da mesma área do Platô de N2 e área do entorno, além de aplicar novos materiais e métodos disponíveis, mas que resultou na identificação de somente 1 nova cavidade, porém com desenvolvimento linear inferior a cinco metros conforme laudo emitido pela Fundação Casa de Cultura de Marabá (anexo VI). No consolidado, portanto, foram identificadas no Platô de N2 um total de 27 cavidades (Figura 2).



**Figura 2 – Levantamentos prospectivos realizados no Platô de N1 e entorno e os quantitativos de cavidades identificadas. 27 cavidades foram identificadas, sendo que 1 destas cavidades apresentou desenvolvimento linear inferior a cinco metros conforme laudo emitido pela Fundação Casa de Cultura de Marabá.**

Consolidando o quantitativo de cavidades do Projeto N1/N2, está sendo considerado um total de 275 cavidades localizadas nas proximidades da ADA, 248 pertencentes ao Platô de N1, e, 27 ao Platô de N2 (Figura 3).



**Figura 3 – Distribuição das cavidades identificadas nos Platôs de N1 e N2, consideradas no Projeto N1/N2.**

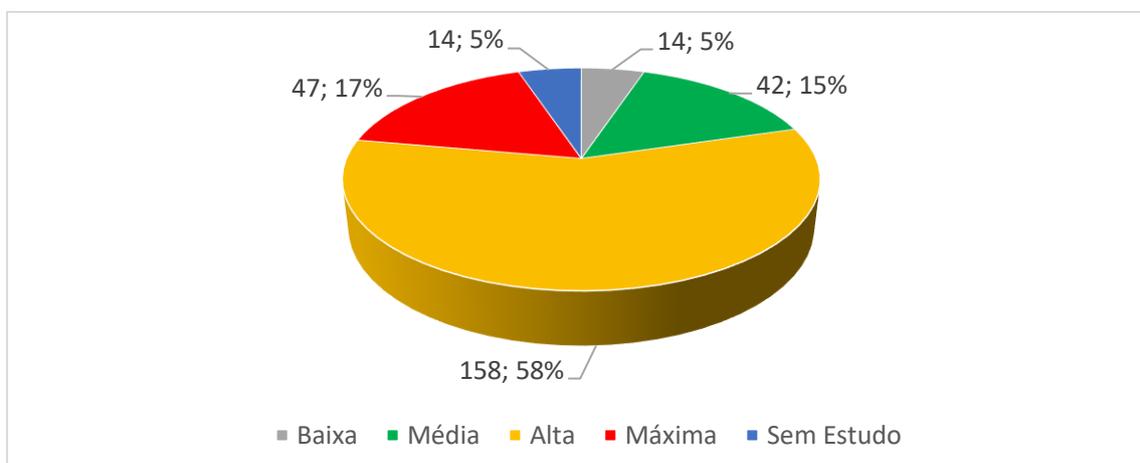
### 3.1 Metodologia

Os métodos utilizados para caracterização espeleológica da área de estudo, bem como uma proposta para classificação de relevância dessas cavidades, constam em relatórios técnicos específicos: Carste (2014 e 2016 – anexo II) e Bioespeleo (2019 – Análise de Relevância Platô N1); Bioespeleo (2019 – Análise de Relevância Platô N2), ambos revisados de acordo com a metodologia prevista na IN 02/2017, atualmente em vigor (anexo III).

### 3.2 Resultados Obtidos

O Projeto de N1/N2 apresenta um total de 275 cavidades naturais subterrâneas identificadas no seu entorno, onde foram realizados estudos de relevância em apenas 256 pela empresa Bioespeleo, atualizados em 2019 com base na IN 02/2017, não sendo possível completar o estudo na cavidade N1-0203, outras 19 não foram estudadas. Do total das 19 cavidades sem estudos de relevância 6 tiveram seus mapas topográficos revisados, utilizando o conceito do marco zero e os atributos constantes no artigo 12 da IN 02/2017, onde todas essas 6 cavidades apresentaram desenvolvimento linear inferior a cinco metros e foram definidas como de baixa relevância (conforme laudo técnico emitido pela FCCM). As demais 13 cavidades sem relevância serão estudadas posteriormente conforme necessidade de expansão do atual projeto.

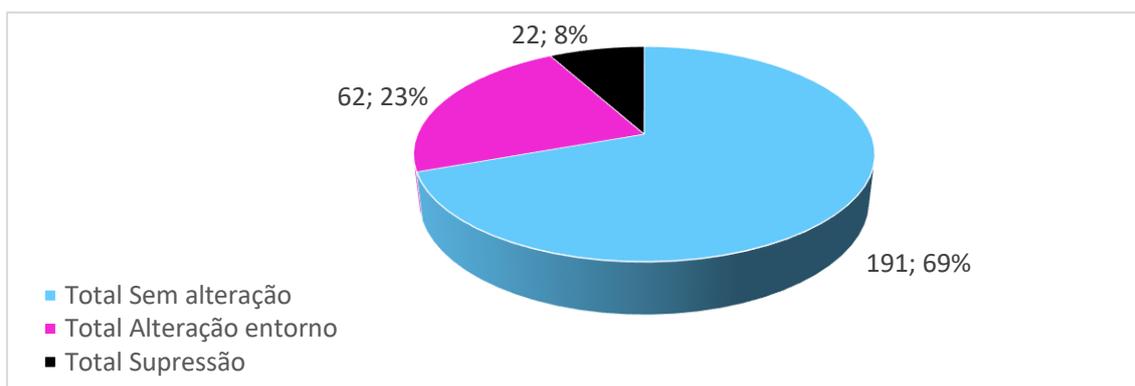
Dentre as 275 cavidades, 47 cavidades atingiram grau de relevância máximo (17%), 158 cavernas foram classificadas com grau de relevância alto (58%), 42 com grau médio (15%) e outras 14 com grau baixo (5%), além de 14 cavidades atualmente sem estudo (5%) - esse quantitativo está considerando a cavidade N1\_203 (Figura 4).



**Figura 4 – Distribuição percentual dos graus de relevância das 275 cavidades identificadas na área do Projeto N1/N2.**

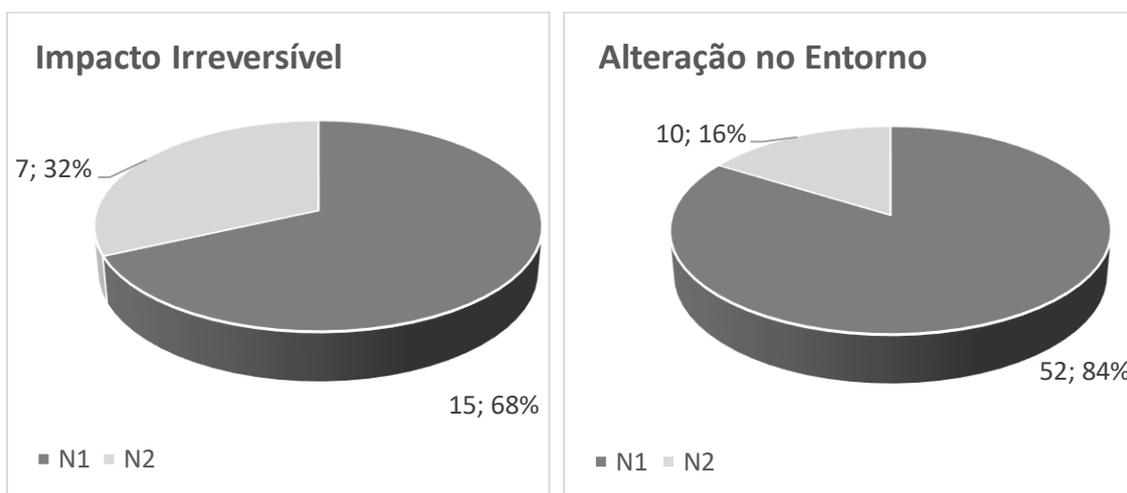
## 4. Avaliação de Impactos

Considerando as 275 cavidades prospectadas, topografadas e estudadas sob o enfoque da IN 02/2017 no contexto da Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Influência Direta (AID) do Projeto N1/N2, 22 cavidades serão alvo de impacto irreversível (supressão), 62 serão interferidas no entorno e as demais 191 cavidades deverão ser totalmente preservadas (Figura 5).



**Figura 5 - Cavidades que sofrerão algum tipo de interferência na cavidade (impacto irreversível) ou no entorno de 250 metros em relação a ADA do Projeto N1/N2.**

Quanto ao impacto em cada um dos platôs, entre as 22 cavidades que sofrerão impacto irreversível, 15 estão localizadas em N1 (68%) e 7 localizam-se em N2 (32%), e, entre as 62 cavidades que terão alterações no entorno de 250 metros, 52 pertencem a N1 (84%) e 10 pertencem a N2 (16%) (Figura 6).



**Figura 6 - Cavidades nas áreas de N1 e N2 que sofrerão algum tipo de interferência na cavidade (impacto irreversível) ou no entorno de 250 metros. Os impactos irreversíveis no primeiro gráfico, e, as alterações no entorno de 250 metros no segundo gráfico.**

Na Tabela 1 é apresentada a lista com todas as 275 cavidades e suas informações básicas, como; coordenadas UTM, altitude, relevância e tipo de impactos previstos em função do Projeto N1/N2.

Tabela 1 – Lista das 275 cavidades identificadas na ADA + AID do Projeto N1/N2.

Cavidade	E (SIRGAS 2000)	N (SIRGAS 2000)	Altitude	Relevância da Cavidade	Tipo de Impacto Previsto
N1_0001	580780	9332258	639	Alta	Sem alteração
N1_0002	580742	9332262	709	Máxima	Sem alteração
N1_0003	580757	9332300	656	Alta	Sem alteração
N1_0004	580738	9332297	709	Máxima	Sem alteração
N1_0005	580781	9332314	684	Alta	Sem alteração
N1_0006	580776	9332290	701	Alta	Sem alteração
N1_0007	580742	9332328	689	Alta	Sem alteração
N1_0008	580703	9332404	699	Máxima	Sem alteração
N1_0009	580710	9332388	693	Média	Sem alteração
N1_0010	579805	9334538	581	Alta	Sem alteração
N1_0011	580633	9332882	694	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0012	580561	9332910	697	Média	Sem alteração
N1_0013	580634	9332944	672	Máxima	Sem alteração
N1_0014	580493	9332942	705	Máxima	Sem alteração
N1_0015	580618	9332964	608	Máxima	Sem alteração
N1_0016	579849	9334556	535	Máxima	Sem alteração
N1_0017	580456	9332972	718	Média	Alteração entorno de proteção
N1_0018	580575	9332974	660	Alta	Sem alteração
N1_0019	580573	9332986	670	Alta	Sem alteração
N1_0020	580563	9333083	639	Máxima	Sem alteração
N1_0021	580531	9333104	649	Alta	Sem alteração
N1_0022	580528	9333110	642	Alta	Sem alteração
N1_0023	579866	9334456	598	Alta	Sem alteração
N1_0024	580283	9333242	619	Máxima	Sem alteração
N1_0025	580496	9333238	621	Máxima	Sem alteração
N1_0026	580322	9333138	700	Máxima	Sem alteração
N1_0027	580525	9333214	640	Média	Sem alteração
N1_0028	580502	9333322	616	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0029	580522	9333412	627	Alta	Sem alteração
N1_0030	580396	9333442	629	Alta	Sem alteração
N1_0031	580495	9333458	627	Média	Sem alteração
N1_0032	580225	9333304	730	Alta	Sem alteração
N1_0033	580239	9333319	724	Média	Sem alteração
N1_0034	580230	9333345	730	Alta	Sem alteração
N1_0035	580216	9333335	731	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0036	580277	9333410	723	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0037	580255	9333326	723	Máxima	Sem alteração
N1_0038	580571	9333353	601	Máxima	Sem alteração
N1_0039	580671	9333432	552	Alta	Sem alteração
N1_0040	580670	9333432	552	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0041	580839	9333502	556	Alta	Sem alteração

N1_0042*	580094	9333572	773	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0043	580105	9333594	766	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0044	579843	9334459	584	Máxima	Sem alteração
N1_0045	580146	9333532	745	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0046	580128	9333542	756	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0047	580197	9333918	732	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0048	580115	9333586	761	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0049	580129	9333616	762	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0050	580702	9333372	575	Média	Sem alteração
N1_0051	580731	9333362	568	Alta	Sem alteração
N1_0052	580114	9333744	771	Máxima	Sem alteração
N1_0053	579936	9334436	606	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0054	579931	9334432	600	Alta	Sem alteração
N1_0055	579723	9334516	571	Máxima	Sem alteração
N1_0056	579757	9334508	553	Máxima	Sem alteração
N1_0057	579752	9334542	652	Alta	Sem alteração
N1_0058	579893	9334438	628	Média	Sem alteração
N1_0059	579752	9334534	547	Alta	Sem alteração
N1_0060	579833	9334486	566	Máxima	Sem alteração
N1_0061	580448	9333440	652	Baixa	Sem alteração
N1_0062	579740	9334570	533	Máxima	Sem alteração
N1_0063	579732	9334652	490	Alta	Sem alteração
N1_0064	579734	9334640	487	Alta	Sem alteração
N1_0065	579625	9334700	513	Alta	Sem alteração
N1_0066	579804	9334764	421	Alta	Sem alteração
N1_0067	578643	9333562	671	Alta	Supressão
N1_0068	578643	9334462	671	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0069	578674	9334410	669	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0070	578731	9334420	651	Máxima	Sem alteração
N1_0071	578736	9334424	673	Média	Alteração entorno de proteção
N1_0072	578724	9334454	664	Alta	Sem alteração
N1_0073	579720	9334606	518	Máxima	Sem alteração
N1_0074	579588	9334354	671	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0075	579600	9334423	625	Máxima	Sem alteração
N1_0076	579601	9334422	625	Alta	Sem alteração
N1_0077	579499	9334418	668	Máxima	Sem alteração
N1_0078	579511	9334409	668	Alta	Sem alteração
N1_0079	579602	9334422	625	Máxima	Sem alteração
N1_0080	579553	9334510	580	Média	Sem alteração
N1_0081	579648	9334456	612	Alta	Sem alteração
N1_0082	579668	9334556	548	Alta	Sem alteração
N1_0083	579673	9334232	708	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0084	579245	9334654	628	Alta	Sem alteração
N1_0085	579236	9334648	615	Média	Sem alteração
N1_0086	579130	9334646	606	Média	Alteração entorno de proteção

N1_0087	579286	9334570	645	Alta	Sem alteração
N1_0088	579126	9334797	576	Alta	Sem alteração
N1_0089	579140	9334909	570	Média	Sem alteração
N1_0090	577504	9336046	670	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0091	577518	9336840	663	Alta	Sem alteração
N1_0092	576984	9335422	631	Média	Sem alteração
N1_0093	579328	9334534	645	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0094	579350	9334530	656	Média	Alteração entorno de proteção
N1_0095	579443	9334504	648	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0096	579283	9334584	632	Máxima	Sem alteração
N1_0097	579289	9334606	620	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0098	579101	9334578	638	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0099	578877	9334476	666	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0100	578867	9334472	691	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0101	579693	9334616	541	Máxima	Sem alteração
N1_0102	578454	9335153	644	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0103	577575	9336290	667	Média	Sem alteração
N1_0104	577379	9335710	645	Média	Sem alteração
N1_0105	577161	9335600	687	Máxima	Sem alteração
N1_0106	576721	9335274	694	Alta	Sem alteração
N1_0107	576129	9335454	663	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0108	575852	9335380	621	Máxima	Sem alteração
N1_0109	576154	9335434	662	Alta	Sem alteração
N1_0110	575848	9335344	625	Média	Sem alteração
N1_0111	578386	9336306	644	Alta	Sem alteração
N1_0112	578378	9335867	650	Alta	Sem alteração
N1_0113	576892	9335402	702	Média	Sem alteração
N1_0114	576724	9335258	681	Alta	Sem alteração
N1_0115	576639	9335250	664	Alta	Sem alteração
N1_0116	575877	9335496	647	Alta	Sem alteração
N1_0117	575842	9335492	638	Alta	Sem alteração
N1_0118	575792	9335468	624	Alta	Sem alteração
N1_0119	577222	9334373	652	Alta	Sem alteração
N1_0120	577371	9333236	625	Alta	Sem alteração
N1_0121	577535	9332926	621	Alta	Sem alteração
N1_0122	578595	9330790	667	Alta	Supressão
N1_0123	579719	9334602	507	Alta	Sem alteração
N1_0124	578828	9336272	641	Alta	Sem alteração
N1_0125	578801	9336744	646	Máxima	Sem alteração
N1_0126	578732	9336182	641	Baixa	Sem alteração
N1_0127	578717	9336164	641	Média	Sem alteração
N1_0128	578375	9335842	663	Alta	Sem alteração
N1_0129	578382	9335602	673	Média	Sem alteração
N1_0130	578372	9335638	669	Alta	Sem alteração
N1_0131	578251	9336330	661	Alta	Sem alteração

N1_0132	578386	9336307	644	Média	Sem alteração
N1_0133	578473	9334618	683	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0134	578400	9334758	663	Média	Alteração entorno de proteção
N1_0135	578689	9332802	689	Baixa	Supressão
N1_0136	577918	9333972	686	Alta	Supressão
N1_0137	580210	9333880	729	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0138	580178	9333866	729	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0139	580250	9333943	712	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0140	578659	9334435	669	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0141	580108	9331968	691	Máxima	Sem alteração
N1_0142	578418	9333760	690	Alta	Supressão
N1_0143	578418	9333742	690	Alta	Supressão
N1_0144	580161	9331994	695	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0145	580231	9331978	674	Alta	Sem alteração
N1_0146	580276	9332034	693	Alta	Sem alteração
N1_0147	580304	9332028	693	Alta	Sem alteração
N1_0148	580320	9332034	693	Alta	Sem alteração
N1_0149	580240	9332066	721	Máxima	Sem alteração
N1_0150	580269	9332050	693	Alta	Sem alteração
N1_0151	580727	9331664	676	Baixa	Supressão
N1_0152	580683	9331644	681	Alta	Supressão
N1_0153	580498	9331692	625	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0154	580468	9331724	645	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0155	580438	9331762	649	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0156	580435	9331768	635	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0157	580429	9331814	654	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0158	580409	9331840	678	Alta	Sem alteração
N1_0159	580396	9331926	671	Alta	Sem alteração
N1_0160	580372	9331956	681	Alta	Sem alteração
N1_0161	576006	9335026	647	Média	Sem alteração
N1_0162	575999	9335016	641	Alta	Sem alteração
N1_0163	575978	9335038	641	Alta	Sem alteração
N1_0164	576554	9334606	651	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0165	576604	9334591	648	Máxima	Sem alteração
N1_0166	577222	9334372	652	Média	Sem alteração
N1_0167	577285	9334330	648	Alta	Sem alteração
N1_0168	577281	9334360	675	Máxima	Sem alteração
N1_0169	577447	9334150	663	Alta	Sem alteração
N1_0170	577476	9334140	649	Alta	Sem alteração
N1_0171	577309	9334314	653	Máxima	Sem alteração
N1_0172	580239	9332082	718	Média	Sem alteração
N1_0173	577558	9334028	621	Alta	Sem alteração
N1_0174	577619	9334028	626	Máxima	Sem alteração
N1_0175	577636	9334010	646	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0176	577348	9333982	653	Alta	Sem alteração

N1_0177	577691	9333708	649	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0178	578413	9332314	654	Máxima	Sem alteração
N1_0179	578495	9331566	661	Alta	Sem alteração
N1_0180	580341	9331992	668	Alta	Sem alteração
N1_0181	580506	9331994	690	Alta	Sem alteração
N1_0182	580093	9331960	689	Alta	Sem alteração
N1_0183	579600	9334422	703	Alta	Sem alteração
N1_0184	580094	9331948	702	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0185	580092	9331934	692	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0186	580082	9331890	690	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0187	580088	9331848	695	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0188	580114	9331752	655	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0189	580115	9331752	655	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0190	580108	9331864	707	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0191	579899	9331604	650	Alta	Supressão
N1_0192	579247	9330395	619	Baixa	Supressão
N1_0193	578380	9331376	607	Alta	Sem alteração
N1_0194	578385	9331348	633	Média	Sem alteração
N1_0195	578449	9332332	647	Média	Sem alteração
N1_0196	578438	9332422	658	Sem Estudo	Sem alteração
N1_0197	579044	9334616	654	Média	Alteração entorno de proteção
N1_0198	578462	9331598	635	Máxima	Sem alteração
N1_0199	578422	9331404	648	Alta	Sem alteração
N1_0200	580343	9331998	687	Alta	Sem alteração
N1_0201	580088	9331842	670	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0202	580101	9331794	679	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0203**	579815	9331740	687	Sem Estudo	Supressão
N1_0204	580002	9331724	654	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0205	580003	9331724	674	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0206	579130	9330284	631	Alta	Supressão
N1_0207	578944	9330348	630	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0208	578618	9330794	695	Alta	Supressão
N1_0209	577672	9333996	643	Média	Alteração entorno de proteção
N1_0210	577703	9333970	670	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0211	577704	9333706	654	Baixa	Alteração entorno de proteção
N1_0212	577363	9333392	609	Alta	Sem alteração
N1_0213	577605	9332928	638	Alta	Sem alteração
N1_0214	577736	9332240	679	Alta	Sem alteração
N1_0215	580195	9333924	704	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0216	578161	9330553	569	Alta	Supressão
N1_0217	578253	9331221	625	Alta	Sem alteração
N1_0218	578581	9332777	685	Alta	Supressão
N1_0219	578281	9332294	602	Alta	Sem alteração
N1_0220	578113	9332297	548	Alta	Sem alteração
N1_0221	577347	9333373	619	Alta	Sem alteração

N1_0222	578416	9335621	639	Alta	Sem alteração
N1_0223	580122	9333688	741	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0224	580530	9334338	519	Alta	Sem alteração
N1_0225	581031	9332514	596	Alta	Sem alteração
N1_0226	581009	9332522	625	Alta	Sem alteração
N1_0227	581115	9332604	581	Alta	Sem alteração
N1_0228	579226	9334576	651	Máxima	Sem alteração
N1_0229	576051	9334229	496	Alta	Sem alteração
N1_0230	578313	9332318	610	Máxima	Sem alteração
N1_0231	580453	9334419	504	Alta	Sem alteração
N1_0232	580447	9334429	525	Alta	Sem alteração
N1_0233	580406	9334401	522	Máxima	Sem alteração
N1_0234	580381	9334398	531	Alta	Sem alteração
N1_0235	580356	9334379	547	Alta	Sem alteração
N1_0236	580337	9334387	538	Alta	Sem alteração
N1_0237	580319	9334391	550	Máxima	Sem alteração
N1_0238	580335	9334398	535	Alta	Sem alteração
N1_0239	580295	9334272	596	Alta	Sem alteração
N1_0240	580299	9334269	599	Máxima	Sem alteração
N1_0241	580515	9332919	706	Baixa	Sem alteração
N1_0242	580785	9333301	582	Média	Sem alteração
N1_0243	578898	9330365	669	Alta	Alteração entorno de proteção
N1_0244	576928	9335949	521	Máxima	Sem alteração
N1_0245	577260	9335724	615	Alta	Sem alteração
N1_0246	577223	9335750	589	Alta	Sem alteração
N1_0247	580410	9334413	502	Alta	Sem alteração
N1_0248	580458	9329098	548	Máxima	Sem alteração
N2_0001	584069	9330676	623	Alta	Sem alteração
N2_0002	583863	9330824	627	Média	Alteração entorno de proteção
N2_0003	583568	9330685	637	Alta	Supressão
N2_0004	583762	9330897	612	Alta	Sem alteração
N2_0005	583865	9330917	598	Máxima	Sem alteração
N2_0006	583914	9330669	637	Alta	Alteração entorno de proteção
N2_0007	584137	9330745	606	Alta	Sem alteração
N2_0008	584146	9330758	601	Média	Sem alteração
N2_0009	584129	9330757	588	Alta	Sem alteração
N2_0010	583953	9330708	628	Alta	Alteração entorno de proteção
N2_0011	583083	9330933	656	Média	Supressão
N2_0012	583856	9330917	600	Alta	Sem alteração
N2_0013	583798	9330905	603	Alta	Sem alteração
N2_0014	583097	9331137	638	Média	Supressão
N2_0015	583116	9331135	667	Média	Supressão
N2_0016	583775	9330907	602	Máxima	Sem alteração
N2_0017	583622	9331011	612	Média	Alteração entorno de proteção
N2_0018	583618	9331004	616	Média	Alteração entorno de proteção

N2_0019	583626	9330977	616	Alta	Alteração entorno de proteção
N2_0020	583694	9330916	600	Média	Alteração entorno de proteção
N2_0021	583736	9330966	575	Média	Alteração entorno de proteção
N2_0022	582902	9331190	657	Alta	Supressão
N2_0023	582692	9330232	693	Média	Supressão
N2_0024	582680	9330196	649	Alta	Supressão
N2_0025	582524	9330315	665	Média	Alteração entorno de proteção
N2_0026	584069	9330664	641	Máxima	Sem alteração
N2_0027	583982	9330635	646	Baixa	Alteração entorno de proteção

\* A cavidade possui um conduto que não foi possível acessar a duas entradas representas no mapa, o que levou a uma divisão da cavidade em duas feições com menos de 5,0m de desenvolvimento linear cada (Anexo I do Parecer nº 01/2019- FCCM).

\*\*A relevância da cavidade será apresentada assim que estudos forem concluídos.

Na Figura 7 estão distribuídas todas as 275 cavidades e seus entorno de proteção provisórios em relação à ADA e plano diretor do Projeto N1/N2.

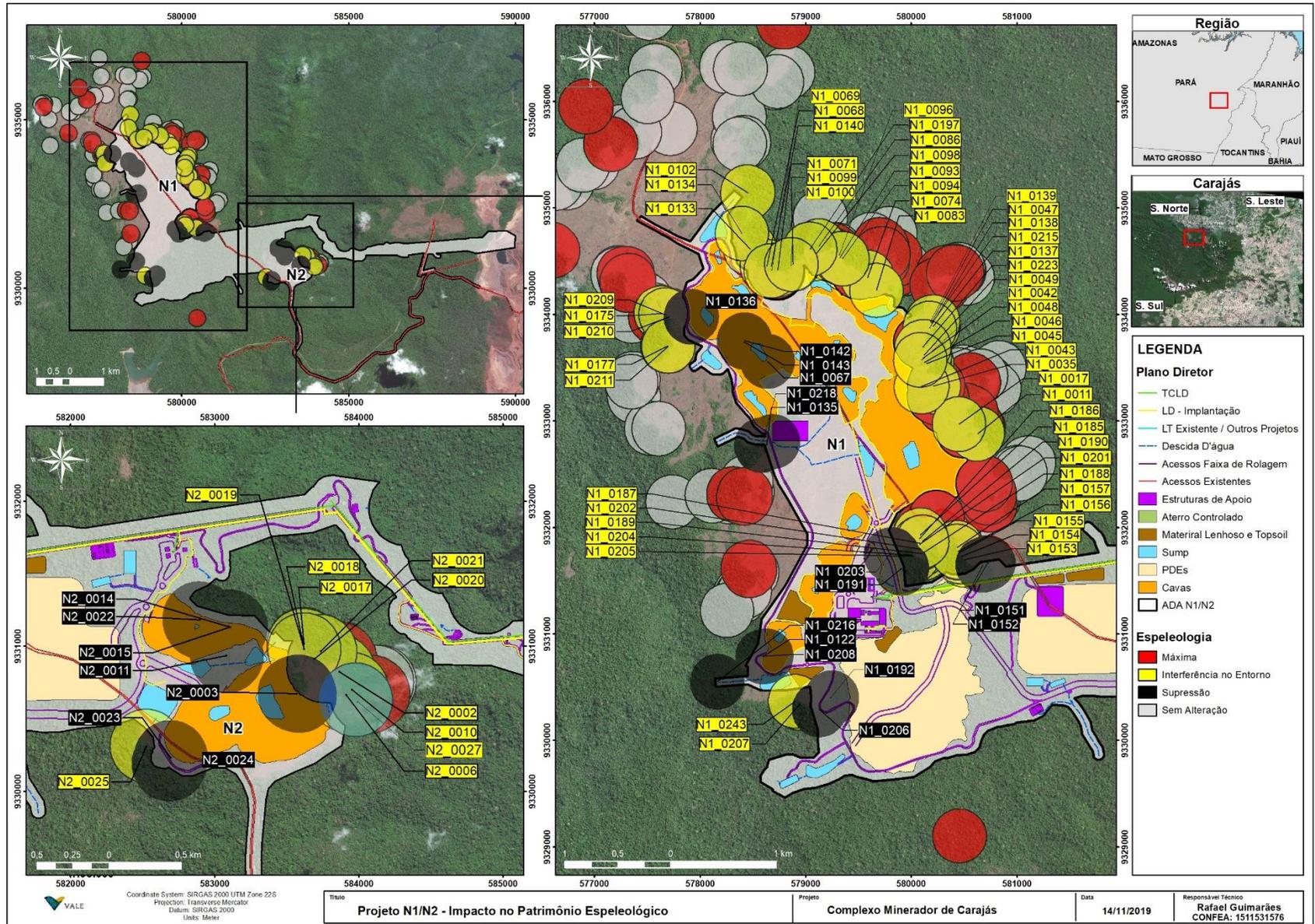


Figura 7 – Localização da área de proteção das 275 cavidades identificadas na área do Projeto N1/N2, diferenciando-as pelo tipo de impactos.

#### 4.1 Etapas de Implantação e Operação

Os impactos as cavidades estão associados a etapa de implantação de diversas tipologias de obras civis e implantação das pilhas de estéril. Na etapa de operação, os impactos estão associados principalmente às atividades de lavra a céu aberto, envolvendo principalmente os procedimentos de retirada do minério que suprimirá cavidades localizadas nos depósitos de ferro (que conferem rigidez à localização das cavas). Durante a etapa de operação é quando ocorrem as interferências mais diretas ao patrimônio espeleológico.

A Tabela 2 mostra a identificação das tarefas geradoras dos aspectos nas diferentes etapas do empreendimento, assim como controles intrínsecos os planos e programas ambientais associados.

**Tabela 2 – Identificação das tarefas geradoras dos aspectos ambientais que causam alterações nos entornos de proteção das cavidades.**

Tarefas/Aspectos	Tarefas Atividades	Aspecto	Controle Intrínseco	Ações Ambientais
Planejamento	-	-	-	-
Implantação	Obras Civis	Alteração dos entornos de proteção das cavidades e Geração de áreas com cavidades suprimidas	-	Programa de Gestão Espeleológica
	Implantação de Pilhas de Estéril			
Operação	Lavra a céu aberto (com realização de desmontes, sequenciamento de lavra, etc)	Geração de áreas com cavidades suprimidas	-	
	Disposição de estéril em pilhas			
Fechamento	-	-	-	-

Os critérios para a etapa de implantação foram classificados como: de natureza **negativa**, uma vez que promovem uma alteração adversa do meio em que se situam; **reversível**, pois quando as causas do impacto cessarem, o meio poderá se reestabelecer; **local**, pois as alterações dizem respeito à área do entorno das cavidades, não extrapolando muito, portanto, suas imediações; de **curto prazo**, pois a alteração na paisagem ocorre logo após a ocorrência da atividade ou tarefa que a desencadeou, cessando seu efeito e ficando apenas a alteração já ocorrida; **temporária**, pois, a alteração nos entornos de proteção tem caráter transitório em relação à duração da etapa do projeto considerada; **direto**, pois decorre de atividade inerente ao empreendimento; de **magnitude baixa**, a dimensão da alteração é média em relação à dimensão total possível para incidência do impacto; **baixa importância**, pois a alteração no entorno de proteção ainda que perceptível na cavidade, não significa, necessariamente, perdas na qualidade ambiental em relação ao cenário espeleológico diagnosticado.

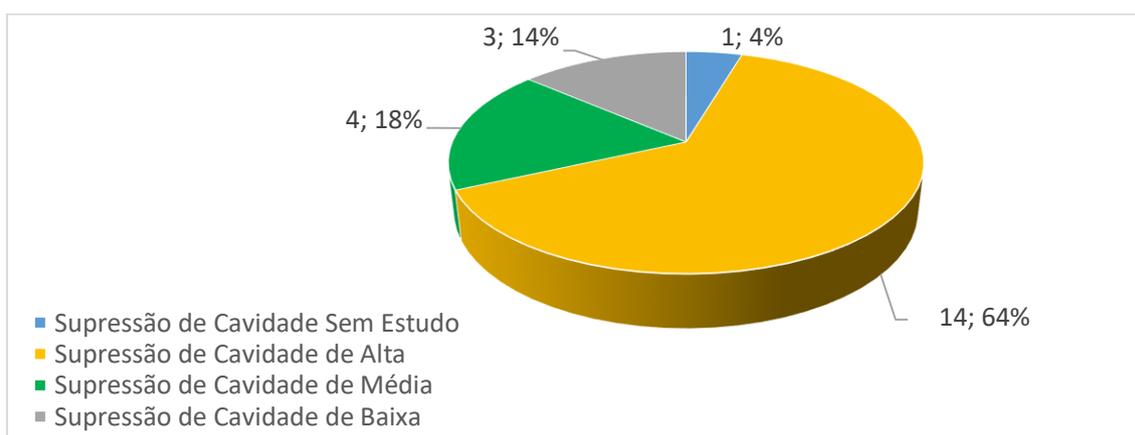
Os critérios para a etapa de operação foram classificados como: de natureza **negativa**, uma vez que promovem uma alteração adversa do meio em que se situam; **irreversível**, pois, apesar de as causas do impacto cessarem, o meio permanecerá alterado; **local**, pois as alterações dizem respeito à área ocupada pelas cavidades, não extrapolando muito, portanto, seu entorno imediato; de **curto prazo**, pois a alteração na paisagem ocorre logo após a ocorrência da atividade ou tarefa que a desencadeou, cessando seu efeito e ficando apenas a alteração já

ocorrida; **permanente**, pois, uma vez suprimidas as cavidades, não há retorno às condições diagnosticadas; **temporária**, pois, a alteração nos entornos de proteção tem caráter transitório em relação à duração da etapa do projeto considerada; **direto**, pois decorre de atividade inerente ao empreendimento; de **magnitude baixa**, uma vez que, no total, serão suprimidas 22 cavidades, representando apenas 8% do total de cavidades identificadas na área de estudo e, além disto, para estas cavidades há previsão de compensação conforme previsto na legislação aplicável; **alta importância**, pois haverá mudanças significativas no contexto espeleológico diagnosticado e **baixa importância**, pois a alteração no entorno de proteção ainda que perceptível na cavidade, não significa, necessariamente, perdas na qualidade ambiental em relação ao cenário espeleológico

Como ações diante dos impactos no entorno e nas cavidades, recomenda-se o desenvolvimento do Programa de Gestão Espeleológica.

#### 4.1.1 Impactos Irreversíveis em Cavidades

Dentre as 275 cavidades, 22 cavidades são coincidentes com a ADA e sofrerão impactos irreversíveis (supressão), sendo 15 de relevância alta (67%), 4 de relevância média (19%) e 4 (14%) de baixa relevância (Figura 8).



**Figura 8 – Cavidades que sofrerão impactos irreversíveis (supressão), por relevância, em função da instalação e operação do Projeto N1/N2.**

Todas as 22 cavidades que sofrerão impactos irreversíveis em decorrência das etapas de implantação e operação estão listadas na Tabela 3.

**Tabela 3 – Cavidades com impactos irreversíveis, coordenadas UTM (SIRGAS 2000/22S), classificação de relevância, forma de compensação proposta e tipo estruturas responsáveis pelos impactos.**

Cavidade	E (SIRGAS 2000)	N (SIRGAS 2000)	Altitude	Relevância da cavidade	Compensação Espeleológica Proposta	Estrutura Responsável pelo Impacto
N1_0067	578643	9333562	671	Alta	Decreto Federal 99.556/1990, art.4º §3º - Outras formas de compensação (ICMBio)	Cava
N1_0122	578595	9330790	667	Alta		Cava
N1_0135	578689	9332802	689	Baixa		Cava
N1_0136	577918	9333972	686	Alta		Cava
N1_0142	578418	9333760	690	Alta		Cava
N1_0143	578418	9333742	690	Alta		Cava
N1_0151	580727	9331664	676	Baixa		Área Operacional

N1_0152	580683	9331644	681	Alta	Área Operacional
N1_0191	579899	9331604	650	Alta	Área Operacional
N1_0192	579247	9330395	619	Baixa	Área Operacional
N1_0203*	579815	9331740	687	Sem Estudo	Área Operacional
N1_0206	579130	9330284	631	Alta	Área Operacional
N1_0208	578618	9330794	695	Alta	Cava
N1_0216	578161	9330553	569	Alta	Área Operacional
N1_0218	578581	9332777	685	Alta	Área Operacional
N2_0003	583568	9330685	637	Alta	Cava
N2_0011	583083	9330933	656	Média	Área Operacional
N2_0014	583097	9331137	638	Média	Cava
N2_0015	583116	9331135	667	Média	Cava
N2_0022	582902	9331190	657	Alta	Cava
N2_0023	582692	9330232	693	Média	Cava
N2_0024	582680	9330196	649	Alta	Área Operacional

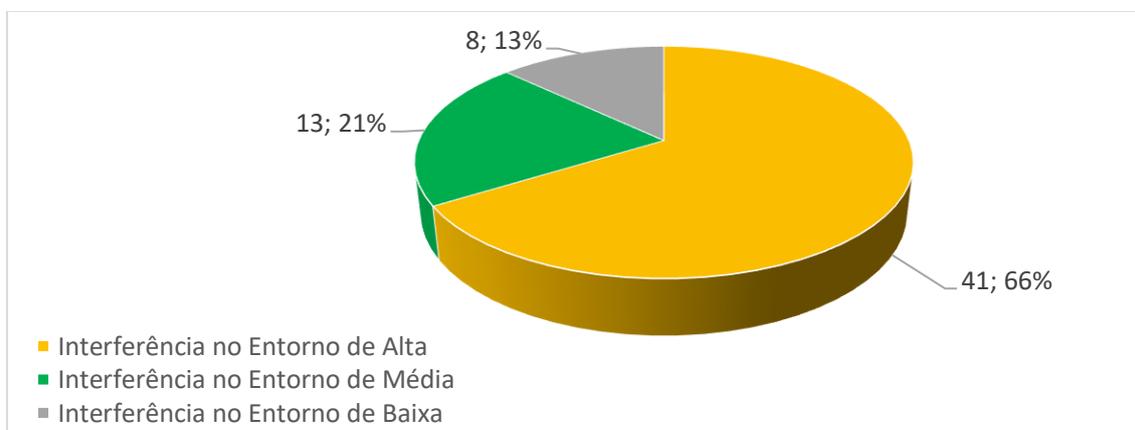
\*A relevância da cavidade será apresentada assim que estudos forem concluídos.

A forma de compensação das cavidades a serem suprimidas será indicada em um capítulo específico desse documento, denominado Subprograma de Resgate Espeleológico, incluso dentro do Programa de Compensação Espeleológica.

#### 4.1.2 Interferências no Entorno de Cavidades

As interferências no entorno de proteção das cavidades ocorrerão nas etapas de implantação e operação do empreendimento. As alterações nos entornos de proteção de cavidades estão associadas na etapa de implantação às diversas tipologias de obras civis que estarão ocorrendo e à implantação das pilhas de estéril. Na etapa de operação, o impacto está associado principalmente às atividades de lavra a céu aberto.

Em relação as cavidades que sofrerão interferência no entorno, entre as 275 cavidades presentes nas proximidades do projeto, um total de 62 cavidades terão seus entornos de proteção alterados pela sobreposição com a ADA do projeto, sendo: 41 de relevância alta (66%), 13 de relevância média (21%) e 8 de baixa relevância (13%) (Figura 9).



**Figura 9 – Cavidades que sofrerão interferência no entorno, por relevância, em função da instalação e operação do Projeto N1/N2.**

Todas as 62 cavidades que sofrerão interferência no entorno em decorrência das etapas de implantação e operação estão listadas na Tabela 4.

**Tabela 4 – Cavidades com interferências nos entornos, coordenadas UTM (SIRGAS 2000/22S), classificação de relevância que sofrerão, forma de mitigação proposta e tipo estruturas responsáveis pelos impactos.**

Cavidade	E (SIRGAS 2000)	N (SIRGAS 2000)	Altitude	Relevância da cavidade	Forma de Mitigação	Estrutura Responsável pelo Interferência no Entorno
N1_0011	580633	9332882	694	Alta	Programa de Gestão Espeleológica (Monitoramentos Amostrais)	Cava
N1_0017	580456	9332972	718	Média		Cava
N1_0035	580216	9333335	731	Alta		Cava
N1_0042	580094	9333572	773	Baixa		Cava
N1_0043	580105	9333594	766	Alta		Cava
N1_0045	580146	9333532	745	Alta		Cava
N1_0046	580128	9333542	756	Alta		Cava
N1_0047	580197	9333918	732	Alta		Cava
N1_0048	580115	9333586	761	Alta		Cava
N1_0049	580129	9333616	762	Alta		Cava
N1_0068	578643	9334462	671	Baixa		Cava
N1_0069	578674	9334410	669	Baixa		Cava
N1_0071	578736	9334424	673	Média		Área Operacional
N1_0074	579588	9334354	671	Alta		Cava
N1_0083	579673	9334232	708	Alta		Cava
N1_0086	579130	9334646	606	Média		Cava
N1_0093	579328	9334534	645	Alta		Cava
N1_0094	579350	9334530	656	Média		Cava
N1_0098	579101	9334578	638	Alta		Cava
N1_0099	578877	9334476	666	Baixa		Cava
N1_0100	578867	9334472	691	Baixa		Cava
N1_0102	578454	9335153	644	Alta		Área Operacional
N1_0133	578473	9334618	683	Alta		Cava
N1_0134	578400	9334758	663	Média		Cava
N1_0137	580210	9333880	729	Alta		Área Operacional
N1_0138	580178	9333866	729	Alta		Cava
N1_0140	578659	9334435	669	Alta		Cava
N1_0153	580498	9331692	625	Alta		Cava/PDE
N1_0154	580468	9331724	645	Alta		Cava/PDE
N1_0155	580438	9331762	649	Alta		Cava/PDE
N1_0156	580435	9331768	635	Alta		Cava/PDE
N1_0157	580429	9331814	654	Alta		Área Operacional
N1_0175	577636	9334010	646	Alta		Área Operacional
N1_0177	577691	9333708	649	Alta		Área Operacional
N1_0185	580092	9331934	692	Alta		Área Operacional
N1_0186	580082	9331890	690	Alta		Área Operacional
N1_0187	580088	9331848	695	Alta		Área Operacional
N1_0188	580114	9331752	655	Alta		Área Operacional

N1_0189	580115	9331752	655	Alta	Área Operacional
N1_0190	580108	9331864	707	Baixa	Área Operacional
N1_0197	579044	9334616	654	Média	Cava
N1_0201	580088	9331842	670	Alta	Área Operacional
N1_0202	580101	9331794	679	Alta	Área Operacional
N1_0204	580002	9331724	654	Alta	Área Operacional
N1_0205	580003	9331724	674	Alta	Área Operacional
N1_0207	578944	9330348	630	Alta	Área Operacional
N1_0209	577672	9333996	643	Média	Cava
N1_0210	577703	9333970	670	Alta	Cava
N1_0211	577704	9333706	654	Baixa	Área Operacional
N1_0215	580195	9333924	704	Alta	Cava
N1_0223	580122	9333688	741	Alta	Cava
N1_0243	578898	9330365	669	Alta	Área Operacional
N2_0002	583863	9330824	627	Média	Cava
N2_0006	583914	9330669	637	Alta	Cava
N2_0010	583953	9330708	628	Alta	Cava
N2_0017	583622	9331011	612	Média	Cava
N2_0018	583618	9331004	616	Média	Cava
N2_0019	583626	9330977	616	Alta	Cava
N2_0020	583694	9330916	600	Média	Cava
N2_0021	583736	9330966	575	Média	Cava
N2_0025	582524	9330315	665	Média	Cava
N2_0027	583982	9330635	646	Baixa	Cava

A forma de gestão e mitigação de impactos em cavidades que sofrerão interferência no entorno será indicada em um capítulo específico desse documento, denominado Subprograma de Monitoramento Espeleológico, incluso dentro do Programa de Compensação Espeleológica.

## 5. Programa de Gestão Espeleológica

O Projeto de N1/N2 apresenta um total de 275 cavidades naturais subterrâneas identificadas no seu entorno, onde foram realizados estudos de relevância em apenas 256 pela empresa Bioespeleo, não sendo possível completar o estudo na cavidade N1-0203, outras 19 não foram estudadas. Todas as 256 cavidades foram estudadas segundo os critérios do Decreto Federal nº 99.665/1990, alterado pelo Decreto Federal 6.640/2008 e da Instrução Normativa MMA 2/2017. De acordo com o referido decreto, as cavidades naturais subterrâneas, nos Estudos de Impacto Ambiental, devem ser classificadas conforme seu grau de relevância, o qual é determinado pela análise de atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos.

Do total de 275 cavidades existentes no projeto N1/N2, 47 cavidades atingiram grau de relevância máximo (17%), 158 cavernas foram classificadas com grau de relevância alto (58%), 42 com grau médio (15%) e outras 14 com grau baixo (5%), além de 14 cavidades (5%) que ainda atualmente sem estudo (5%) - esse quantitativo está considerando a cavidade N1-0203 (Figura 4).

Das 275 cavidades do Projeto N1/N2, 191 serão totalmente preservadas no seu entorno e a própria cavidade (69%), sendo que somente 22 cavidades são coincidentes com a ADA (8%) e sofrerão impactos irreversíveis (supressão), e outra 62 cavidades terão seus entornos (250 metros) de proteção afetados pela sobreposição com a ADA (23%) (Figura 5).

Entre as 22 cavidades que sofrerão impactos irreversíveis, 15 em N1 e 7 em N2 (Figura 6, sobre impacto irreversível), 14 são de relevância alta (67%), 4 de relevância média (19%) e 3 de baixa relevância (14%) e 1 sem estudo (cavidade N1\_0203) que deverá ser apresentado, assim que concluído, de forma complementar a este documento (Figura 8 e Tabela 3).

Entre as 62 cavidades que terão seus entornos de 250 metros afetados, 52 em N1 e 10 em N2 (Figura 6, sobre interferência no entorno), sendo: 41 de relevância alta (66%), 13 de relevância média (21%) e 8 de baixa relevância (13%) (Figura 9 e Tabela 4).

### 5.1 Justificativa

O programa é desenvolvido com vistas ao atendimento dos requisitos legais que incluem o Decreto Federal 6.640/2008 e os parâmetros fixados pelas Instruções Normativas MMA Nº 2/2009 e MMA Nº 2/2017 bem como a necessidade de acompanhar a evolução temporal e integridade das cavidades nas diferentes fases do empreendimento.

### 5.2 Objetivos

Os objetivos deste programa são:

- Realizar o resgate espeleológico nas cavidades alvo de impactos negativos irreversíveis.
- Realizar o monitoramento de aspectos físicos e bióticos no conjunto de cavidades que não será alvo de impactos irreversíveis diretos (p.ex. alteração em seus entornos de proteção).
- Realizar a compensação espeleológicas das cavidades alvo de impactos negativos irreversíveis; conforme preceitos do artigo 4º do Decreto Federal no 6.640/2008.

### 5.3 Atividades previstas / Procedimentos metodológicos

Para o Programa de Gestão Espeleológica, são previstos, pelo menos, três subprogramas, os quais estão abaixo descritos.

#### 5.3.1 Subprograma de Resgate Espeleológico

O subprograma é aplicável ao conjunto de 22 cavidades que serão objeto de impactos negativos irreversíveis. É prevista a realização do resgate espeleológico (conforme preconiza a Instrução Normativa MMA no 2/2009), sendo este iniciado após a obtenção da Licença de Instalação. Inclui:

- Registro fotográfico - com vistas a registrar as características gerais e o contexto específico do resgate de informações sedimentares (clásticas e químicas) e faunísticas.
- Resgate de depósitos sedimentares clásticos – possibilitando interpretações acerca dos processos deposicionais e do empilhamento estratigráfico das fácies.
- Resgate de depósitos sedimentares químicos (espeleotemas) - possibilitando a interpretação da morfogênese de espeleotemas.
- Coleta de fauna cavernícola - com resgate biológico a ser realizado nas cavidades com captura e coleta de organismos considerados relevantes para coleções científicas.

### 5.3.2 Subprograma de Monitoramento Espeleológico

O subprograma de monitoramento será realizado de forma amostral, sendo aplicável tanto ao conjunto de 47 cavidades de máxima relevância quanto ao conjunto de 62 cavidades que terão seus entornos de proteção provisórios alterados. Os monitoramentos a serem realizados incluem:

- Mapeamento Geoestrutural - visa compor o registro, em escala de detalhe, dos litotipos e das estruturas presentes no interior das cavidades, buscando a determinação das zonas com maior risco de abatimento. Para tanto, deverá ser realizado o registro em mapa de zonas de falha e fratura, espeleotemas, projeções rochosas e quaisquer descontinuidades que representem fragilidade frente às vibrações. Estes mapas poderão ser interpretados de acordo com zonas de maior risco/fragilidade. A realização deste mapeamento servirá de subsídio para os subprogramas que propõem os monitoramentos físicos das cavidades, fornecendo o panorama das condições originais.
- Monitoramento Geoestrutural - devendo acompanhar a evolução das descontinuidades do interior destas, buscando identificar movimentações ou qualquer alteração que possa resultar em impactos a estrutura da cavidade.
- Monitoramento sísmico - Este monitoramento refere-se ao acompanhamento do aspecto morfológico original da caverna, identificando quaisquer alterações na morfologia das paredes, teto e piso. Também se refere à preservação do aspecto original de formações secundárias, como espeleotemas (depósitos químicos) ou sedimentos clásticos.
- Monitoramento fotográfico - para obter o registro da evolução da cavidade, com tomadas fotográficas de paredes, pisos e tetos, com especial atenção às zonas consideradas frágeis, indicadas no mapeamento geoestrutural.
- Monitoramento de parâmetros climáticos - incluindo temperatura e umidade relativa do ar. Os sensores estarão acoplados a amostradores automáticos (*loggers*).
- Monitoramento de processos erosivos - que consistirá em um monitoramento de campo buscando identificar a ocorrência de processos erosivos, movimentos de massa, rotas de fluxo hídrico concentrado; corridas de lama, dentre outros processos que potencialmente poderão afetar as cavidades.
- Monitoramento de fauna – avaliar a integridade dos elementos bióticos necessários à manutenção do equilíbrio ecológico no ambiente cavernícola antes e após o início das operações.

Importante ressaltar que os monitoramentos se darão por amostragem, pela seleção de subgrupos representativos para cada um dos monitoramentos propostos, para geração de resultados mais efetivos e alinhados aos objetivos do Programa.

A cada etapa de monitoramento serão elaborados relatórios com uma análise integrada das informações advindas dos dois subprogramas propostos. Ações preventivas e de mitigação poderão ser propostas de acordo com a análise realizada em cada evento de monitoramento.

### 5.3.3 Subprograma de Compensação Espeleológica

O subprograma é aplicável ao conjunto de 22 cavidades que serão objeto de impactos negativos irreversíveis. Considera a compensação espeleológica das cavidades suprimidas, segundo os preceitos do artigo 4º do Decreto Federal nº 99.556/1990, alterado pelo Decreto Federal nº 6.640/2008.

Como na área de estudo todas as cavidades que serão suprimidas possuem relevância alta, o empreendedor deverá realizar “medidas e ações para assegurar a preservação, em caráter permanente, de duas cavidades naturais subterrâneas, com o mesmo grau de relevância, de mesma litologia e com atributos similares à que sofreu o impacto, que serão consideradas cavidades testemunho” (Art. 4º, § 1º, Decreto Federal nº 99.556/1990).

Ademais, o artigo 4º também prevê que “não havendo, na área do empreendimento, outras cavidades representativas que possam ser preservadas sob a forma de cavidades testemunho, o Instituto Chico Mendes poderá definir, de comum acordo com o empreendedor, outras formas de compensação” (Art. 4º, § 3º, Decreto Federal nº 99.556/1990).

A partir da avaliação de similaridade de atributos entre as cavidades pleito de impacto irreversível neste projeto e as cavidades já estudadas em áreas para potencial compensação (a saber, Serra Leste), foi verificada a inexistência de similaridade de atributos entre 22 cavidades alvo e qualquer das 14 cavidades naturais subterrâneas ainda disponíveis para compensação fora da Floresta Nacional de Carajás, Pará.

Considerando a impossibilidade de compensação destas 22 cavidades como preconizado no § 1º do art. 4º do decreto 99556/90 alterado pelo 6640/08, a Vale identificou a necessidade de negociação de “outras formas de compensação” com o Instituto Chico Mendes conforme previsto no § 3º do art. 4º, do decreto 99556/90, e solicita ao Ibama que direcione o processo para que iniciemos as tratativas com o referido órgão.

#### 5.4 Responsabilidade da Execução

A responsabilidade pelo desenvolvimento e implantação do Programa de Gestão Espeleológica, incluindo todos os monitoramentos previstos, é da Vale, utilizando equipe própria e/ou contratando empresas especializadas para sua execução.

#### 5.5 Equipe técnica proposta

A equipe técnica é composta por profissionais especializados em estudos geológicos, geoespeleológicos e bioespeleológicos, além daqueles especializados em aspectos geotécnicos e sismográficos.

#### 5.6 Indicadores

Tem-se como indicador a evolução temporal de cada um dos parâmetros de monitoramento detalhados anteriormente frente aos impactos identificados. A evolução temporal deverá ser avaliada a partir da elaboração de relatórios de compilação de monitoramentos.

#### 5.7 Cronograma

O cronograma terá início após a emissão da LI, com a realização do resgate espeleológico nas cavidades que serão suprimidas e, posteriormente, monitoramentos periódicos do meio físico e biológico.