

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		N° Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 1/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	



Monitoramento térmico de *bat caves* na Floresta Nacional de Carajás





Serra Norte – Parauapebas/PA

Produto: Relatório Técnico Executivo



Edital Chamada Pública – N° 01/2020
Referência: TCCE N° 1/2018/ICMBio

Recife
Dezembro/2022

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 2/133

COORDENADOR DO PROJETO

Dr. Enrico Bernard, Professor Associado III (SIAPE 1364442)
Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade

ENDEREÇO

Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco
Rua Nelson Chaves s/n, Cidade Universitária - Recife PE 50670-901 Brasil
E-mail: enricob2@gmail.com

RESPONSÁVEL TÉCNICA

M.Sc. Narjara Tércia Pimentel – CRBio 87104/04-D
Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade
E-mail: nanatercia1@yahoo.com.br

GESTOR FINANCEIRO







CENTRO DE PESQUISAS AMBIENTAIS DO NORDESTE

CNPJ: 04.361.003/0001-01





ENDEREÇO

Rua Montevideu, nº 172, salas 1105/1106 – Boa Vista
CEP: 50050-250

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 3/133

APRESENTAÇÃO

Este relatório traz informações do Projeto “Monitoramento térmico de *bat caves* na Floresta Nacional de Carajás”, executado pela M.Sc. Narjara Tércia Pimentel, sob supervisão do Dr. Enrico Bernard, ambos vinculados ao Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, do Departamento de Zoologia, na Universidade Federal de Pernambuco. Este projeto foi conduzido em parceria com o Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN), com recursos oriundos de compensação espeleológica envolvidos na autorização de impactos ambientais à cavidades naturais subterrâneas na área da Floresta Nacional de Carajás, destinados ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) por meio do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica nº 1/2018/ICMBio, em decorrência do processo SEI ICMBio nº 02667.000110/2017-10. O processo citado visou financiar projetos de pesquisa na própria região de Carajás, que contribuíssem com a conservação deste patrimônio e que contemplassem e integrassem temas que eventualmente não seriam abordados nos estudos elaborados no âmbito do licenciamento ambiental. Para tanto, foi firmado um Convênio de Cooperação entre o IABS e o CEPAN com validade de 18 meses, contados a partir de Janeiro de 2021, prorrogáveis até 24 meses (prazo máximo do projeto) em virtude da pandemia. O projeto teve o objetivo principal de realizar um monitoramento térmico ao longo de um ano das *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099, localizadas na Floresta Nacional de Carajás, na Mina de N5 Sul – Morro 2, localizada em Serra Norte, apresentando também censos padronizados de alta precisão. Este relatório técnico/executivo contém a descrição de todas as atividades e os resultados oriundos dessa pesquisa.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 4/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

EQUIPE TÉCNICA

Profissional/Instituição	Formação/Registro no Conselho de Classe	Função
Narjara Tércia Pimentel (UFPE)	Bióloga, M.Sc / CRBio 87104/04-D	Responsável Técnica e Relatório
Enrico Bernard (UFPE)	Biólogo, PhD / CRBio 37156/06-D	Coordenador Geral do Projeto
Eder Barbier (UFPE)	Biólogo, Dr.	Atividades de campo
Frederico Simão Hintze de Oliveira (UFPE)	Biólogo, Dr.	Atividades de campo
Cristiane Lucena Barbosa (CEPAN)	Diretora executiva	Gestão financeira
Vitalane Alves Vital da Silva (CEPAN)	Analista administrativa	Gestão financeira

Agradecimentos (em ordem alfabética):

Adimir Fernando Rezende – VALE S.A.;

Airton Barata – VALE S.A.;

Antônio Ribeiro de Lima – Brandt Meio Ambiente/VALE S.A.;

Arlindo Santos – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Aureliano Silva Miranda – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Bruno Scherer – VALE S.A.;

Deuzimar Santos – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Dilton Rafael da Luz Silva – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Euclides Francisco Silva - Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Flávia Mara Evangelista – Ativo Ambiental LTDA;

Iuri Brandi – VALE S.A.;

Juliana Macaron Longo – Ativo Ambiental LTDA;

Jocy Cruz – ICMBio/CECAV;

José Antônio de S. Nascimento – ICMBio/Carajás;

José Clovis Oliveira da Costa – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

José Sebastião Moraes – ICMBio/Carajás;

Leandro Maciel – Ativo Ambiental LTDA;

Lucas Mendes Rabelo – Ativo Ambiental LTDA;

Mayra Lima de Sousa – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Raimundo Façanha Guedes – ICMBio/Carajás;





Silvana Araújo – Comitê Técnico-Científico do NGI – ICMBio Carajás;

Sirney Cruz Brito – Vigilância Florestal de Carajás – SegurPro;

Valquíria Araújo de Souza – ICMBio/Carajás;

Wendelo Silva Costa – Comitê Técnico-Científico do NGI – ICMBio Carajás;

Xavier Prous – VALE S.A.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 5/133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa indicando os platôs de canga, com a numeração dos corpos de canga – utilizada cotidianamente na gestão da Floresta Nacional de Carajás – localizados no estado do Pará, Brasil	16
Figura 2. Área de estudo indicando a área da Floresta Nacional de Carajás e o município no qual estão inseridas	17
Figura 3. Abundância de morcegos nas <i>bat caves</i> N5SM2 019 e N5SM2 099	24
Figura 4. Espécies registradas e capturadas em ambas as <i>bat caves</i> , na FLONA de Carajás, Pará, durante o monitoramento desse projeto	25
Figura 5. Esboço da caverna N5SM2 019, com indicação do posicionamento dos <i>data loggers</i> de temperatura	29
Figura 6. Esboço da caverna N5SM2 099, com indicação do posicionamento dos <i>data loggers</i> de temperatura	30
Figura 7. Temperaturas mínimas, médias e máximas registradas por diferentes <i>data loggers</i> nas cavernas N5SM2 019 e N5SM2 099	32
Figura 8. Colônia maternidade de morcegos da espécie <i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i> , na caverna GEM 1472, na Serra da Bocaina, situada nas adjacências da FLONA de Carajás	35
Figura 9. Média diária da temperatura registrada na <i>bat cave</i> N5SM2 019, no período de julho de 2021 a julho de 2022	37
Figura 10. Média diária da temperatura registrada na <i>bat cave</i> N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no período de julho de 2021 a março de 2022	38
Figura 10.1. Média diária da temperatura registrada na <i>bat cave</i> N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no período de julho de 2021 a julho de 2022	39
Figura 11. Variação na temperatura dos <i>data loggers</i> TRH 01, TRH 04 e TRH 05, da <i>bat cave</i> N5SM2 019	40
Figura 12. Variação na temperatura dos <i>data loggers</i> TRH 01 e TRH 04 da <i>bat cave</i> N5SM2 099	41
Figura 13. Variação na temperatura do <i>data logger</i> TRH 05 da <i>bat cave</i> N5SM2 019, em diferentes períodos	42













		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 6/133

Figura 14. Comparação da temperatura interna da <i>bat cave</i> N5SM2 019 (dados para 2019, 2021 e 2022), entre os meses de abril e setembro	44
Figura 15. Comparação da temperatura interna da <i>bat cave</i> N5SM2 099 – área acessada pela entrada 1 (dados para 2019 e 2021), entre os meses de abril e setembro	45
Figura 15.1. Comparação da temperatura interna da <i>bat cave</i> N5SM2 099 – área acessada pela entrada 3 (dados para 2019, 2021 e 2022), entre os meses de abril e setembro	46
Figura 16. Temperatura média registrada pelos <i>data loggers</i> TRH 01 (próximo à entrada) e TRH 05 (mais interno) na caverna N5SM2 019, e a temperatura média externa (TRH EXT, obtido junto à caverna N5SM2 057), no período de dezembro de 2021 à março de 2022	47
Figura 17. Temperatura média registrada pelo <i>data logger</i> TRH 01, instalado na área acessada pela entrada 1 da <i>bat cave</i> N5SM2 099, e a temperatura média externa (TRH EXT, obtido junto à caverna N5SM2 057), no período de dezembro de 2021 à março de 2022	48
Figura 17.1. Temperatura média registrada pelo <i>data logger</i> TRH 05, instalado na área acessada pela entrada 3 da <i>bat cave</i> N5SM2 099, e a temperatura média externa (TRH EXT, obtido junto à caverna N5SM2 057), no período de dezembro de 2021 à março de 2022	49

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 7/133





LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cronograma de execução das atividades desse projeto	14
Tabela 2. <i>Bat caves</i> monitoradas no projeto contendo o nome, município e a unidade federativa, segundo o cadastro do CECAV (2022) e seus respectivos registros	17
Tabela 3. Espécies registradas nas <i>bat caves</i> N5SM2 019 e N5SM2 099, no período entre 06 de julho de 2021 e 28 de junho de 2022, com indicação das cavernas onde foram registradas	26
Tabela 4. <i>Data loggers</i> que apresentaram algum tipo de problema e as respectivas ações tomadas	27
Tabela 5. Caracterização térmica mensal das cavernas	33





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		N° Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 8/133

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	.....	03
EQUIPE TÉCNICA	.....	04
1. INTRODUÇÃO	.....	10
2. OBJETIVO GERAL	.....	13
2.1 Objetivos específicos	.....	13
3. METODOLOGIA	.....	14
3.1 Área de estudo	.....	15
3.2 Monitoramento da temperatura das <i>bat caves</i>	.....	18
3.3 Estimativa da abundância de morcegos nas <i>bat caves</i>	.....	19
3.4 Riqueza de espécies das <i>bat caves</i>	.....	19
3.5 Mapeamento 3D das cavidades	.....	20
4. RESULTADOS	.....	22
4.1 Síntese dos resultados	.....	22
4.2 Abundância e riqueza de morcegos presentes nas <i>bat caves</i> amostradas	.....	24
4.3 Monitoramento da temperatura das <i>bat caves</i>	.....	27
4.3.1 Padrões diários de saída e retorno dos morcegos nestes abrigos	.....	28
4.3.2 Tendência na flutuação da população residente de morcegos dessas <i>bat caves</i> através do registro da temperatura	.....	31
4.3.2.1 Diferenças de temperatura intra- e inter-cavernas e características físicas preferidas pelos morcegos	.....	31
4.3.2.2 Mobilidade e variações sazonais das colônias inferidas pela temperatura	.....	36
4.3.2.3 Variações anuais e períodos reprodutivos inferidos pela temperatura	.....	43
4.3.3 Mapeamento tridimensional das áreas preferidas pelos morcegos	.....	50
5. DISCUSSÃO	.....	51
5.1 Seleção de microhabitats dentro das cavernas	.....	52
5.2 Implicações das <i>bat caves</i> da FLONA de Carajás	.....	54
5.3 Capturas de imagens tridimensionais das áreas ocupadas pelos morcegos nas <i>bat caves</i> da FLONA de Carajás	.....	56

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 9/133

6. PROPOSIÇÕES	58
<i>Protocolo de monitoramento e licenciamento ambiental útil para o estudo de outras bat caves, baseado na temperatura</i>	<i>58</i>
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS	68
Anexo A. Esboço da caverna N5SM2 019, localizada na Mina N5 Sul – Serra Norte, no município de Parauapebas – PA, com indicação das áreas onde foram instalados os <i>data loggers</i> de temperatura	69
Anexo B. Esboço da caverna N5SM2 099, localizada na Mina N5 Sul – Serra Norte, no município de Parauapebas – PA, com indicação das áreas onde foram instalados os <i>data loggers</i> de temperatura	70
Anexo C. Registros fotográficos das metodologias aplicadas	71
Anexo D. Fichas de campo das <i>bat caves</i> N5SM2 019 e N5SM2 099, contendo dados abióticos e bióticos desses locais	72
Anexo E. Classificação dos graus de precisão de uma topografia de cavidades – <i>UIS</i> (2010)	80
Anexo F. Registro fotográfico das entradas das <i>bat caves</i>	81
MATERIAL SUPLEMENTAR	82
MS 1. Registros da média da temperatura mês-a-mês, para as <i>bat caves</i> N5SM2 019 e N5SM2 099	83
MS 2. Descrição das espécies registradas nas <i>bat caves</i> N5SM2 019 e N5SM2 099	117
REFERÊNCIAS	126
MS 3. Perspectivas das <i>bat caves</i> alvo desse projeto e entorno, utilizando câmeras convencionais	129





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 10/133

1. INTRODUÇÃO

No Brasil são reconhecidas 182 espécies de morcegos (Garbino et al., 2020; Garbino et al., 2022), colocando-os como a segunda ordem de maior riqueza entre os mamíferos brasileiros (Reis et al., 2007). Várias destas espécies refugiam-se em cavernas, que são consideradas abrigos estáveis e protegidos de intempéries, sendo os morcegos alguns dos poucos vertebrados que usam esses abrigos permanentemente (Altringham, 1996). A utilização desses abrigos é vital para a sobrevivência de morcegos e seu sucesso reprodutivo, pois fornecem locais para acasalamento, criação de filhotes, interação social, digestão alimentar, diminuem os custos da termorregulação, além de proteção contra variações climáticas e predadores (Torres, 2016). Por causa desses fatores, certas espécies de morcegos tendem a formar grandes colônias em ambientes cavernícolas (Altringham, 1996) e/ou viver em coabitação com outras espécies (Kunz, 1982; Trajano, 1985 e 1995).

Morcegos detêm os recordes de maiores congregações entre os mamíferos, chegando a situações onde milhões de indivíduos convergem para um único abrigo. Abrigos com populações excepcionais de morcegos são denominados como *bat caves* e/ou *hot caves* (e.g. Ladle et al., 2012). Esses locais são abrigos bastante peculiares, com temperaturas frequentemente ultrapassando os 35°C e umidade relativa do ar quase sempre sendo superior a 90% (Rodríguez-Durán, 1998), tendendo à saturação. Estas elevadas temperaturas são resultado do calor gerado pela presença de milhares de indivíduos e pela decomposição do guano por eles depositado (Peck et al., 1998). Embora excepcionais, *bat caves* são muito pouco conhecidas sob o ponto de vista científico (Ladle et al., 2012; Otálora-Ardila et al., 2019; Pimentel et al., 2022; Piló et al., 2022, no prelo).

Por concentrarem milhares de indivíduos, as *bat caves* podem ser apontadas como potenciais sítios bioindicadores da qualidade do habitat (Hilty e Merenlender, 2000; Carignan e Villard, 2002; Jones et al., 2009; Cunto e Bernard, 2012; Frick et al., 2012). Mais além, o monitoramento sistemático da dinâmica no uso dos abrigos, de alterações no número de indivíduos, proporção entre machos e fêmeas, e do número de nascimentos e óbitos nestes locais também permitem a identificação de tendências populacionais, dinâmica de uso desses ambientes, de alterações na cadeia trófica, nos padrões sazonais, de pressões e ameaças, do *status* conservacionista de algumas espécies, e servem ainda como emissores de alertas à sociedade sobre o *status* da biodiversidade (e.g. Butchart et al., 2010). Sítios que concentram grandes congregações animais têm elevada importância





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 11/133

conservacionista por pelo menos três razões: primeiro, eles têm um valor desproporcional para a sobrevivência das espécies em questão; segundo, as espécies podem ser particularmente vulneráveis quando presentes em tais congregações; e terceiro, os indivíduos presentes nestas congregações participam de um amplo número de outras interações ecológicas (Mittermeier et al., 2003). E, as *bat caves* cumprem todos estes requisitos.

A região de Carajás abriga características ímpares: alta riqueza de biodiversidade, alta riqueza de ambientes cavernícolas, e elevada importância econômica com intensa atividade mineral. Esta combinação aponta a necessidade de estudos aprofundados visando o melhor entendimento e proteção dos processos mediados por morcegos nos ambientes cavernícolas daquele complexo. De fato, no Plano de Pesquisa da Floresta Nacional de Carajás, as *bat caves* são destacadas como prioritárias para investigação. Sem dúvida, impactos que causem distúrbios nas comunidades de morcegos são provavelmente hoje, a ameaça mais preocupante para a biodiversidade abundância da fauna subterrânea da Floresta Nacional (FLONA) de Carajás, bem como as lacunas de informações acerca do dinamismo no uso desse ambiente.





Além de uma alta riqueza de espécies de morcegos, a FLONA de Carajás também abriga *bat caves* em seus limites e áreas ao redor. Segundo Tavares et al. (2012), já foram identificadas oito famílias, 46 gêneros e 75 espécies de morcegos na FLONA de Carajás, sendo que 23 dessas espécies habitavam cavernas. A região em questão, é caracterizada como o maior complexo de cavernas de minério de ferro do Brasil (ICMBio, 2016) e ao menos 6 destas cavernas são *bat caves* ativas. As cavernas do complexo de Carajás contêm características que as conotam elevada relevância e, portanto, precisam de um acompanhamento diferenciado em relação ao uso e pressões que experimentam, principalmente frente às alterações e flexibilizações que vêm ocorrendo na Legislação Espeleológica Brasileira (Brasil, 2017).

O Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade, vinculado ao Departamento de Zoologia, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), já realizou pesquisas em cavernas na região de Carajás, focadas na identificação da composição da dieta de morcegos insetívoros via *metabarcoding* (Jardelino, 2019 – dados não publicados) e verificação da contribuição do guano dos morcegos no *input* de energia pra esses ambientes (Pimentel, 2019 – dados não publicados). Há pelo menos uma década, o Laboratório também realiza pesquisas em *bat caves* presentes na porção semiárida do Brasil, tendo selecionado duas *bat caves* em Pernambuco para um

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 12/133

monitoramento sistemático de longo prazo, incluindo o monitoramento da temperatura. Nossos estudos apontam que estes abrigos podem ser extremamente dinâmicos e suas populações de morcegos podem variar muito ao longo do tempo (Otálora-Ardila et al., 2019; Pimentel et al., 2022). O dinamismo observado nos fez concluir que mesmo visitas mensais padronizadas são insuficientes para detectarem grandes flutuações populacionais e a maior parte da rica informação sobre estes abrigos é perdida, sem um acompanhamento refinado. *Bat caves* exigem assim um monitoramento contínuo e detalhado, pois só desta forma estas nuances e suas peculiaridades podem ser detectadas e contextualizadas. Entretanto, monitorar estes ambientes de forma detalhada e contínua pode ser desafiador, dadas as localizações e condições destes ambientes. Neste sentido, o monitoramento da temperatura destas cavernas tem sido apontado como um *proxy* de como os morcegos estão usando *bat caves* (Otálora-Ardila et al., 2019). Mas, tão importante como entender as flutuações populacionais, é também entender, quais as características térmicas e espaciais que determinam que uma caverna seja identificada pelos morcegos como ótima para abrigá-los (Barros et al., 2020). Estes aspectos permanecem insipientes para as *bat caves*, de maneira geral. Elucidá-los pode ser útil para contribuir com várias abordagens, desde o entendimento da ecologia básica das espécies que usam estes abrigos (Barros et al. 2020), até para o desenvolvimento de estratégias específicas de conservação destes ambientes cavernícolas (Brasil, 2017).

De forma a contribuir para o melhor entendimento da dinâmica das *bat caves*, apresentamos aqui os resultados de um monitoramento térmico detalhado de duas *bat caves* na FLONA Carajás, acompanhado de estimativas das populações de morcegos residentes nestas cavernas e do mapeamento 3D de partes destas cavernas usadas pelos morcegos. Além da produção de informações básicas essenciais para a caracterização destas *bat caves*, os nossos resultados permitiram 1) descrever os padrões diários de saída e retorno dos morcegos nestes abrigos, 2) identificar possíveis padrões sazonais na flutuação da população residente de morcegos dessas cavernas; 3) identificar características físicas e termais preferidas pelos morcegos, e 4) estabelecer protocolo de monitoramento e licenciamento ambiental úteis para outras *bat caves*.





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 13/133

2. OBJETIVO GERAL

Monitoramento detalhado da temperatura das *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099, censos padronizados de alta precisão, e mapeamento tridimensional.

2.1 Objetivos específicos





- Realizar um monitoramento térmico detalhado, por doze meses, nestas *bat caves*;
- Realizar estimativas acuradas das populações de morcegos residentes;
- Realizar mapeamento 3D das partes destas cavernas usadas pelos morcegos;
- Verificar a dinâmica de uso e ocupação dessas cavernas;
- Acessar a riqueza de espécies de morcegos dessas *bat caves*.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 15/133

3.1 Área de estudo

A Serra dos Carajás destaca-se na paisagem de terras predominantemente baixas no sudeste do Pará, a 550 km ao sul da capital do estado, Belém. A Serra está quase toda inserida na Floresta Nacional de Carajás, que junto a outras áreas protegidas compõe o chamado “Mosaico Carajás”, com cerca de 1.207.000 hectares. São elas: Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, Reserva Biológica do Tapirapé, Florestas Nacionais de Itacaiúnas, de Tapirapé-Aquiri e de Carajás e a Terra Indígena Xikrin do Cateté (ICMBio, 2017). O Mosaico é de grande importância para a conservação da biodiversidade, de processos ecológicos e de serviços ecossistêmicos, haja vista a intensa degradação ambiental da região em que se insere.

As elevações da Serra dos Carajás afloram descontinuamente na direção leste – oeste, a uma altitude média de 700 metros. São conhecidas localmente como Serra Norte e Serra Sul, dois grandes conjuntos onde estão localizadas as principais jazidas de minério de ferro no interior da FLONA de Carajás. (Figura 1) (Mota et al., 2018). A leste da Serra Sul estão a Serra do Tarzan e a Serra da Bocaina, esta separada da Serra Sul pelo rio Parauapebas, e já fora dos limites da FLONA de Carajás (IBAMA, 2004) (Figura 1). Os maciços ferríferos estão associados às rochas do grupo Grão-Pará, constituídas por formações ferríferas bandadas (itabiritos e principalmente, jaspilitos) e minério de ferro de alto teor que pertencem ao conjunto denominado Formação Carajás. Essas serras guardam as mais importantes reservas de minério de ferro de alto teor do mundo, além de outros corpos de minério, o que conferiu à região o título de maior província mineral do planeta (Macambira, 2003).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública		PÁGINA 16/133
		01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

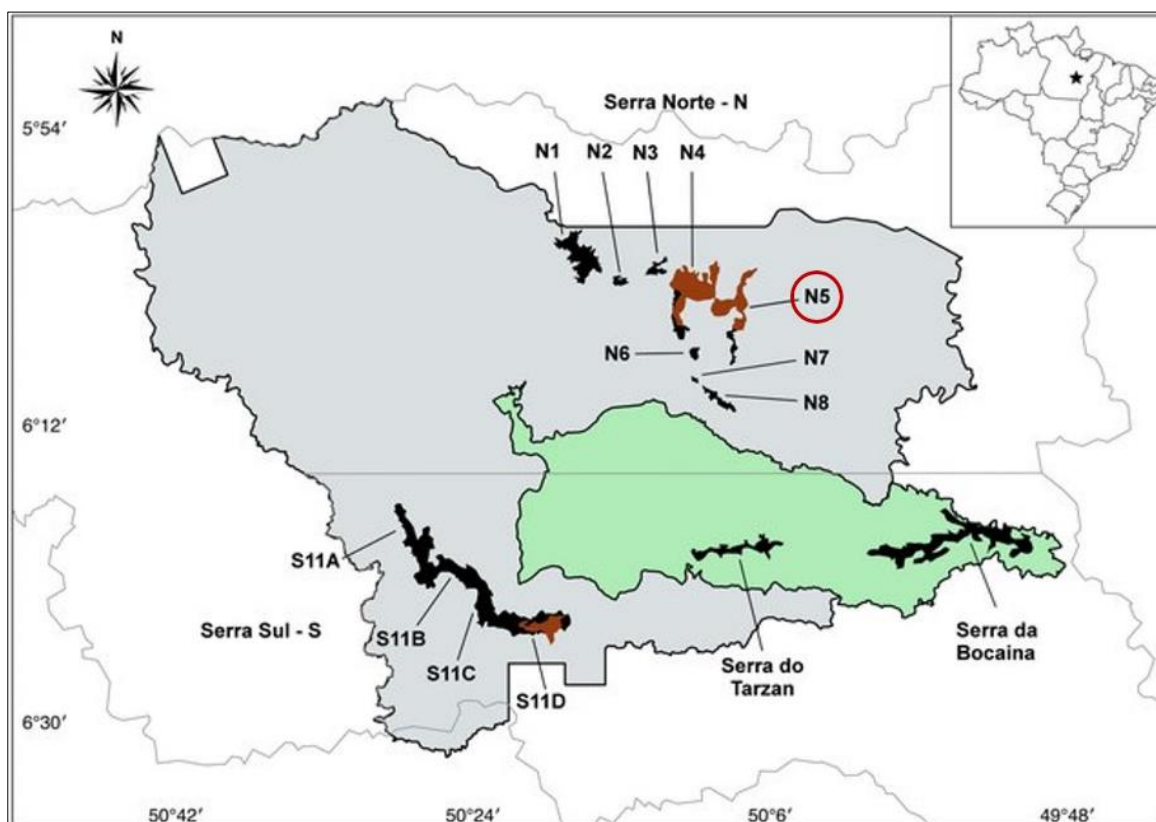


Figura 1. Mapa indicando os platôs de canga, com a numeração dos corpos de canga – utilizada cotidianamente na gestão da Floresta Nacional de Carajás – localizados no estado do Pará, Brasil. Em preto, estão os remanescentes de áreas de canga; em laranja, áreas de canga suprimidas (representação baseada em imagem de satélite tirada em dezembro de 2016, disponível no *Google Earth*); em cinza, a Floresta Nacional de Carajás; e em verde, o Parque Nacional dos Campos Ferruginosos. Circulado em vermelho, encontra-se o platô N5, onde estão inseridas as *bat caves* de interesse nesse estudo. Imagem retirada de Mota et al., 2018.

A região de Carajás detém o maior número de cavidades naturais subterrâneas ferruginosas conhecidas no Brasil. São sistemas que se desenvolveram sob formações ferríferas bandadas, coberturas de canga detrítica ou no contato entre as duas e com potencial para ocorrência em rochas máficas e formação em ferricrete (Piló e Auler, 2009). São 1.630 cavidades registradas até o momento, correspondentes a aproximadamente 10% do registro nacional de cavidades (CANIE, 2022) e centenas ainda por inventariar em litologia ferrífera com bioespeleogênese, minerais e espeleotemas únicos (Piló et al., no prelo). Na biota associada, destacam-se a fauna de invertebrados pouco conhecida e com táxons novos, troglóbios raros¹ e espécies de vertebrados que vivem e usam as cavidades subterrâneas como abrigo (Piló e Auler, 2009; Piló et al., 2015).

E, é nesse cenário que estão inseridas as *bat caves* de interesse nesse projeto, e são elas: N5SM2 019 e N5SM2 099 (Tabela 2; Figura 2).





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 17/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

Tabela 2. *Bat caves* monitoradas no projeto contendo o nome, município e a unidade federativa, segundo o cadastro do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) e seus respectivos registros.

Nome da cavidade	Localização	Coordenadas geográficas		Bioma	Nº Registro no CECAV
		Latitude	Longitude		
N5SM2 019	Parauapebas - PA	06°08'10.1"S	50°07'47.7"W	Amazônia	007401.01100.15.05536
N5SM2 099	Parauapebas - PA	06°08'09.2"S	50°07'47.8"W	Amazônia	007313.01012.15.05536

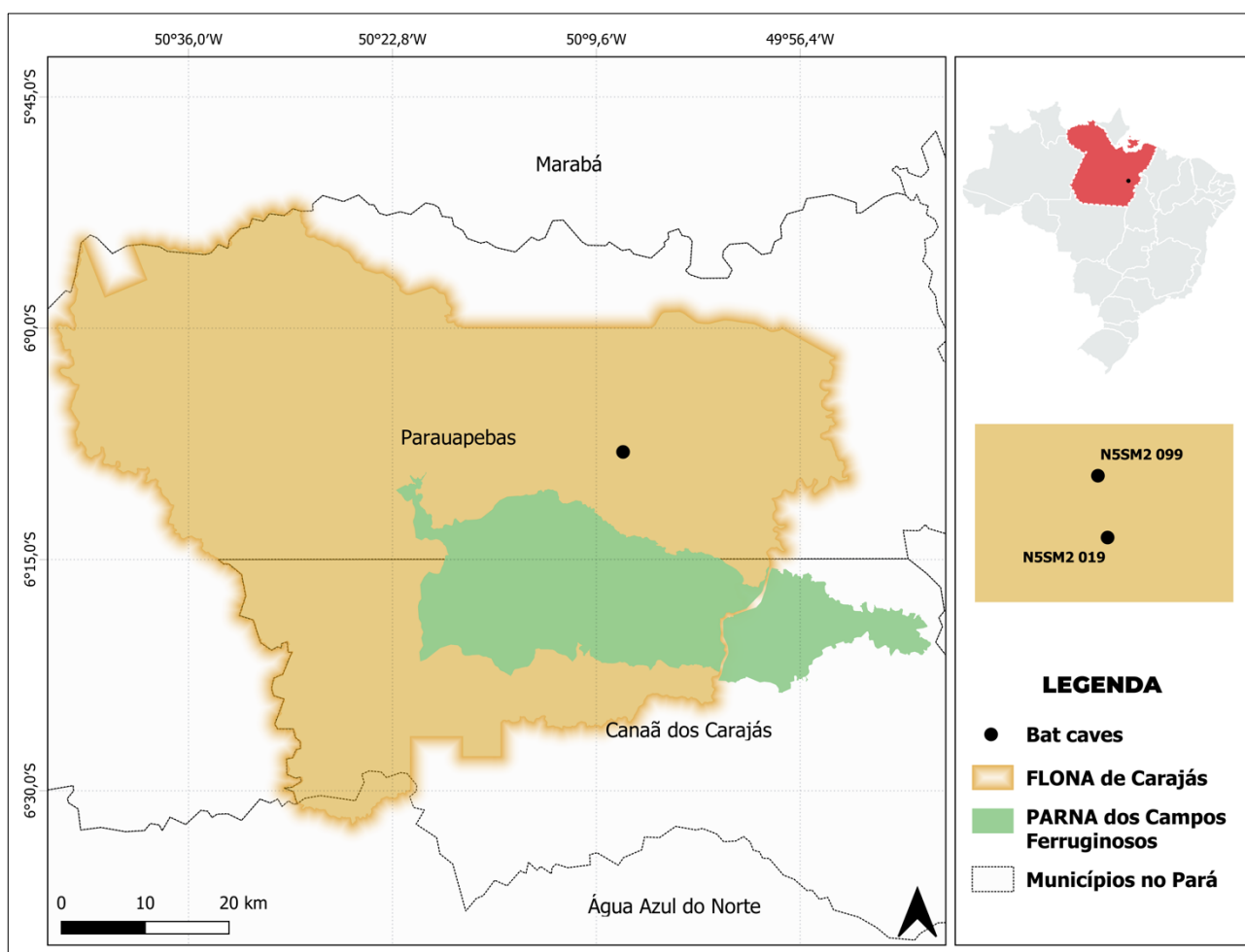






Figura 2. Área de estudo indicando a área da Floresta Nacional de Carajás e o município no qual estão inseridas (laranja). Os pontos pretos indicam as *bat caves* amostradas: N5SM2 019 e N5SM2 099.

¹ Segundo Ferreira et al. (2015), as espécies de animais encontradas nos ambientes subterrâneos são classificadas em troglóxenas, troglófilas e troglóbias de acordo com as interações ecológicas e especializações evolutivas decorrentes de seu isolamento nesses locais. Os troglóbios não estabelecem populações viáveis no meio externo e podem apresentar modificações morfológicas, fisiológicas e comportamentais decorrentes da pressão seletiva no meio hipógeo. Os troglófilos podem completar seu ciclo de vida no meio subterrâneo ou epígeo. Os troglóxenos são encontrados regularmente no meio subterrâneo, mas não são capazes de completar seu ciclo de vida apenas ali.





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 18/133

Segundo Álvares et al. (2014), o clima da região é Am, apresentando um clima tropical quente e úmido. A precipitação média anual é de aproximadamente 1600 mm, apresentando uma estação chuvosa que pode chegar até a 1300 mm e um inverno seco com média menor de 320 mm, com a média nos meses mais secos às vezes atingindo menos de 60 mm (Moraes et al., 2005). A altitude varia de 250 m nos contrafortes até 700 a 800 m nos topos achatados, onde os tipos de vegetação aberta associados aos afloramentos de ferro se destacam do ambiente tropical circundante da floresta. Informações mais detalhadas sobre clima, relevo e a vegetação da Serra dos Carajás pode ser encontrada em Mota et al. (2015) e Viana et al. (2016).

A região da Floresta Nacional de Carajás é reconhecida como área de elevada biodiversidade, com espécies animais e vegetais raras e/ou restritas à região (área inserida no Centro de Endemismo Xingu), especialmente aves, répteis, anfíbios e vegetação herbácea-arbustiva associada às áreas sobre canga (Campos e Castilho, 2012). Esse conjunto de atributos naturais envolvendo área reduzida e presença de espécies endêmicas ou de distribuição restrita, sob diferentes graus de risco, são indicadores do *status* de alta vulnerabilidade dos ecossistemas associados às formações ferríferas da região (Trajano, 2010).

3.2 Monitoramento da temperatura das *bat caves*

O monitoramento contínuo dessas *bat caves* teve duração de 12 meses. O início desse monitoramento foi em 06 de julho de 2021. Dados coletados de abril a setembro de 2019 por L. B. Piló também foram incorporados, pois eles agregam informações para as mesmas *bat caves* e com os mesmos objetivos desse projeto. A coleta de dados da temperatura foi realizada com *data loggers* modelo HOBO® MX2201 e MX2203 – um registrador de dados à prova d'água, com precisão de $\pm 0,5$ °C, medindo de - 20 °C a 70 °C – com registros em intervalos de 10 minutos. Cinco *data loggers* foram instalados em cada caverna, dispostos em diferentes áreas (Anexos A e B), buscando registrar a temperatura ao longo de toda a caverna. A conexão e *download* dos dados destes *data loggers* foram realizadas através de um smartphone, via comunicação sem fio (*bluetooth*), e através do *software* HOBOMobile (<https://sigmasensors.com.br/produtos/software-de-analise-de-dados-hoboware>) instalado no aparelho, foram feitas a exportação dos arquivos em formato .csv. Para gerar os gráficos,

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 19/133

foram utilizados o *software* HOBO (<https://sigmasensors.com.br/produtos/software-de-analise-dados-hoboware>) e o pacote Microsoft Excel, 2019.

3.3 Estimativa da abundância de morcegos nas *bat caves*

Para estimar a abundância dos morcegos em cada *bat cave*, foram contados os indivíduos emergindo dos abrigos para forrageio, utilizando uma técnica não invasiva baseada em imagens geradas por uma câmera térmica infravermelho (FLIR[®], modelo E60) e algoritmos de detecção de movimento (Rodrigues et al., 2016; Torres, 2016) (Anexo C – Imagem B).





A câmera foi instalada na entrada da caverna e as gravações tiveram início às 18:00h (período de emergência dos morcegos na região da Serra de Carajás), com vídeos com duração de 60 a 180 minutos, até não haver mais detecção de morcegos emergindo do abrigo. Foram geradas imagens de 320 x 256 *pixels* e frequência de captura em 30 Hz (Otálora-Ardila et al., 2019). Os morcegos registrados nas imagens foram contados automaticamente, usando um algoritmo de detecção especificamente desenvolvido para rastrear e contar morcegos (Rodrigues et al., 2016). Validações do algoritmo em laboratório indicaram margens de erro < 6%, com uma média de erro de aproximadamente 3% (Otálora-Ardila et al., 2019).

Esta é uma técnica menos perturbadora, pois registra o comportamento cotidiano de saída dos morcegos do abrigo, e também produz estimativas mais confiáveis e acuradas do número de indivíduos presente em uma colônia de morcegos.

Aqui também foram incorporados os dados coletados por L. B. Piló nas mesmas *bat caves*, no projeto “*Bat caves* em cavernas ferríferas da Floresta Nacional de Carajás: aspectos físicos, biológicos e cronológicos”, no qual eu também fiz parte.

3.4 Riqueza de espécies das *bat caves*

Para verificar a riqueza de espécies foram realizadas incursões nessas *bat caves* para observação e captura dos indivíduos *in situ*, além de captura de indivíduos deixando os abrigos para forrageio no crepúsculo, com redes-de-mão (puçá) (Anexo C – Imagem C). Os morcegos foram medidos e identificados até o nível específico possível baseado em chaves de identificação de

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 20/133

caracteres externos (e.g. Díaz et al., 2016; Anexo D), sendo soltos em seguida. Os morcegos foram capturados e manuseados em campo de acordo com as diretrizes aprovadas pela *American Society of Mammalogists* (Sikes et al., 2019) e com a permissão número 76657-2 (SISBio/ICMBio/MMA). Exemplares-testemunho foram coletados, seguindo todos os procedimentos e licença vigente, e ao final do projeto, serão encaminhados para a Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Pernambuco, em Recife.





Para refinamento dos dados da riqueza dessas cavernas, concomitantemente às capturas com puçás, gravações bioacústicas foram feitas na(s) entradas(s) das cavernas, utilizando gravador de ultrassom *Audiomoth* v1.1.0 (Anexo C – Imagem C), com microfone analógico MEMS, capaz de detectar sinais de ecolocalização emitidos pelos morcegos de até 192 kHz. A identificação dos sinais de ecolocalização baseou-se na literatura disponível (Arias-Aguilar et al., 2018), utilizando-se alguns parâmetros acústicos considerados importantes na separação das espécies.

Para a classificação da riqueza das cavernas, seguimos a proposta de Guimarães e Ferreira (2014), que a classificaram em quatro categorias: (I) Baixo – até três espécies; (II) Médio – de quatro a seis espécies; (III) Alto – de sete a nove espécies; e (IV) Elevado – acima de nove espécies.





3.5 Mapeamento 3D das cavidades

Para a proposta de mapeamento 3D de algumas áreas ocupadas pelos morcegos nessas *bat caves* foi usada uma abordagem nova e de baixo custo, com a utilização do sensor RGB-D (Anexo C – Imagem D). Esta etapa do projeto foi proposta em colaboração com o projeto “Modelagem 3D de cavidades naturais subterrâneas”, conduzido pelo laboratório de Informática VoxarLab (UFPE), submetidos ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) e contemplados por meio do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica nº 2/2020/ICMBio.

As imagens geradas foram analisadas em laboratório pela equipe do VoxarLab, com programas e *softwares* adequados, para o processamento das nuvens de pontos e geração da imagem em 3D. Visto a complexidade dessas cavernas, periculosidade e a dificuldade na captura das imagens das estruturas presentes nessas *bat caves*, juntamente com o sensor anteriormente citado, fizemos também, o escaneamento do ambiente preterido com o sensor Intel L515 RealSense™ Lidar Camera.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 21/133





Não foram aplicadas a topografia com metodologias convencionais em ambas as cavernas – uma sugestão dos avaliadores ao início desse projeto – principalmente, pela exposição da equipe por tempo prolongado à altas temperaturas e por vezes, à gases presentes em seu interior. Entretanto, um esboço da forma da caverna pôde ser elaborado (Anexos A e B) utilizando o método do *UIS Mapping Grades*, criado pela *Union Internationale de Spéléologie*, em 2010 – com graus de precisão 1 e grau de qualificação A (Anexo E).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 22/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

4. RESULTADOS





4.1 Síntese dos resultados

Resultados esperados	Status	Comentários
1. Estimar o número de morcegos presentes em cada <i>bat cave</i>	Alcançado	Estimativas realizadas para todas as visitas.
2. Descrever os padrões diários de saída e retorno dos morcegos nestes abrigos	Alcançado	Padrões identificados e descritos.
3. Identificar possíveis tendências na flutuação da população residente de morcegos dessas cavernas através da assinatura térmica	Alcançado	Assinatura térmica da caverna determinada e flutuações identificadas.
4. Identificar características físicas e termais preferidas pelos morcegos	Alcançado	Características físicas e térmicas da caverna descritas.
5. Registrar em imagens tridimensionais as áreas preferidas pelos morcegos, permitindo estimativas de área e volume destas partes	Não alcançado	Esse resultado foi proposto em uma colaboração com outro projeto contemplado por meio do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica nº 2/2020/ICMBio, em parceria com o Laboratório de Informática VoxarLab (UFPE). Embora a captura das imagens tenha sido feita com esse propósito, o processamento dessas imagens apresentou problemas e não permitiu a elaboração de um mapa tridimensional. Em contrapartida, fizemos imagens com câmeras convencionais dessas cavernas, para representar o tipo de ambiente cuja a pesquisa foi conduzida. Caso esse problema no processamento das imagens seja solucionado posteriormente, nos comprometemos a encaminhar todo o material ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 23/133

6. Estabelecer protocolos de monitoramento e licenciamento ambiental úteis para outras <i>bat caves</i>	Alcançado	Sugestão de protocolo elaborada
---	------------------	---------------------------------

Para um detalhamento dos tópicos acima, veja as próximas sessões.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 24/133

4.2 Abundância e riqueza de morcegos presentes nas *bat caves* amostradas

Três contagens em ambas as *bat caves* foram realizadas entre 06 de julho de 2021 e 01 de julho de 2022. De acordo com as contagens realizadas a maior abundância de morcegos foi registrada na *bat cave* N5SM2 099 (88.464 indivíduos), em abril de 2022. Para a *bat cave* N5SM2 019 as contagens não ultrapassaram 20.000 indivíduos (Figura 3). Apesar da caverna N5SM2 099 ter apresentado uma abundância maior, ainda sim, esse dado foi considerado subamostrado. Essa caverna mostrou-se bastante difícil de contar, em virtude da disposição e quantidade de entradas que apresenta (Anexo F). Nesse sentido, estimou-se que as contagens para essa caverna são maiores que as já registradas.

Além disso, observamos também, que assim como em nossas contagens, a abundância de morcegos no interior dessas *bat caves* em 2019, foi bastante diferente do encontrado em nossas amostragens, reforçando mais uma vez o caráter dinâmico desses abrigos.

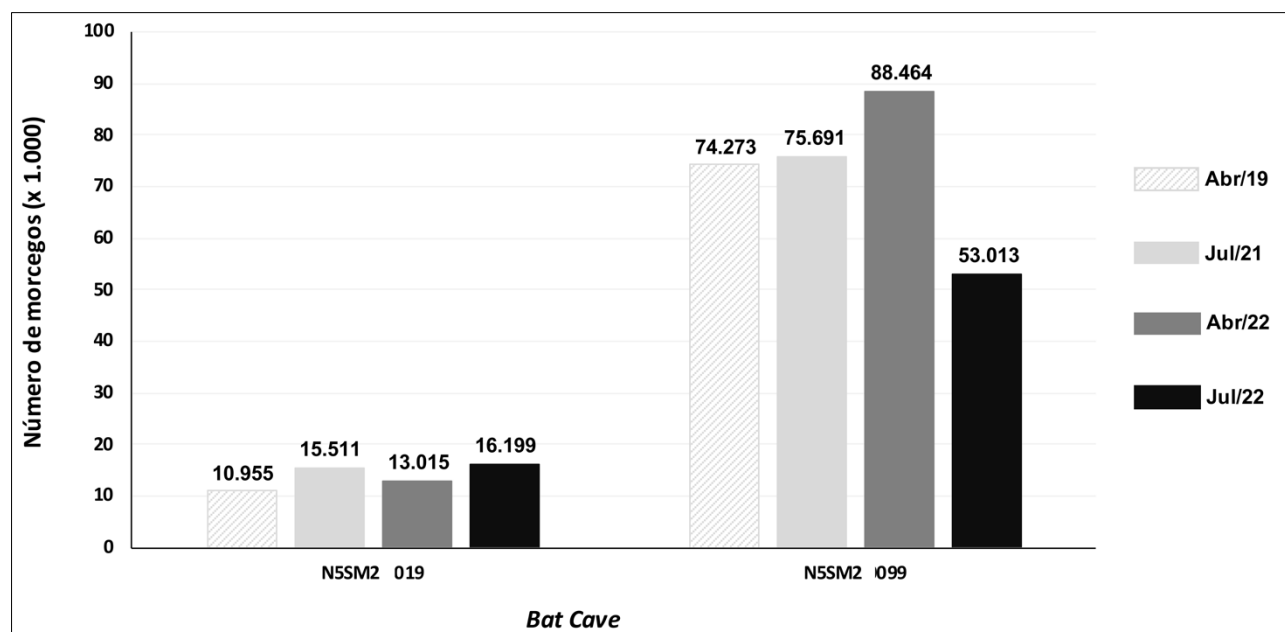






Figura 3. Abundância de morcegos nas *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099. Para abril de 2019 são apresentados dados de contagem do projeto “*Bat caves* em cavernas ferríferas da Floresta Nacional de Carajás: aspectos físicos, biológicos e cronológicos”, de L. B. Piló. Para julho de 2021, e abril e julho de 2022, dados de contagem desse projeto.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 25/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

Houve também captura de indivíduos para coleta de dados morfométricos em ambas as *bat caves* (Anexo D). Foram registradas nove espécies utilizando as cavernas amostradas (Figura 4; Tabela 3), cinco pertencentes a família Phyllostomidae e quatro da família Mormoopidae. As espécies estão agrupadas em cinco guildas: insetívora, frugívora, nectarívora-polinívora, onívora e carnívora (Tabela 3). Espécies-testemunho foram coletados para as espécies de *Carollia perspicillata*, *Lamproncyteris brachyotis*, *Pteronotus gymnonotus*, *Pteronotus personatus* e *Pteronotus rubiginosus/P. alitonus*. Ao final do projeto todos os espécimes coletados serão encaminhados à Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

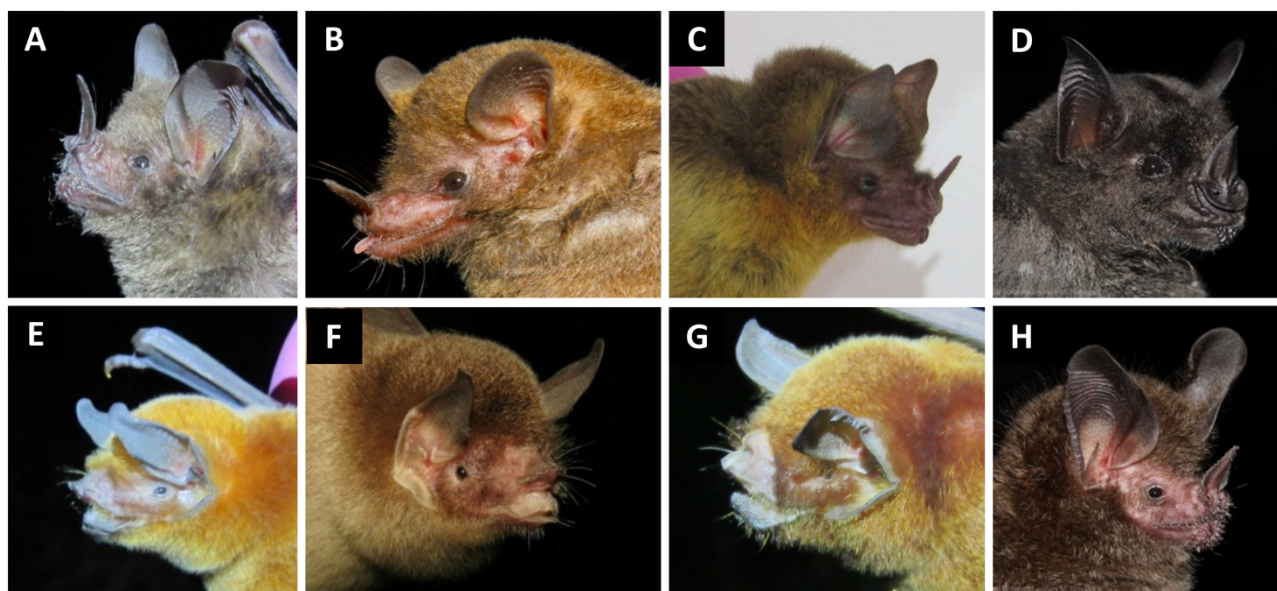


Figura 4. Espécies registradas e capturadas em ambas as *bat caves*, na FLONA de Carajás, Pará, durante o monitoramento desse projeto. A – *Carollia perspicillata* (N5SM2 099); B – *Glossophaga soricina* (N5SM2 099); C – *Lamproncyteris brachyotis* (N5SM2 099); D – *Phyllostomus hastatus* (N5SM2 099); E – *Pteronotus gymnonotus* (N5SM2 019 e N5SM2 099); F – *Pteronotus personatus* (N5SM2 019 e N5SM2 099); G – *Pteronotus rubiginosus/P. alitonus* (N5SM2 019 e N5SM2 099); H – *Trachops cirrhosus* (N5SM2 099).









		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás		PÁGINA 26/133
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020		
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

Tabela 3. Espécies registradas nas *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099, no período entre 06 de julho de 2021 e 28 de junho de 2022, com indicação das cavernas onde foram registradas. Tipo de registro das espécies: Observação (OBS) = observação direta *in loco*; Ecolocalização (ECO) = gravação de sinais de ecolocalização; Captura (CAP) = captura e soltura dos exemplares. Classificação segundo o uso da caverna (Guimarães e Ferreira, 2014): essencialmente cavernícola (EC), cavernícola oportunista (CO). Guilda alimentar = Insetívoro (Ins); Frugívoro (Fru); Nectarívoro-Polinívoro (Nec-Pol); Onívoro (Oni); Carnívoro (Car).

Família/Subfamília	Espécie	Caverna	Tipo de Registro			Classificação	Guilda alimentar
			OBS	ECO	CAP		
MORMOOPIDAE							
	<i>Pteronotus gymnotus</i>	N5SM2 019 e N5SM2 099	x	x	x	EC	Ins
	<i>Pteronotus personatus</i>	N5SM2 019 e N5SM2 099	x	x	x	EC	Ins
	<i>P. rubiginosus/P. alitonus</i>	N5SM2 019 e N5SM2 099	x	x	x	EC	Ins
PHYLLOSTOMIDAE							
Caroliinae	<i>Carollia perspicillata</i>	N5SM2 099	x		x	CO	Fru
Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	N5SM2 099	x		x	CO	Nec-Pol
Micronycterinae	<i>Lamproncycteris brachyotis</i>	N5SM2 099	x		x	EC	Ins
Phyllostominae	<i>Phyllostomus hastatus</i>	N5SM2 099	x		x	CO	Oni
	<i>Trachops chirrosus</i>	N5SM2 099	x		x	CO	Car

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 27/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	





A *bat cave* N5SM2 099 apresentou a maior riqueza com 9 espécies, enquanto a *bat cave* N5SM2 019 apresentou apenas 4 espécies. Espécies da família Mormoopidae foram registradas utilizando ambas as cavernas e formando grandes colônias. Cinco das espécies registradas foram consideradas como exclusivamente cavernícolas, e as outras quatro foram consideradas como cavernícolas oportunistas (Tabela 3). Nenhuma das espécies registradas aqui nesse projeto está contida dentro de alguma categoria de ameaça pela lista da IUCN (2015) e nem na Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022).

4.3 Monitoramento da temperatura das *bat caves*

Os cinco *data loggers* de temperatura foram instalados em áreas distintas para ambas as *bat caves* em 06 de julho de 2021, após a emergência dos morcegos no início da noite e permaneceram gravando até 28 de junho de 2022. O período da última campanha e finalização do monitoramento, precisou ser ajustado em virtude da disponibilidade e viabilidade de acesso às referidas cavernas. Os *data loggers* foram identificados no mapa das cavidades: TRH 01, TRH 02, TRH 03, TRH 04 e TRH 05 (Figuras 5 e 6; Anexos A e B). As condições nas cavernas se mostraram adversas e alguns *data loggers* apresentaram problemas de funcionamento com interrupção de registro de dados, o que impediu o acesso completo aos dados capturados durante esse período (Tabela 4; Figuras 7 e 8). Os *data loggers* TRH 04 e TRH 05 de N5SM2 019 tiveram seus registros interrompidos em abril de 2022 e março de 2022, respectivamente. Esse último foi retirado e encaminhado à assistência técnica e o *data logger* TRH 02 foi reposicionado para o local anteriormente ocupado pelo *data logger* TRH 05, uma vez que o *data logger* TRH 01 encontrava-se em uma área com condições semelhantes à do TRH 02. Para N5SM2 099, os *data loggers* TRH 01, TRH 02 e TRH 03, todos instalados na área acessada pela entrada 1, tiveram seus registros interrompidos em abril de 2022, e dezembro e outubro de 2021, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. *Data loggers* que apresentaram algum tipo de problema e as respectivas ações tomadas.

Caverna	<i>Data logger</i>	Problema	Resolução do problema
N5SM2 019	TRH 04	<i>Data logger</i> parado.	Substituição da bateria. <i>Data logger</i> reprogramado e religado posteriormente, porém não registrou os dados seguintes.
	TRH 05	<i>Data logger</i> parado.	Substituição da bateria. Porém, como não religou, foi retirado e encaminhado para assistência técnica em abril

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	
			PÁGINA 28/133

			de 2022. TRH 02 substituiu esse <i>data logger</i> (reposicionado).
N5SM2 099	TRH 01	<i>Data logger</i> parado.	Substituição da bateria. <i>Data logger</i> reprogramado e religado posteriormente, porém não registrou os dados seguintes.
	TRH 02	<i>Data logger</i> parado.	Substituição da bateria. Porém, como não religou, foi retirado e encaminhado para assistência técnica em abril/2022.
	TRH 03	<i>Data logger</i> parado.	Desaparecido em outubro/2021, encontrado e religado em abril/2022, porém não registrou os dados seguintes.

4.3.1 Padrões diários de saída e retorno dos morcegos nestes abrigos

O conjunto de filmagens (dados desse projeto e dados de L. B. Piló, de 2019) indicou que o horário de saída dos morcegos nesses abrigos se inicia por volta das 18:15h e adotamos este como o horário “padrão” de emergência. Nesse sentido, uma vez identificado o horário comum de saída dos morcegos, analisamos em conjunto os dados de temperatura para essas cavernas, em uma escala diária. Para verificar o comportamento da temperatura das cavernas a partir da movimentação de saída dos morcegos, um período de sete dias consecutivos (01 a 07) no mês de agosto de 2021 foi analisado em maior detalhe (Figuras 5 e 6). Esse período foi escolhido de forma aleatória para não induzir os resultados. As linhas tracejadas nos gráficos indicam o período previsto de retorno (1ª linha) – uma vez que não estivemos na caverna quando do retorno dos morcegos – e o horário identificado de saída dos morcegos (2ª linha), dos respectivos abrigos.

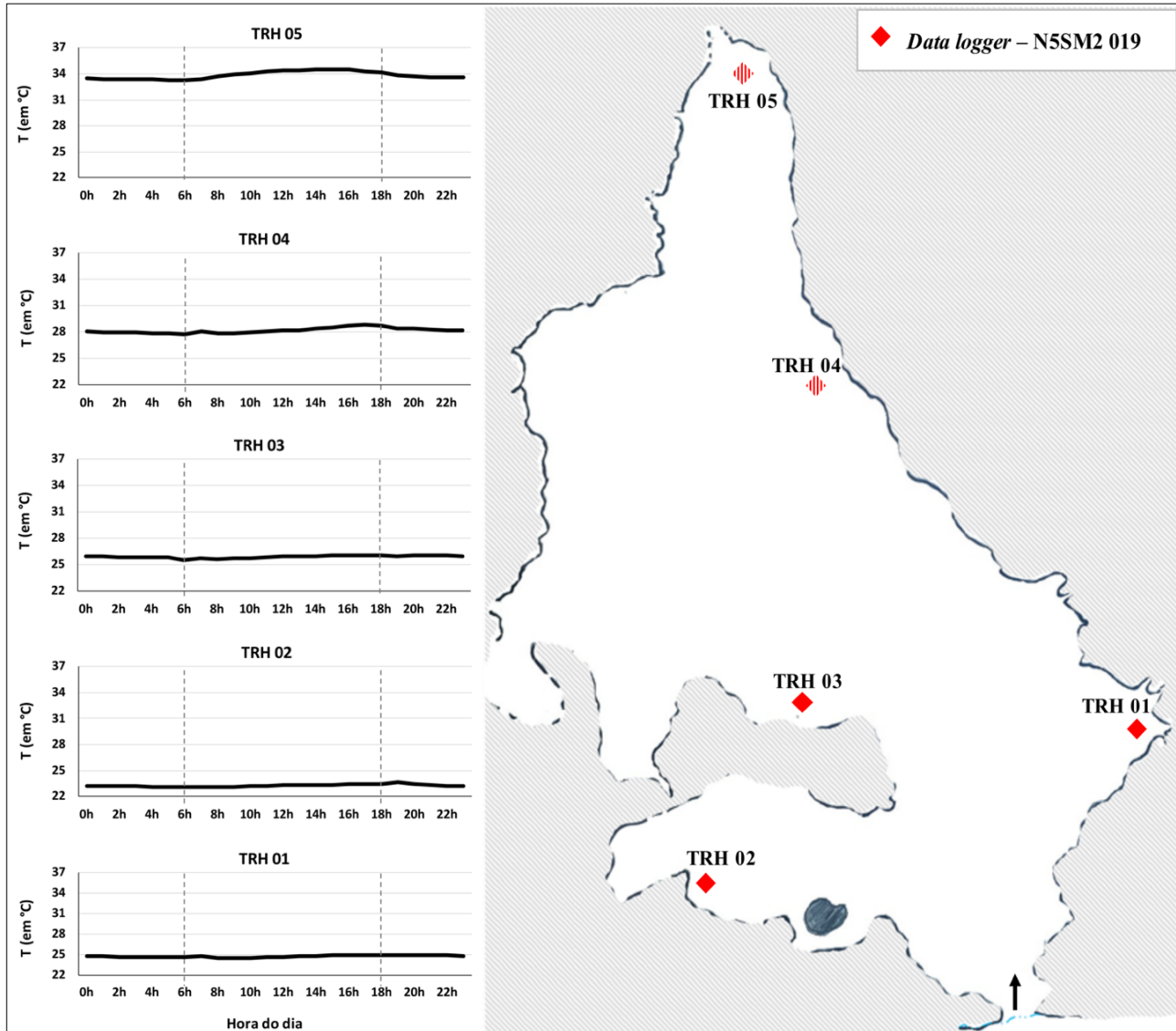


Figura 5. Esboço da caverna N5SM2 019, com indicação do posicionamento dos *data loggers* de temperatura. A seta indica a entrada da caverna. À esquerda, registro da média diária da temperatura no período de 01 a 07 de agosto de 2021. A linha tracejada indica o horário de saída e possível retorno dos morcegos ao abrigo.

Neste período, para N5SM2 019 é possível observar que a temperatura dos “*loggers*” localizados na porção mais distante da entrada da caverna (TRH 03, TRH 04 e TRH 05) cai após a saída dos morcegos (Figura 5). Um aumento da temperatura destes “*loggers*” é observado novamente próximo às 06:00h da manhã seguinte, período quando os morcegos já haviam retornado ao abrigo. Padrão similar é observado nos “*loggers*” de N5SM2 099 (Figura 6). Essas alterações confirmam que as temperaturas das cavernas experimentam variações circadianas associadas à movimentação diária de saída dos morcegos para forrageio no final do entardecer, e retorno no final da madrugada.

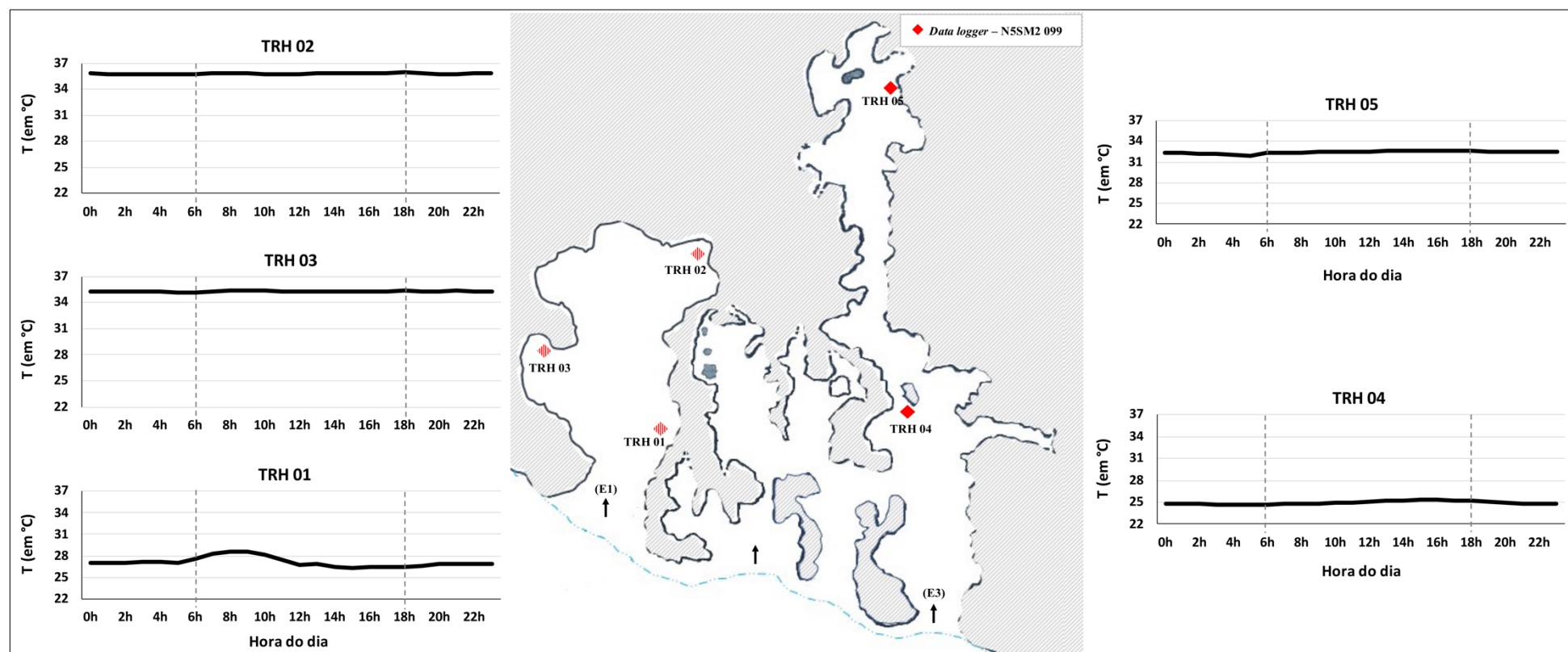






Figura 6. Esboço da caverna N5SM2 099, com indicação do posicionamento dos *data loggers* de temperatura. As setas indicam as entradas da caverna (centro). À esquerda, registro da média diária da temperatura no período de 01 a 07 de agosto de 2021, para a área acessada pela entrada 1. À direita, registro da média diária da temperatura no período de 01 a 07 de agosto de 2021, para a área acessada pela entrada 3. A linha tracejada indica o período de saída e de retorno dos morcegos ao abrigo.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 31/133





Uma vez constatada que a temperatura da caverna responde à presença/ausência dos morcegos, foi possível utilizar esta variável para inferir outras informações sobre a presença e localização da colônia. A análise da temperatura no mesmo período também aponta diferenças internas dentro das cavernas: as câmaras com temperaturas mais baixas estão próximas à entrada da caverna, e as mais altas na parte final da caverna (ver Figuras 7, 9, 10 e 10.1). Em N5SM2 019, quando da saída dos morcegos, por volta das 18:00h, as temperaturas das câmaras mais internas e mais quentes diminuíram, enquanto as temperaturas das câmaras mais externas aumentam, possivelmente indicando que antes dos morcegos saírem para forragear eles se concentram nas áreas próximas à entrada e, a partir daí, começam o movimento de saída do abrigo. Por outro lado, quando retornaram ao abrigo há um aumento de temperatura em todas as áreas da caverna, porém maior junto ao *data logger* TRH 05, indicando que esta é a câmara com a maior densidade de indivíduos.

Já N5SM2 099 apresenta entradas diferentes e que não se conectam diretamente e se comportam como ambientes distintos, com distintas temperaturas (Figura 6). Nesse sentido, foram consideradas as temperaturas para a área acessada pela entrada 1 (E1) e a área acessada pela entrada 3 (E3) – ambas as áreas com predominância de grandes colônias de morcego da família Mormoopidae (Figura 6). Nesta caverna, também houve temperaturas mais baixas próximo às entradas e temperaturas mais altas nas áreas mais internas da caverna. Porém, a área da entrada 1 é mais quente que a entrada 3. Na área acessada pela entrada 1 detectamos uma diminuição da temperatura nos *data loggers* TRH 02 e TRH 03 após a saída dos morcegos dos abrigos, e um ligeiro aumento na temperatura da área onde se encontrava o *data logger* TRH 01. O mesmo comportamento se repetiu nas temperaturas registradas na área acessada pela entrada 3 (Figura 6).

Nesse sentido, verificamos que é possível detectar variações na temperatura quando os morcegos estão presentes e ausentes nesses abrigos, reforçando a utilização da temperatura dessas cavernas como um *proxy* para entender os padrões de atividade dos morcegos.

4.3.2 Tendência na flutuação da população residente de morcegos dessas bat caves através do registro da temperatura

4.3.2.1 Diferenças de temperatura intra- e inter-cavernas e características físicas preferidas pelos morcegos

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 32/133

Comparamos as temperaturas entre e dentre as cavernas. Para essa análise, extraímos a média diária da temperatura para ambas, e analisamos as temperaturas mensalmente (Figura 7; Tabela 5). De maneira geral, os dados de temperatura foram diferentes para as cavernas. N5SM2 019 apresentou registros de temperatura máxima de 36,89°C, mínima de 22,78°C, média de 27,53°C, com amplitude de 14,11°C (Figura 7; Tabela 5). Para a porção 1 de N5SM2 099 (“loggers” TH01, TH02 e TH03), a temperatura máxima foi de 39,77°C, a mínima de 25,52°C, média de 34,12°C, e amplitude de 14,25°C. Para a porção 3 (“loggers” TH04 e TH05), a máxima registrada foi de 36,82°C, mínima de 23,77°C, média de 29,52°C e amplitude de 13,05°C. Quando todos os “loggers” de N5SM2 099 são considerados juntos, esta teve temperatura média de 32,28°C e amplitude de 16,00°C, indicando que esta caverna é mais quente e experimenta maior variação na temperatura em comparação com N5SM2 019 (Figura 7; Tabela 5). Um detalhamento mês a mês também pode ser encontrado no Material Suplementar 1 (MS 1).

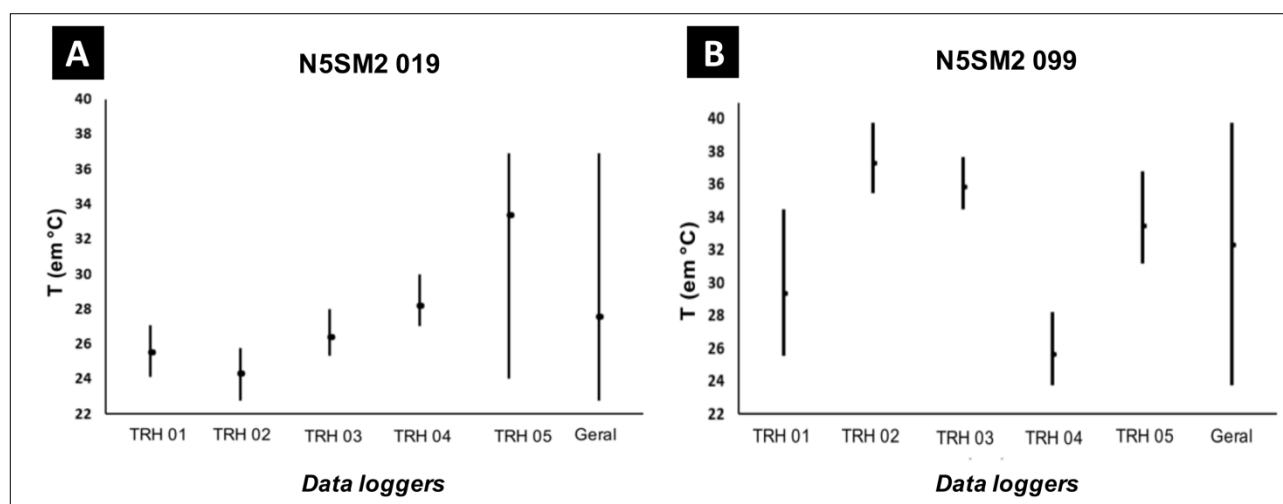


Figura 7. Temperaturas mínimas, médias e máximas registradas por diferentes *data loggers* (TRH1 a TRH5) nas cavernas N5SM2 019 (A) e N5SM2 099 (B), na região de Carajás, Pará, Brasil, entre julho de 2021 e junho de 2022.









		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	
			PÁGINA 33/133





Tabela 5. Caracterização térmica mensal das cavernas. TRH = temperatura HOBO®, $T_{méd}$ = temperatura média, SD = desvio padrão, $T_{máx}$ = temperatura máxima e $T_{mín}$ = temperatura mínima. Células vazias indicam períodos com falta de registro devido à falha nos equipamentos. (*) = Meses onde foram realizados o *download* dos dados registrados pelos *data loggers*.

Monitoramento da temperatura na cavidade N5SM2 019																				
	TRH 01				TRH 02				TRH 03				TRH 04				TRH 05			
	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$
Julho/2021	24,86	0,17	25,22	24,28	23,46	0,18	24,06	23,08	25,96	0,13	26,47	25,35	27,95	0,28	29,21	27,15	33,07	0,50	34,62	32,34
Agosto/2021	24,88	0,22	25,44	24,11	23,53	0,33	24,54	22,78	26,04	0,17	26,51	25,44	28,27	0,33	29,47	27,15	34,11	0,53	35,52	32,94
Setembro/2021	25,27	0,20	25,78	24,71	24,18	0,23	25,27	23,64	26,16	0,16	26,72	25,65	27,94	0,30	28,83	27,02	33,97	0,46	35,22	33,12
Outubro/2021 (*)	25,69	0,11	26,08	25,27	24,72	0,25	25,74	23,98	26,40	0,19	26,90	25,87	27,85	0,30	28,74	27,02	34,31	0,44	35,48	33,16
Novembro/2021	25,79	0,16	26,21	25,31	24,81	0,25	25,44	24,11	26,66	0,31	27,41	25,87	28,48	0,52	29,68	27,24	35,99	0,59	36,89	34,23
Dezembro/2021	26,34	0,25	27,07	25,78	25,11	0,35	26,17	24,41	27,13	0,33	28,01	26,25	28,34	0,44	29,98	27,50	35,63	0,47	36,81	34,62
Janeiro/2022	25,89	0,23	26,60	25,31	24,42	0,30	25,57	23,68	26,89	0,26	27,84	26,17	28,65	0,37	29,68	27,67	34,40	0,39	35,52	33,46
Fevereiro/2022	25,61	0,14	26,21	25,18	24,20	0,20	25,05	23,64	26,45	0,13	26,90	25,99	28,09	1,45	28,95	27,50	33,38	2,53	34,83	32,30
Março/2022	25,60	0,12	26,08	25,18	24,27	0,19	25,05	23,76	26,40	0,11	26,81	25,99	27,78	0,21	28,70	27,20	32,26	0,39	33,50	31,61
Abril/2022 (*)	25,54	0,10	25,82	25,14					26,32	0,11	26,72	25,95					30,81	1,17	31,96	24,02
Mai/2022	25,36	0,24	25,87	24,58					26,19	0,18	26,68	25,65					30,92	0,15	31,36	30,46
Junho/2022 (*)	25,19	0,12	25,48	24,75					26,02	0,11	26,55	25,57					31,14	0,35	32,30	30,63
Monitoramento da temperatura na cavidade N5SM2 099																				
	TRH 01				TRH 02				TRH 03				TRH 04				TRH 05			
	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$	$T_{méd}$	SD	$T_{máx}$	$T_{mín}$
Julho/2021	27,20	0,68	29,17	25,61	36,03	0,18	36,55	35,65	35,55	0,22	36,04	35,04	24,97	0,25	25,74	24,45	32,33	0,22	32,82	31,61
Agosto/2021	27,36	0,74	29,30	25,52	35,76	0,11	36,16	35,48	35,22	0,15	35,72	34,46	25,34	0,41	26,32	24,40	32,42	0,36	33,31	31,52
Setembro/2021	28,43	0,86	31,06	26,64	36,25	0,20	36,98	35,78	35,82	0,23	36,57	35,07	25,73	0,27	26,51	24,92	32,51	0,91	34,64	31,22
Outubro/2021 (*)	29,28	1,10	32,34	27,02	37,04	0,42	36,33	38,18	36,59	0,44	37,65	35,43	25,94	0,30	26,83	25,12	34,26	0,50	35,26	33,35
Novembro/2021	29,62	0,82	31,96	27,15	38,92	0,35	39,47	37,84					26,38	0,40	27,63	25,30	35,39	0,37	36,23	34,38
Dezembro/2021	30,90	1,58	34,49	27,50	39,44	0,10	39,77	39,08					26,81	0,47	28,20	25,72	35,48	0,74	36,82	34,15
Janeiro/2022	31,80	1,21	34,45	28,27					25,97	0,47	27,34	24,75	34,68	0,40	35,64	33,71				
Fevereiro/2022	30,19	1,18	33,46	27,93					25,76	0,38	26,83	24,63	34,07	0,37	35,04	33,09				
Março/2022	29,47	0,97	32,30	27,32					25,35	0,28	26,40	24,61	33,59	0,33	34,51	32,77				
Abril/2022 (*)	29,11	1,04	30,67	27,32					25,27	0,22	26,25	24,54	32,73	0,61	34,07	31,81				
Mai/2022									25,06	0,36	25,89	23,77	31,84	0,49	33,55	31,18				
Junho/2022 (*)									24,81	0,20	25,40	24,19	31,91	0,43	33,13	31,30				

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 34/133

Entretanto, a análise de cada *data logger* de cada caverna individualmente entre julho de 2021 e junho de 2022 aponta também diferenças significantes entre as temperaturas das diferentes câmaras de uma mesma caverna. Em N5SM2 019, o “*logger*” TRH 02 registrou a menor média de temperatura (24,3°C; intervalo 22,78°C a 25,74°C), com temperatura variando 0,98°C, em julho/2021, e 1,89°C em janeiro/2022. O “*logger*” TRH 05 teve a maior média (33,33°C, intervalo 24,02°C a 36,89°C), variando 0,90°C, em maio/2022, e 2,66°C, em novembro/2021 (ver Figuras 7 e 9; Tabela 5). Em N5SM2 099, o “*logger*” TRH 04 teve a menor média (25,62°C, intervalo 23,77°C a 28,20°C), variando 1,21°C, em junho/2022, e 2,59°C, em janeiro/2022. Nesta caverna, a maior média foi registrada pelo “*logger*” TRH 02 (37,24°C, intervalo de 35,48°C a 39,77°C), variando 0,68°C, em agosto/2021, e 1,85°C, em outubro/2021 (ver Figuras 7, 10 e 10.1; Tabela 5).

As diferenças nas temperaturas das câmaras podem ser melhor entendidas quando analisadas em conjunto com informação sobre a presença e composição de espécies nestes espaços. Ao contrário de N5SM2 019, onde quatro espécies de *Pteronotus* coabitavam o mesmo espaço (entre os *loggers* TRH 03 e TRH 05), com predominância de *P. rubiginosus*/*P. alitonus* (Anexo A), em N5SM2 0099 havia uma segregação de espécies. Na área acessada pela entrada 1, havia *P. personatus* e *P. gymnonotus* ocupando as câmaras mais internas, com predominância de *P. personatus*, e *P. rubiginosus*/*P. alitonus* mais próximo da entrada, porém em menor abundância. Na área acessada pela entrada 3 havia *P. rubiginosus*/*P. alitonus* e *P. gymnonotus*, com predominância do primeiro em toda a sua extensão. Na área acessada pela entrada central (E2) - a menor área da caverna – concentraram-se as outras cinco espécies que foram observadas utilizando essa caverna (*Carollia perspicillata*, *Glossophaga soricina*, *Lampronnycteris brachyotis*, *Phyllostomus hastatus* e *Trachops cirrhosus*), em colônias bem menores (Anexo B). Para ambas as cavernas, temperaturas mais elevadas sempre estiveram associadas às porções com a presença de colônias mais numerosas. Nessas mesmas câmaras (câmaras mais internas de ambas as cavernas – N5SM2 019 e nas áreas 1 e 3, da caverna N5SM2 099), no mês de outubro de 2021 observamos colônias maternidade para todas as espécies do gênero *Pteronotus* (e.g. Figura 8). Portanto, é plausível afirmar que o aumento da temperatura entre setembro e janeiro coincide com o período reprodutivo de *Pteronotus*, e pode indicar aumento do número de morcegos nas cavernas neste intervalo.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública		PÁGINA 35/133
		01/2020		
REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio				

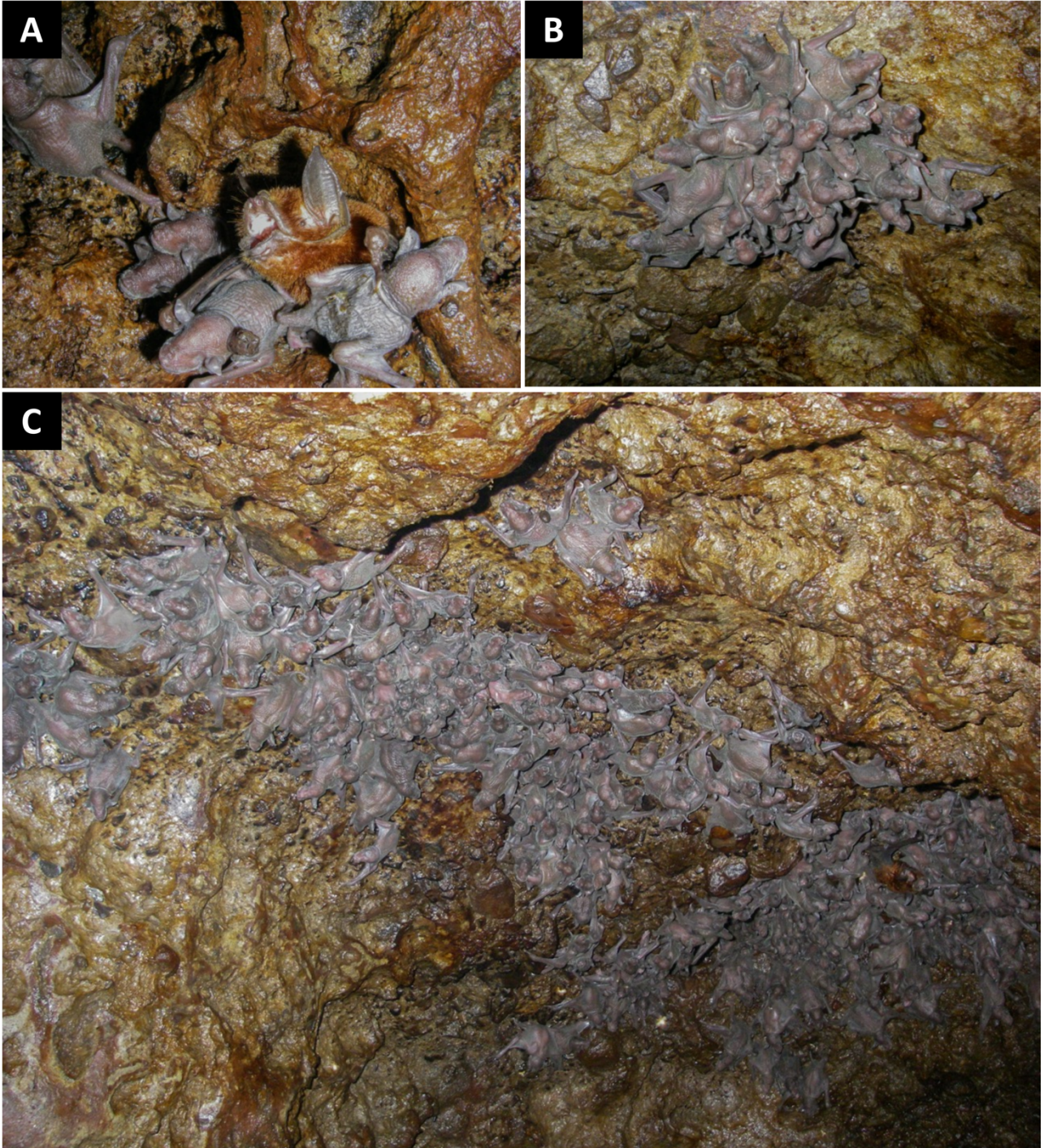






Figura 8. Colônia maternidade de morcegos da espécie *Pteronotus rubiginosus*/*P. alitonus*, na caverna GEM 1472, na Serra da Bocaina, situada nas adjacências da FLONA de Carajás. Esta *bat cave* possui mesma litologia e características semelhantes às *bat caves* estudadas nesse projeto. A) Indivíduo adulto de *Pteronotus rubiginosus*/*P. alitonus* (ao centro) cercado por indivíduos juvenis da mesma espécie. B) Colônia pequena de indivíduos juvenis de *Pteronotus rubiginosus*/*P. alitonus*. C) Colônia maior de indivíduos juvenis de *Pteronotus rubiginosus*/*P. alitonus*. **Fotos.** Daniele Pedrosa de Oliveira, 2017.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 36/133

4.3.2.2 Mobilidade e variações sazonais das colônias inferidas pela temperatura

Uma vez detectadas que variações diárias na temperatura das cavernas estão associadas aos ritmos circadianos de presença ou ausência dos morcegos, agrupamos toda a série de registro de temperatura das cavernas em busca de oscilações que pudessem indicar movimentos específicos de saída do abrigo ou variações sazonais. Foram detectadas oscilações abruptas na temperatura em alguns meses em N5SM2 019 (dezembro/2021 e maio/2022; Figura 9) e N5SM2 099 (agosto, setembro e dezembro/2021, e maio/2022; Figuras 10 e 10.1, respectivamente), e estes períodos foram analisados em detalhe, com um recorte de dois dias antes e dois dias após às oscilações destacadas (Figuras 11, 12 e 13). Estas oscilações apontam para variações no tamanho ou localização das populações dentro das cavernas, algumas em intervalos de 6 a 7 dias, outras em 24 a 48 horas (Figuras 11, 12 e 13).

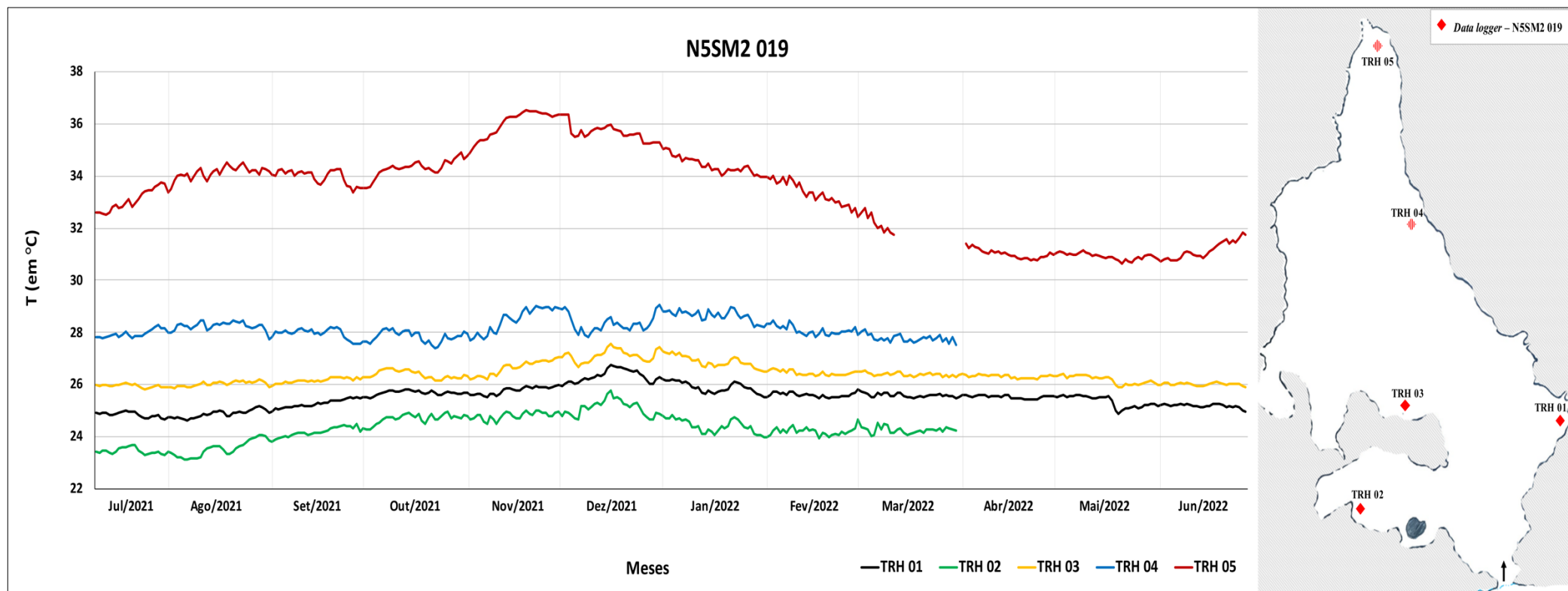


Figura 9. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no período de julho de 2021 a junho de 2022.

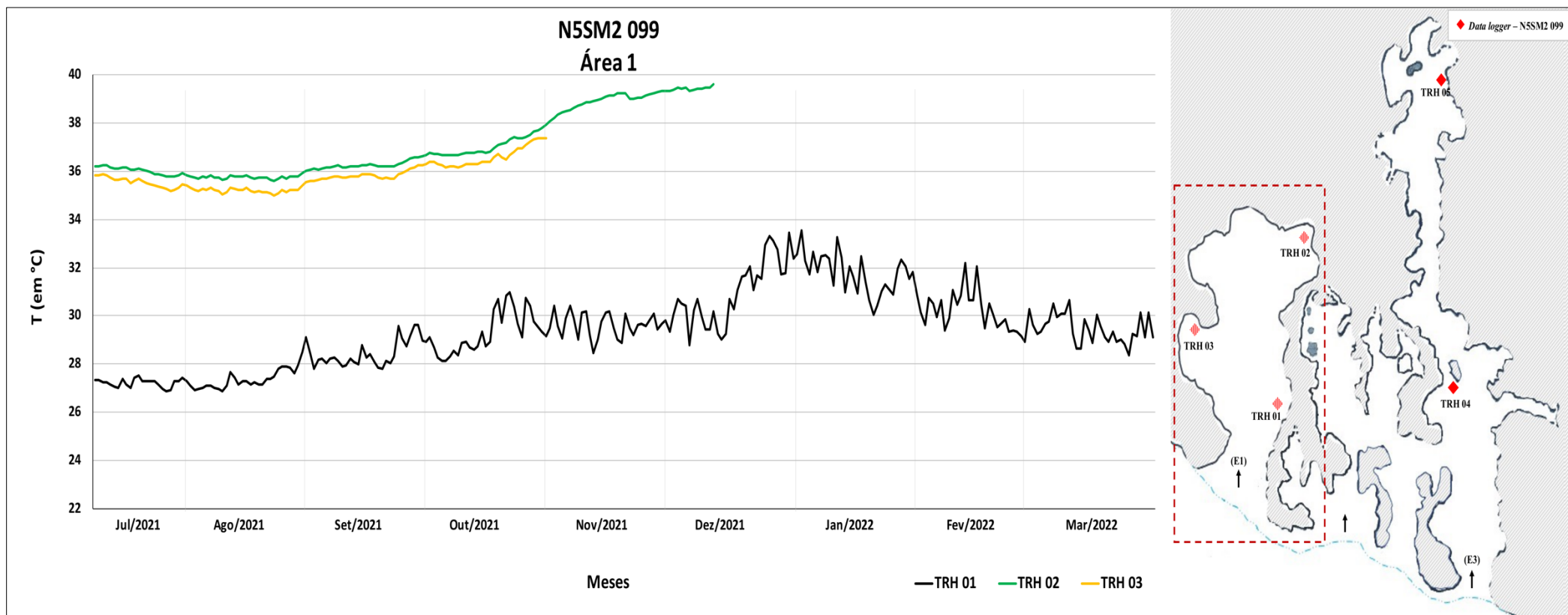


Figura 10. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no período de julho de 2021 a março de 2022. Após o mês de outubro de 2021 e março de 2022 não têm registros de temperatura para os *data loggers* TRH 03 e TRH 02, respectivamente.

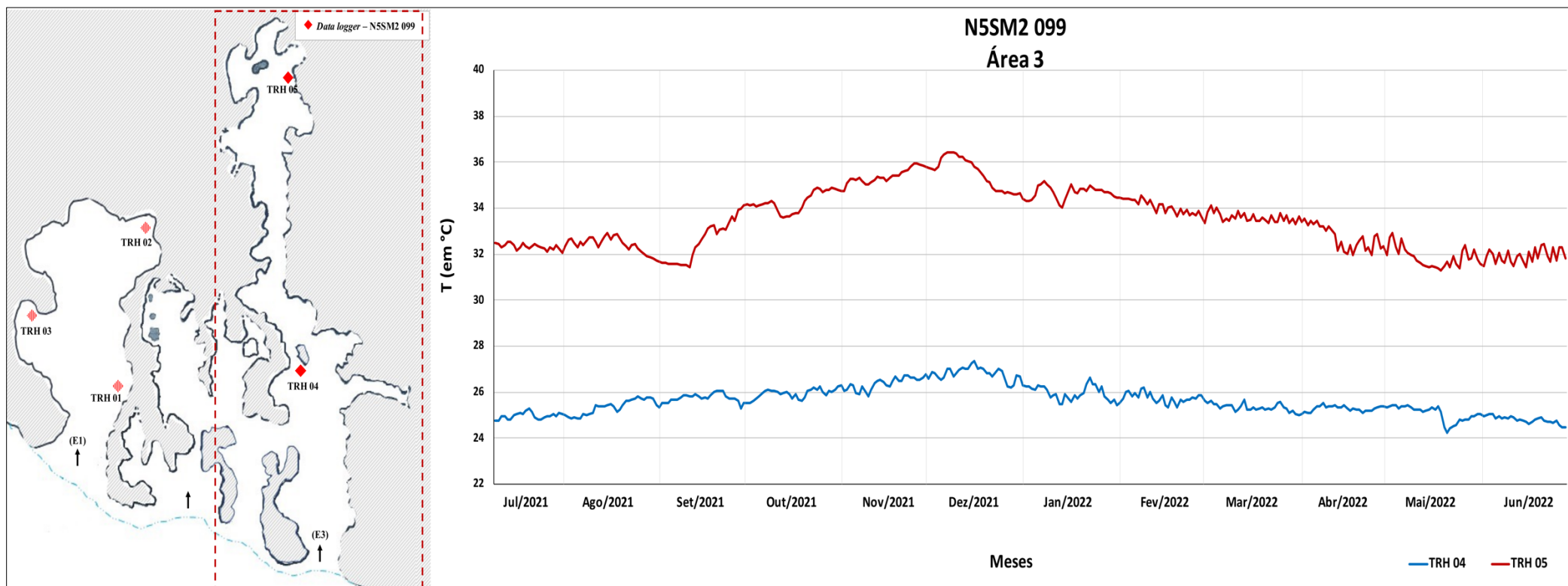






Figura 10.1. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no período de julho de 2021 a julho de 2022.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 40/133

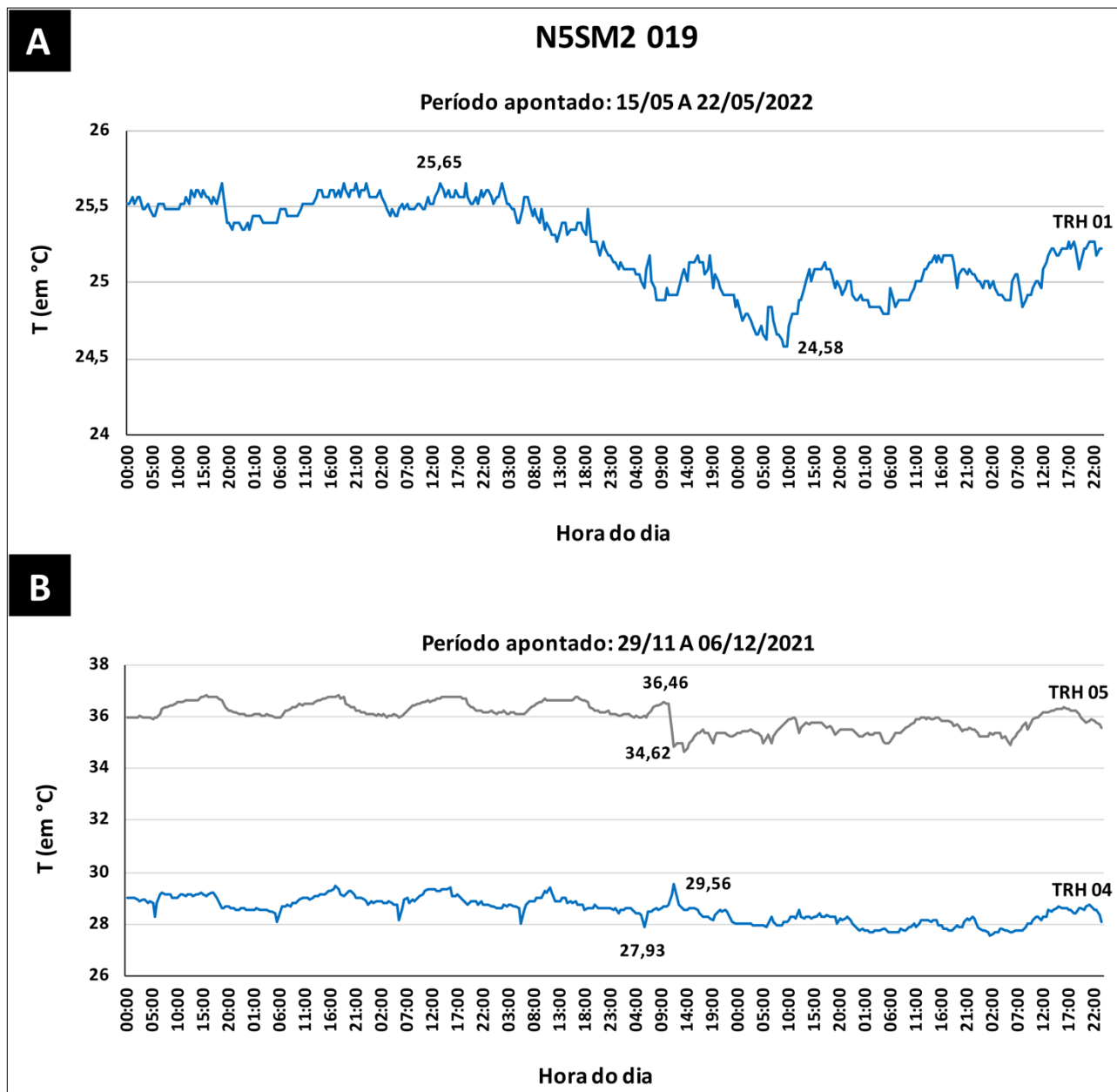


Figura 11. Variação de cerca de 1°C entre 15 de maio a 22 de maio de 2022 registrada pelo *data logger* TRH 01 (A), e de cerca de 2°C entre 29 de novembro e 06 de dezembro de 2021 nos *data loggers* TRH 04 e TRH 05 (B), todos na caverna N5SM2 019.

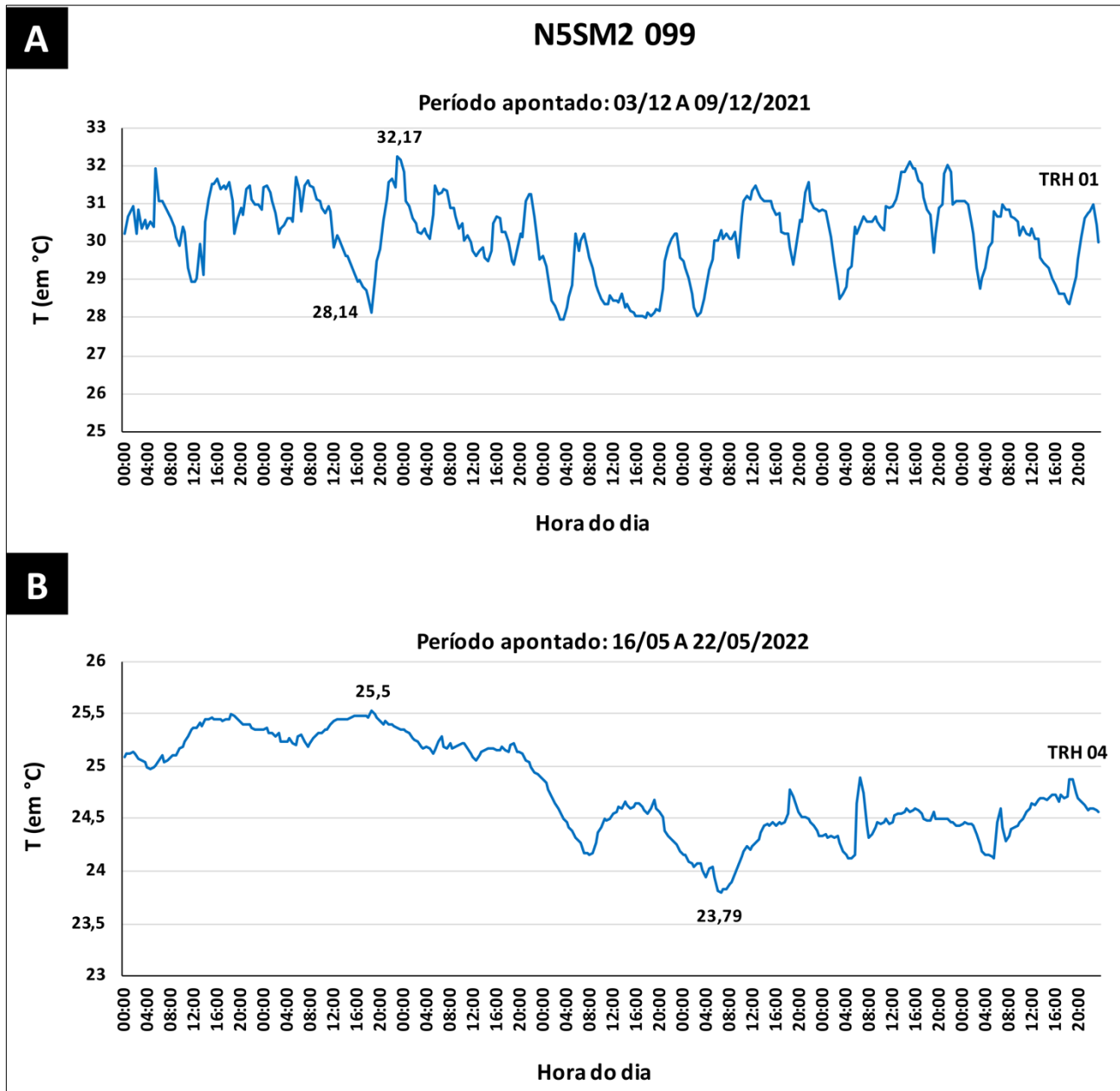


Figura 12. Variação de cerca 4°C na temperatura registrada pelo data logger TRH 01, entre 03 de dezembro a 09 de dezembro de 2021 (A), e de cerca de 2°C no data logger TRH 04, entre 16 de maio a 22 de maio de 2022 (B), ambos instalados na caverna N5SM2 099.

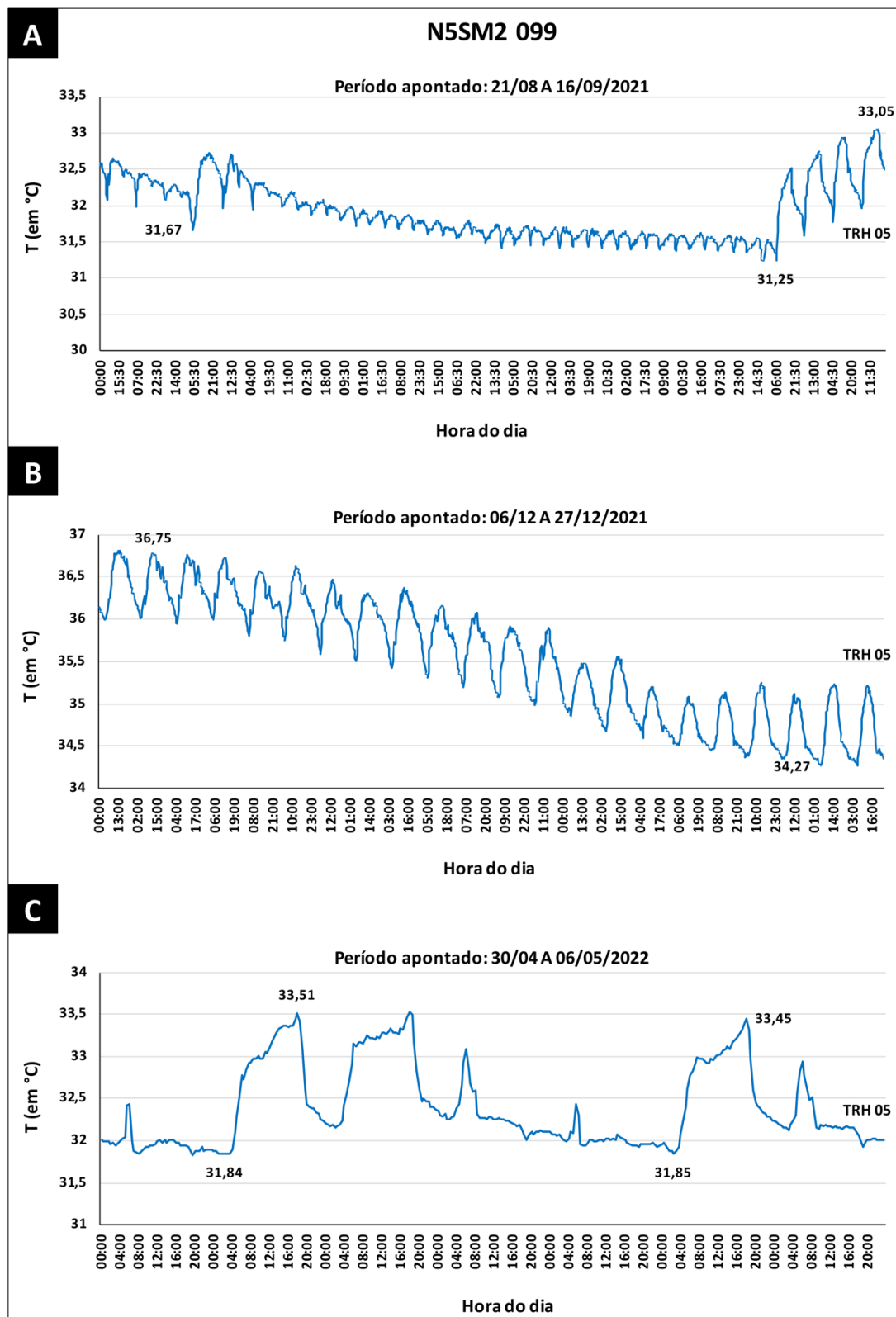






Figura 13. Variação de cerca de 2°C na temperatura registrada entre 21 de agosto a 16 de setembro de 2021 (A), de cerca de 2,5°C entre 06 de dezembro a 27 de dezembro de 2021 (B), e de cerca de 2°C entre 30 de abril a 06 de maio de 2022 (C), todas registradas pelo *data logger* TRH 05, instalado na caverna N5SM2 099.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 43/133

4.3.2.3 *Variações anuais e períodos reprodutivos inferidos pela temperatura*

A existência de dados coletados em três anos permitiu a comparação da temperatura para um mesmo período (abril a setembro) entre diferentes anos (Figuras 14, 15 e 15.1) e foi constatado um padrão semelhante na temperatura entre os anos, que aponta para os períodos reprodutivos nessas cavernas (veja o tópico *Diferenças de temperatura intra- e inter-cavernas e características físicas preferidas pelos morcegos*). Para excluir a possibilidade de influência externa nas flutuações observadas dentro das cavernas, as temperaturas internas e externas foram então comparadas em períodos iguais (dezembro de 2021 a março de 2022; Figuras 16, 17 e 17.1). Os dados de temperatura externa da caverna mais próxima N5SM2 057 – distante quase 1 km das nossas *bat caves* – foram disponibilizados pela empresa de consultoria ATIVO AMBIENTAL LTDA., em concordância com a VALE S.A. Essa caverna apresenta vegetação do entorno e incidência solar semelhantes às das *bat caves* analisadas. As comparações apontam que, enquanto as temperaturas mais próximas às entradas das cavernas apresentam alguma influência da temperatura externa, as temperaturas das câmaras mais profundas são descoladas das temperaturas externas, confirmando que estas câmaras mais quentes são, de fato, muito mais influenciadas pela presença/ausência dos morcegos.

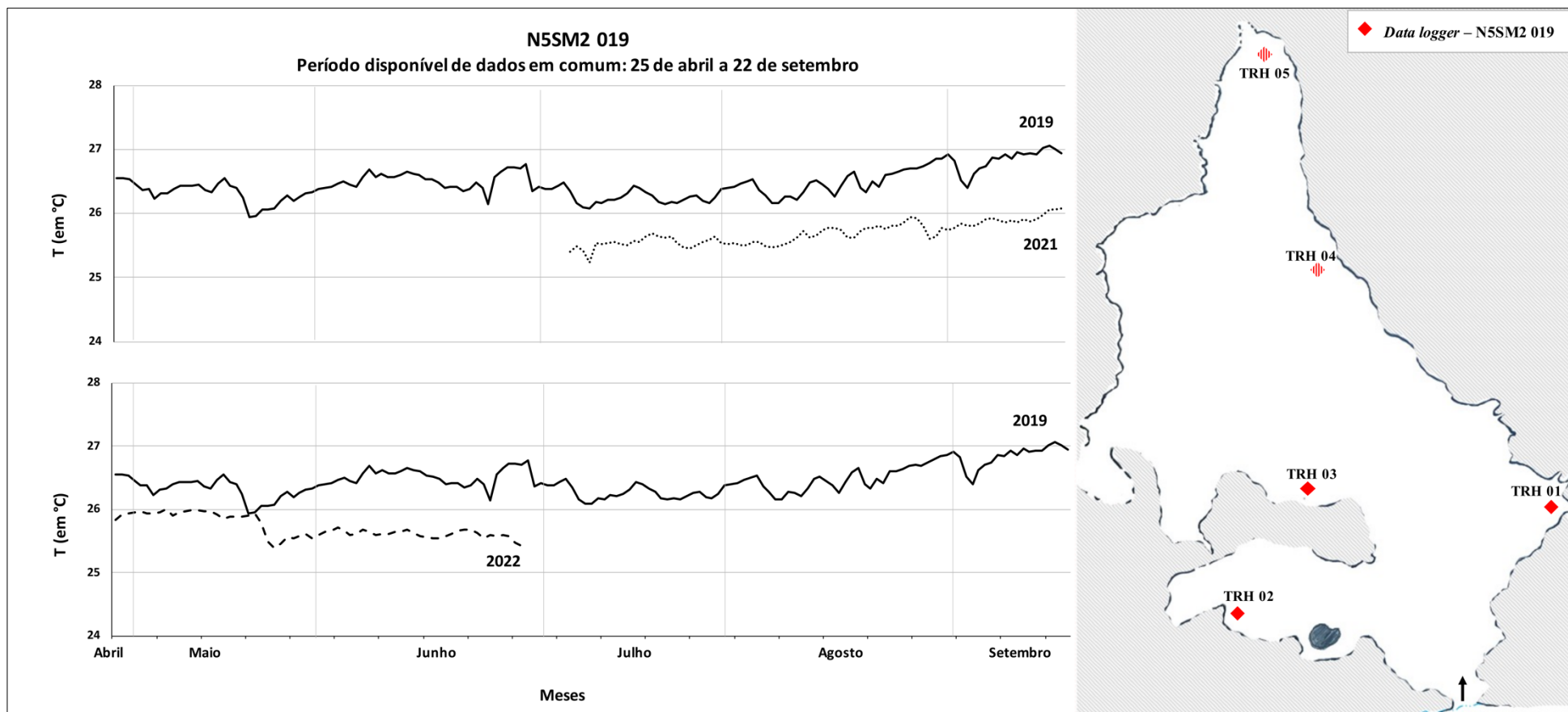


Figura 14. Comparação da temperatura interna da *bat cave* N5SM2 019 (dados para 2019, 2021 e 2022), entre os meses de abril e setembro. À direita, um esboço da referida caverna.

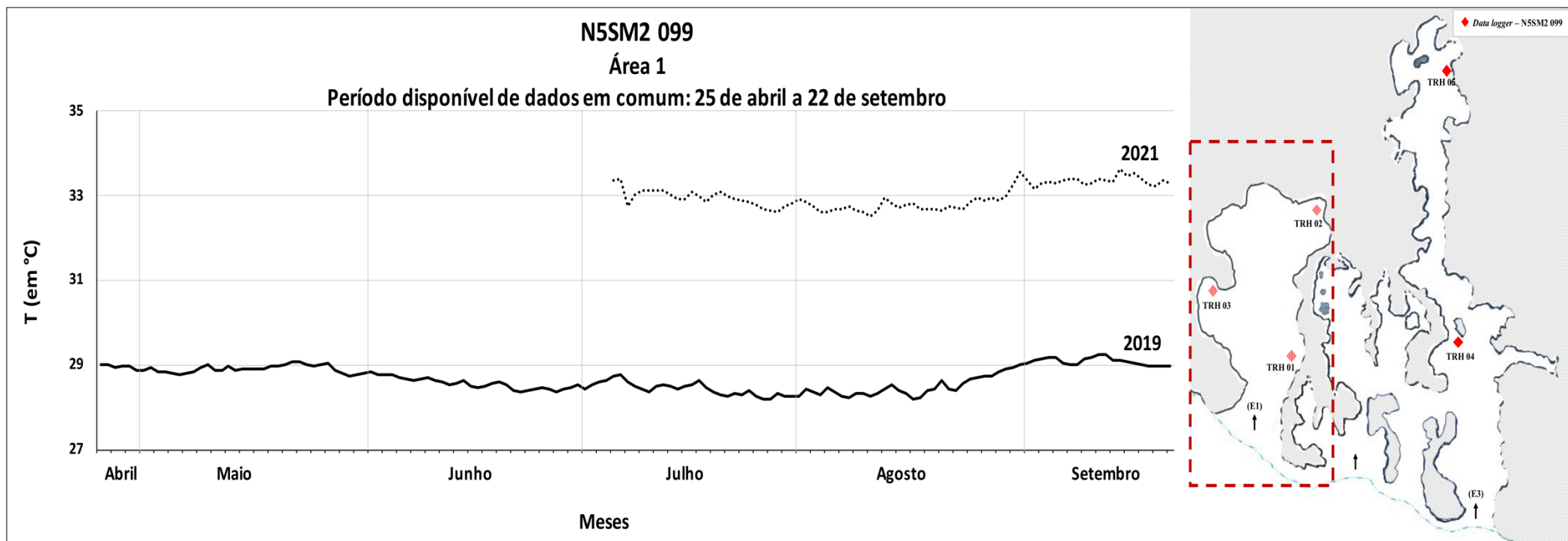


Figura 15. Comparação da temperatura interna da *bat cave* N5SM2 099 – área acessada pela entrada 1 (dados para 2019 e 2021), entre os meses de abril e setembro. À direita, um esboço da referida caverna e a linha tracejada indica a área da caverna a que o mapa térmico se refere.

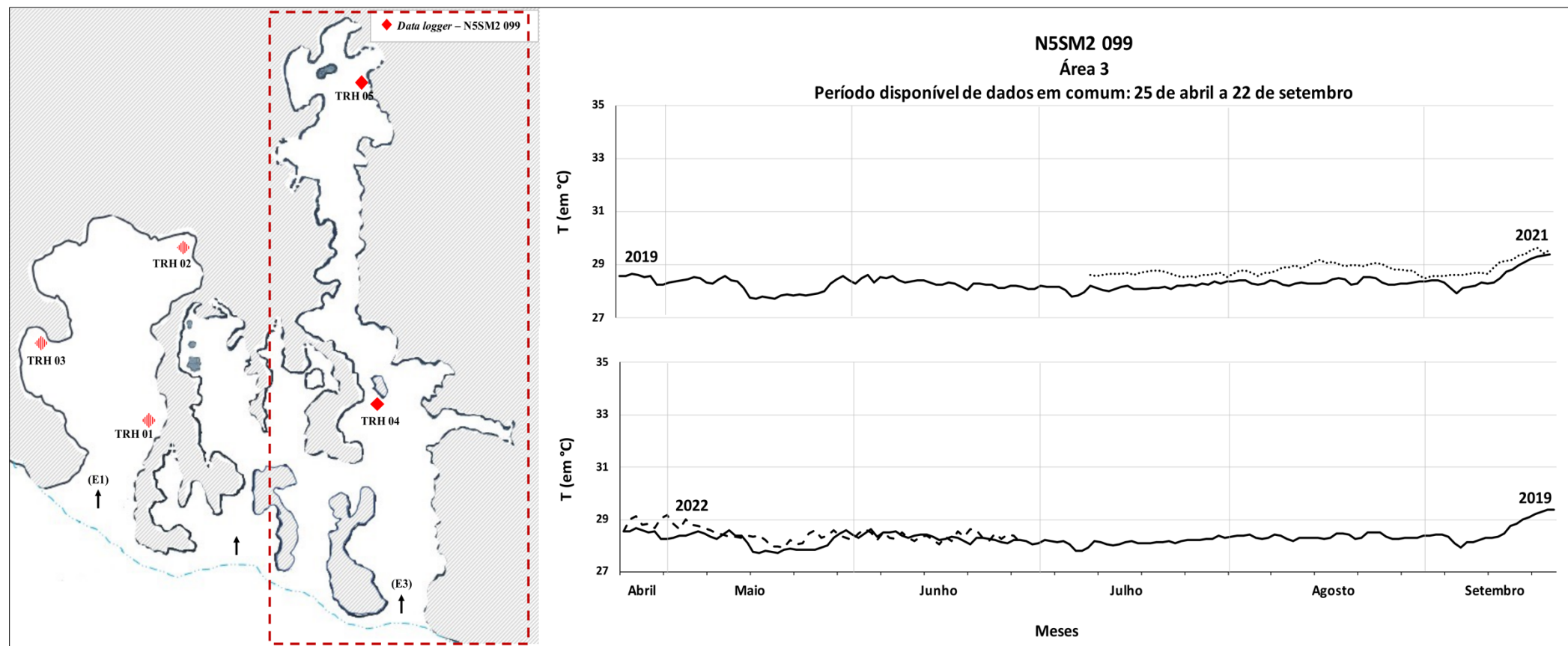


Figura 15.1. Comparação da temperatura interna da *bat cave* N5SM2 099 – área acessada pela entrada 3 (dados para 2019, 2021 e 2022), entre os meses de abril e setembro. À esquerda, um esboço da referida caverna e a linha tracejada indica a área da caverna a que o mapa térmico se refere.

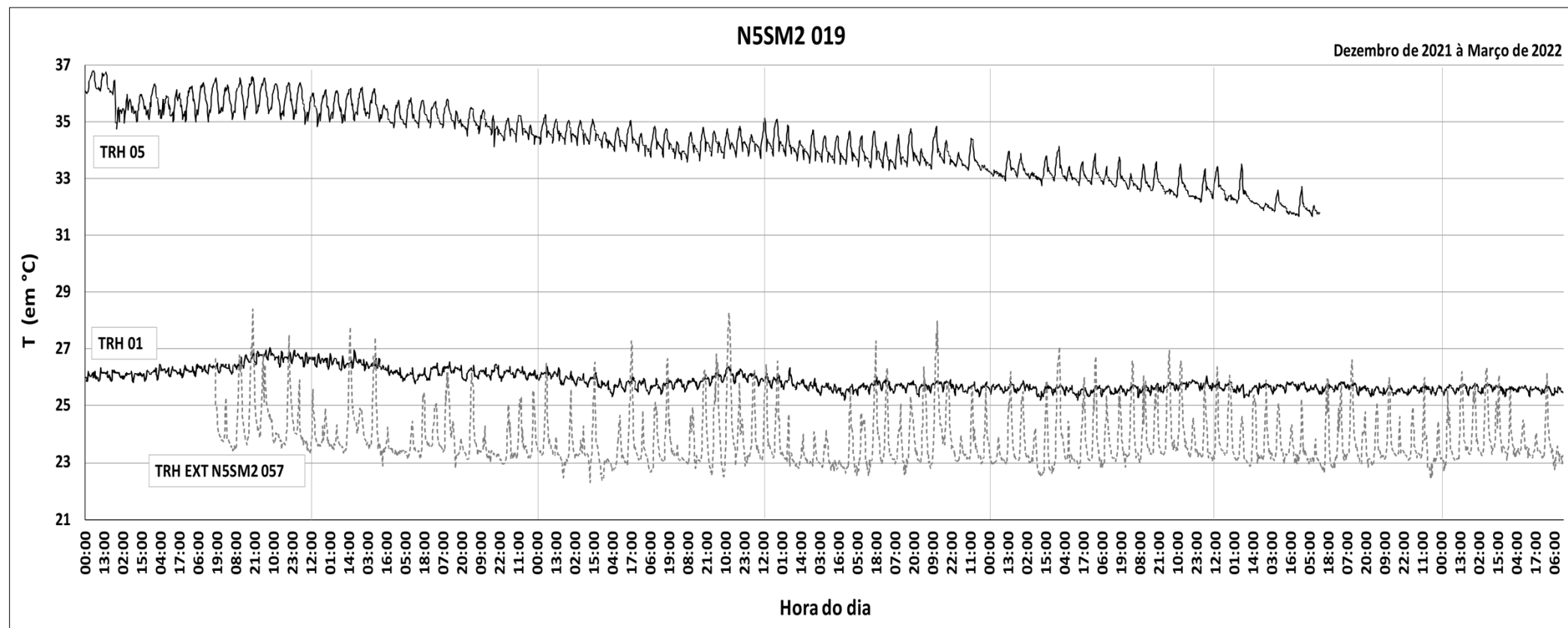






Figura 16. Temperatura média registrada pelos *data loggers* TRH 01 (próximo à entrada) e TRH 05 (mais interno) na caverna N5SM2 019, e a temperatura média externa (TRH EXT, obtido junto à caverna N5SM2 057), no período de dezembro de 2021 à março de 2022. As linhas verticais indicam os períodos de temperaturas mais elevadas e mais baixas do dia (12:00 e 00:00).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública 01/2020		PÁGINA 48/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

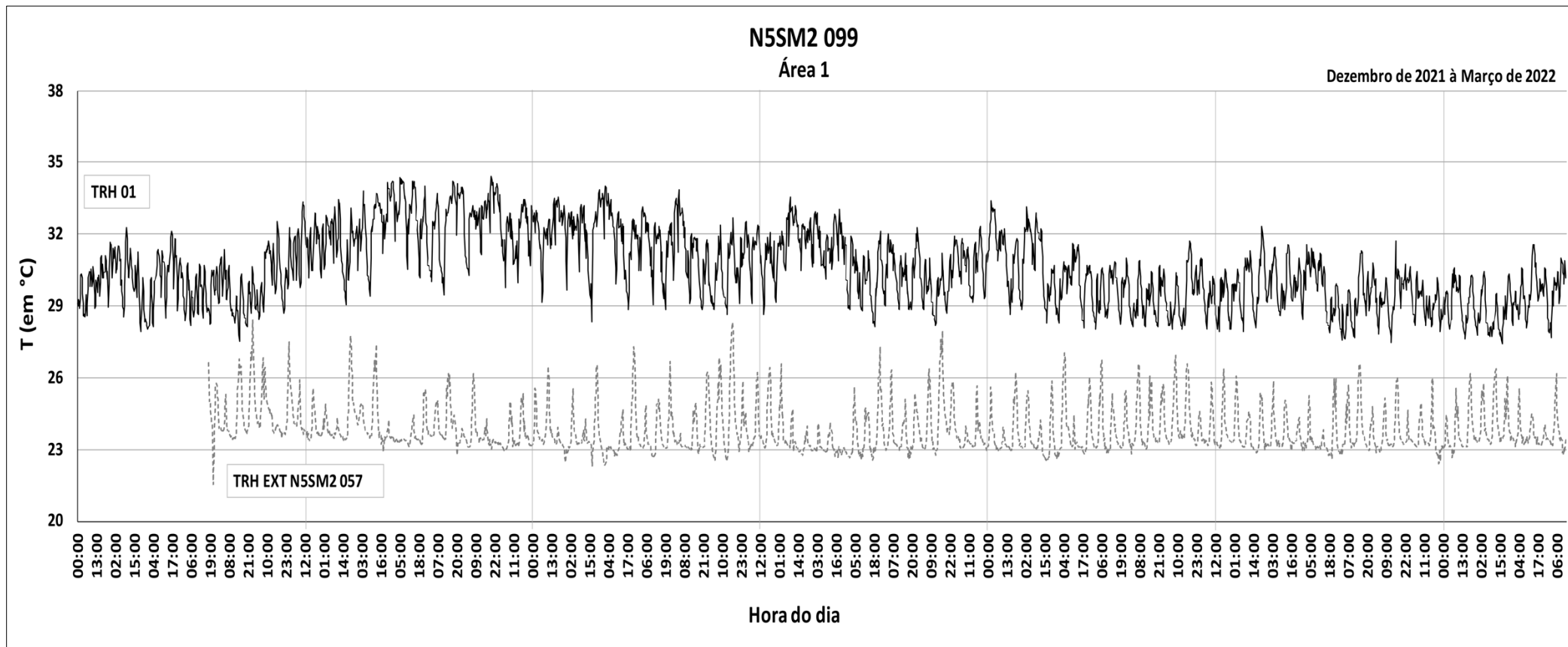


Figura 17. Temperatura média registrada pelo *data logger* TRH 01, instalado na área acessada pela entrada 1 da *bat cave* N5SM2 099, e a temperatura média externa (TRH EXT, obtido junto à caverna N5SM2 057), no período de dezembro de 2021 à março de 2022. As linhas verticais iniciam os períodos de temperaturas mais elevadas e mais baixas do dia (12:00 e 00:00).

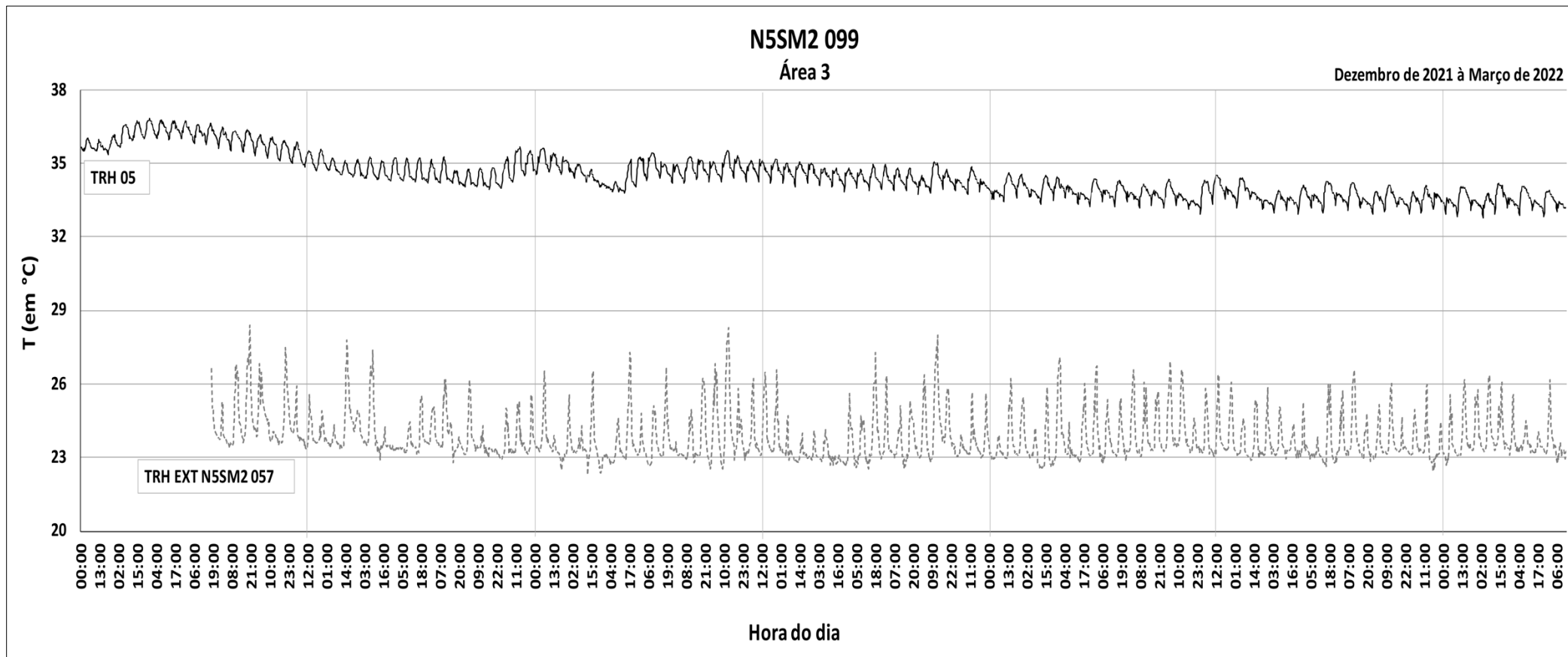










Figura 17.1. Temperatura média registrada pelo *data logger* TRH 05, instalado na área acessada pela entrada 3 da *bat cave* N5SM2 099, e a temperatura média externa (TRH EXT, obtido junto à caverna N5SM2 057), no período de dezembro de 2021 à março de 2022. As linhas verticais iniciam os períodos de temperaturas mais elevadas e mais baixas do dia (12:00 e 00:00).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 50/133

4.3.3 Mapeamento tridimensional das áreas preferidas pelos morcegos

Essa etapa não pode ser concluída durante a realização desse projeto. Como mencionado anteriormente, esse resultado foi proposto em colaboração com o projeto “Modelagem 3D de cavidades naturais subterrâneas”, submetido ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) e contemplado por meio do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica nº 2/2020/ICMBio. Embora a captura das imagens tenha sido realizada durante as incursões nessas cavernas, o processamento dessas imagens apresentou problemas e não resultou em um mapa tridimensional. Entretanto, mesmo as imagens tridimensionais não tendo sido geradas, utilizamos câmeras convencionais para tentar reproduzir esse ambiente das *bat caves*, que são bastante inóspitos e difíceis de contextualizar em imagens. Essas imagens podem ser acessadas no Material Suplementar 3 desse relatório e nos vídeos produzidos (Material Complementar – anexo separado).





Contudo, o projeto de Modelagem 3D de cavidades naturais subterrâneas, continua em andamento e buscando por novas metodologias e aplicações. E caso o problema com as capturas das nossas imagens seja solucionado, as imagens geradas serão posteriormente encaminhadas ao IABS. Enquanto isso, disponibilizamos aqui imagens convencionais para visualização mínima do local.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 51/133

5. DISCUSSÃO

O monitoramento térmico contínuo e de longo prazo em duas cavernas (N5SM2 019 e N5SM2 099) na região de Carajás, estado do Pará, na Amazônia Brasileira, apontou claramente que as temperaturas internas destas cavernas são mais elevadas que as temperaturas externas, e pouco influenciadas por estas últimas, sendo, na verdade, claramente associadas à presença de grandes colônias de morcegos dos gênero *Pteronotus*. Estas características permitem apontar que N5SM2 019 e N5SM2 099 são *bat caves/hot caves* (Ladle et al. 2012). *Bat caves* são consideradas abrigos climaticamente mais estáveis comparado ao ambiente externo, porém, destacam-se de outras cavidades exatamente por suas populações excepcionais de morcegos e elevada temperatura interna (De La Cruz, 1992; Ladle et al. 2012). Cavernas desse tipo já foram relatadas na região Neotropical, no México (Dalquest e Hall, 1949), Cuba (Tejedor et al., 2005), Venezuela (De La Cruz, 1992) e na região do Caribe (Rivera-Marchand e Rodríguez-Durán, 2001; Tejedor et al., 2005). No Brasil, há registros de *bat caves* para as regiões Norte (Piló et al., no prelo; este estudo) e Nordeste (Rocha et al., 2011; Feijó e Rocha, 2017; Vargas-Mena et al., 2018; Otálora-Ardila et al., 2019; Pimentel et al., 2022).

O monitoramento da temperatura em N5SM2 019 e N5SM2 099 mostrou-se um *proxy* útil para entender o uso desses abrigos, apontando desde padrões circadianos, até sazonais, além de períodos de maior densidade de indivíduos no interior das cavernas, e eventos de mobilidade desses animais dentro das cavernas e entre as cavernas. O monitoramento contínuo e de longo prazo realizado nessas *bat caves* possibilitou uma reconstrução mais detalhada da assinatura térmica para esses ambientes, ressaltando o caráter dinâmico e bastante peculiar destas cavernas. Apesar de estarem muito próximas uma da outra (~40 metros), estas cavernas apresentam temperaturas internas que se comportaram de forma completamente independente. As temperaturas em ambas são heterogêneas dentro e entre si, com temperaturas mais baixas próximo à entrada, com pouca influência da temperatura externa, e temperaturas mais elevadas nas partes mais internas dessas cavernas, onde estão localizadas colônias mais numerosas de morcegos. Assim, a temperatura não somente é alterada diariamente pela saída dos morcegos para o forrageio ao anoitecer e retorno próximo ao amanhecer, mas também pela quantidade de morcegos e pelas áreas de preferências deles dentro da caverna. Esse gradiente de temperatura pôde ser observado com maior nitidez em N5SM2 019. Variações na temperatura de diferentes partes das cavernas podem determinar as áreas preferidas





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 52/133

para a ocupação das espécies e de grandes colônias (Barros et al., 2020), incluindo a existência de câmaras específicas que funcionam como maternidades para os morcegos do gênero *Pteronotus*.

A quantidade de morcegos utilizando essas *bat caves* também mostrou-se heterogênea e dinâmica ao longo do tempo, variando de ~11.000 a ~16.000 em N5SM2 019, e de ~53.000 a ~88.500 em N5SM2 099. As evidências indicam que estas oscilações são associadas aos períodos reprodutivos das espécies que usam estas cavernas, e parecem se repetir anualmente (dados para 2019, 2021 e 2022), apontando para uma possível sazonalidade nessas *bat caves*. Esse aumento na assinatura térmica da caverna pode indicar períodos reprodutivos e, portanto, de maior abundância de indivíduos utilizando esses abrigos. Esses dados coincidem com períodos reprodutivos reportados na literatura para *P. gymnotus* e até *P. personatus*. Relatórios sobre o estado reprodutivo dessas espécies indicam que a estação de reprodução ocorre em diferentes épocas do ano em toda a sua faixa geográfica. Fêmeas grávidas foram capturadas durante abril e maio na Nicarágua (Jones et al., 1971), El Salvador (Hayssen et al., 1993) e México (Ibáñez et al., 2000), durante agosto no Peru (Hayssen et al., 1993), enquanto na Amazônia brasileira, eles foram observados em setembro (Pavan e Tavares, 2020). Fêmeas lactantes foram relatadas em agosto na Costa Rica e Honduras (LaVal, 1969; Hayssen et al., 1993), e colônias maternidade foram observadas em fevereiro e maio na Costa Rica (Deleva e Chaverri, 2018). No Nordeste do Brasil, fêmeas grávidas foram coletadas de setembro a dezembro, no final da estação seca e no início da estação chuvosa (Willig, 1985; Feijó e Rocha, 2017). Baseado nos dados de temperatura, estimamos que o período reprodutivo em N5SM2 019 e N5SM2 099 deve ocorrer entre setembro e janeiro, com picos populacionais entre novembro e o começo de janeiro.

5.1 Seleção de microhabitats dentro das cavernas





Morcegos cavernícolas selecionam diferentes atributos relacionados à características físicas e ambientais existentes na caverna (Arita, 1996; Brunet e Medellin, 2001). Enquanto a presença de algumas espécies é associada ao tamanho da caverna, para outras a complexidade, disponibilidade de diferentes microhabitats (como cúpulas, buracos e fraturas), ou as condições microclimáticas (temperatura, umidade ou luminosidade) são variáveis mais determinantes (Phelps et al., 2016; Vargas-Mena et al., 2020; Barros et al., 2020). Porém, para algumas espécies de morcegos a relação com o abrigo é ainda mais importante, uma vez que estas podem formar grandes colônias com dezenas

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 53/133

ou até centenas de milhares de indivíduos e dependerem da caverna para a manutenção de suas populações (Rodríguez-Durán, 2009; Wiederholt et al., 2015). Esse parece ser o caso das grandes colônias de *Pteronotus* presentes nas *bat caves* aqui estudadas. Estudos apontam que para *P. gymnonotus* e *P. personatus*, principalmente, as condições microclimáticas nas cavernas têm influência direta sobre o desenvolvimento pós-natal e o recrutamento da prole (Rocha, 2013; Pavan e Tavares, 2020).

Detectamos que em N5SM2 019 as espécies coabitavam no mesmo espaço, parecendo não haver preferência na ocupação e uso do ambiente. Porém, em N5SM2 099 houve segregação evidente entre as espécies do gênero *Pteronotus* e entre as demais espécies presentes. Barros et al. (2022) identificaram que grandes colônias de *Pteronotus* estavam relacionadas as características de estabilidade ambiental e teto, e a presença de tais colônias influenciava na variação de temperatura no interior das cavernas. Mais além, estes autores mostraram que espécies diferentes de *Pteronotus* mostraram preferência por diferentes características climáticas e de teto combinadas. Assim, diferentes microhabitats existentes em N5SM2 099 podem contribuir para a segregação de espécies de *Pteronotus* observadas, bem como para as demais espécies dessa caverna. Para *P. rubiginosus*/*P. alitonus* não foram encontradas na literatura atributos determinantes para o seu uso e ocupação em determinada área da caverna. Entretanto, de forma geral, os moormopídeos não toleram baixas temperaturas, uma vez que possuem baixas taxas de metabolismo basal (Silva-Taboada, 1979; Bonaccorso et al., 1992; Rodríguez-Dúran, 1995, 2009).

P. gymnonotus e *P. pernonatus* são espécies caracterizadas por reduzido cuidado parental. Os neonatos ficam em berçários separados de suas mães na maior parte do dia e o desenvolvimento dos pelos nesses filhotes é tardio, iniciando-se apenas na quinta semana após o nascimento (Rocha, 2013). Tais fatores podem explicar a necessidade de se abrigar em cavernas com elevada estabilidade ambiental, além de justificar a presença dessas grandes colônias nas porções mais internas, como também identificado aqui. De fato, espécies do gênero *Pteronotus* são classificadas como estritamente cavernícolas, pois são dependentes da caverna para completar seu ciclo de vida (De La Torre e Medellin, 2010; Pavan e Tavares, 2020). A seleção de abrigos específicos relacionados a padrões reprodutivos e populacionais já foram reportados também para *Pteronotus fulvus* e *P. mesoamericanus* no México (Hernández-Aguilar e Santos-Moreno, 2020).





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 54/133

5.2 Implicações das *bat caves* da FLONA de Carajás

Bat caves podem frequentemente abrigar populações com mais de 100.000 morcegos, e entender a dinâmica em cavernas com populações excepcionais em relação à abundância, bem como quais características favorecem a ocorrência de colônias com milhares de indivíduos, pode servir como um direcionamento para outros estudos referentes à identificação de áreas e cavernas prioritárias para inventários e/ou monitoramento, e ainda como base para estratégias de conservação (Phelps et al., 2016).

Apesar da alta riqueza de espécies de morcegos reportadas para a FLONA de Carajás (oito famílias, 46 gêneros e 75 espécies - Tavares et al., 2012), são insuficientes os estudos comparativos de ecologia que avaliem a distribuição dessas comunidades nos diferentes ecossistemas da FLONA de Carajás, incluindo cavernas, e mais especificamente *bat caves*. Há espécies de morcegos muito sensíveis às alterações na disponibilidade de abrigo e alimento e, por isso, esse grupo pode ser considerado um bom indicador de qualidade ambiental. No entanto, a determinação da área de vida, hábitat e da abundância desses mamíferos encontrados na FLONA são as principais lacunas que limitam o conhecimento da atuação desses animais nos processos de manutenção dos ecossistemas locais, como também limita ou mesmo induz a erros na inferência de seu grau de ameaça (Tavares, 2012; Gomes et al., 2015). A determinação dos padrões de deslocamento e das áreas de vida são importantes principalmente, para as espécies registradas em cavidades e das com potencial para usar esses ambientes (Tavares, 2012). As espécies registradas nas *bat caves* aqui estudadas cumprem esses requisitos.

As espécies de áreas onde a mineração é prevista demandam estudos mais detalhados sobre sua distribuição e abundância e de comportamento perante os impactos por vezes difusos, da mineração. São espécies reconhecidamente sob ameaça no cenário de perda do seu ecossistema (Aleixo et al., 2012; Maschio, 2012; Neckel-Oliveira et al., 2012; Tavares, 2012; Tavares et al., 2012). Tavares et al. (2012) já identificaram 75 espécies de morcegos na FLONA de Carajás, sendo que 23 dessas espécies habitavam cavernas. No Brasil, 73 das 181 espécies de morcegos conhecidas para o país usam cavernas como abrigos principais ou alternativos (Guimarães e Ferreira 2014; Oliveira et al., 2018; Torres e Bichuette, 2019; Garbino et al., 2020; Leal e Bernard, 2021). A diversidade de micro-habitats pode contribuir para aumentar a riqueza de morcegos nos abrigos (Brunet e Medellín,





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 55/133

2001; Allen et al., 2009; Luo et al., 2013; Guimarães e Ferreira, 2014; Phelps et al., 2016; Wijayanti e Maryanto, 2017; Barros et al., 2020). Nossos registros corroboram esses estudos, visto que N5SM2 099 além de apresentar maior diversidade de microhabitats, também apresentou maior riqueza de espécies em relação a N5SM2 019. Mesmo com a proximidade entre as entradas dessas cavernas (menos de 50 m), houve espécies que só foram registradas na primeira caverna.

Morcegos cavernícolas são frequentemente considerados fiéis aos seus abrigos, mas, uma colônia pode se alternar na utilização desses abrigos (Altringham, 1996). Em determinados casos, a movimentação entre abrigos pode provocar variações acentuadas no tamanho da população em diferentes períodos (Gaisler e Chytil, 2002; Silva et al., 2009; Stepanian e Wainwright, 2018). Essas flutuações acentuadas reforçam o caráter dinâmico de alguns abrigos. Durante o monitoramento aqui apresentado registramos que a abundância de morcegos variou inter- e intra-cavernas. Para N5SM2 019 e N5SM2 099 as variações na abundância estão relacionadas à presença de colônias de morcegos da família Mormoopidae. Esta família é conhecida por formarem grandes congregações (Bredt et al., 1999; Sbragia e Cardoso, 2008; Rocha et al., 2011; Tavares et al., 2012; Feijó e Rocha, 2017; Deleva e Chaverri, 2018; Vargas-Mena et al., 2018; Pimentel et al., 2022). O caráter dinâmico observado é uma clara mensagem sobre a necessidade de monitoramento contínuo e de longo prazo para o melhor entendimento destes abrigos e de suas relações ecológicas (Otálora-Ardila et al. 2019). Inventários curtos e muito esporádicos inevitavelmente levarão a conclusões equivocadas sobre abrigos como estes, com sérias implicações ecológicas, conservacionistas e de licenciamento.

Com as amostragens realizadas não foi possível inferir se esses morcegos estão transitando entre essas cavernas apenas ou se estão utilizando outros abrigos. A marcação/recaptura maciça de indivíduos é necessária para responder a este questionamento. Porém, a possibilidade de trânsito entre as cavernas é bastante plausível (vide Leal e Bernard, 2021). Na macro região de Carajás há registros de outras cavernas que se configuram como *bat caves* e que, portanto, apresentam condições adequadas para o estabelecimento dessas grandes colônias de morcegos do gênero *Pteronotus* (Piló et al., no prelo). O monitoramento destas cavernas, com a marcação de indivíduos, deve ser considerado prioritário e é altamente recomendado.

As *bat caves* desse estudo encontram-se em áreas com intensa exploração mineral, cuja expansão encontra-se bastante avançada e, portanto, requer uma atenção maior. O caráter excepcional destas cavernas lhes confere o grau de máxima relevância ecológica (Brasil, 2017), e assim elas





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 56/133

devem ser tratadas para fins de licenciamento ambiental. De maneira geral, as informações sobre as *bat caves* ainda são incipientes no Brasil, sendo fundamental o fomento de estudos sobre esses ambientes, especialmente quando elas se encontram em situações que envolvam atividades de licenciamento ambiental. Sendo assim, *bat caves* precisam de um acompanhamento diferenciado em relação ao uso e pressões que experimentam, principalmente frente às alterações e tentativas de flexibilizações que vêm ocorrendo na legislação espeleológica brasileira (vide Ferreira et al. 2022).

5.3 Capturas de imagens tridimensionais das áreas ocupadas pelos morcegos nas *bat caves* da FLONA de Carajás





Como já apontado ao longo desse relatório, realizar capturas de imagens dessas *bat caves* foi uma atividade bastante desafiadora. Esses ambientes se mostraram muito mais hostis e agressivos do que imaginávamos. Alguns fatores contribuíram para potencializar essas dificuldades: luminosidade, saturação e umidade, temperatura e geomorfologia foram os principais fatores identificados nesse projeto. Esses tipos de cavernas que se desenvolveram sob formações ferríferas bandadas, com coberturas de canga detrítica são muito escuras e absorvem grande parte da luminosidade que incide sob sua superfície. Os sensores utilizados aqui, RGB-D e Intel L515 RealSense™ Lidar Camera, não foram capazes de capturar as imagens em 3D desses ambientes, principalmente, devido à luminosidade e umidade.

Inicialmente, utilizamos o sensor RGB-D que apresentou falhas no momento das capturas. O *software* RTAB-Map – *Real -Time Appearance-Based Mapping* – utilizado junto ao sensor, sempre travava com pouca luminosidade (utilizávamos as luzes das lanternas de cabeça para a atividade), pois não era capaz de reconhecer as nuances da superfície e por isso, perdia as referências na nuvem de pontos. Para tentar contornar essa dificuldade com a luminosidade, adquirimos um refletor solar LED 100W para ser utilizado junto com as nossas iluminações habituais (lanternas). Ainda sim, não foi suficiente. Nesse intervalo, o projeto conduzido pelo VoxarLab (UFPE) no qual participamos com essa etapa do projeto em colaboração, propôs a utilização de outro sensor que estava sendo testado por eles – Intel L515 RealSense™ Lidar Camera. No entanto, mesmo a captura das imagens tendo sido realizada com esse sensor, o processamento das imagens no laboratório também apresentou problemas e não resultou em um mapa tridimensional (Teixeira et al., no prelo).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 57/133

Embora tenhamos encontrado todas essas dificuldades, tentamos ainda utilizar câmeras convencionais e *smarthphones* para capturar imagens e vídeos, com o objetivo de reproduzir esses ambientes. Mesmo com recursos mais comuns, não foi possível obter imagens satisfatórias. Nesse caso, além da luminosidade, outro fator bastante limitador, foi a umidade em excesso, que deixou grande parte das imagens e vídeos um pouco embaçados.

A topografia convencional não foi considerada para esse projeto visto o conhecimento prévio das dificuldades com a aplicação da metodologia em *bat caves*, na região de Carajás. Muitas dessas *bat caves*, são também, *hot caves*, sendo a temperatura um fator bastante limitador nesse sentido. E as *bat caves* alvo desse projeto apresentam essa característica. Isso implicaria em submeter a equipe a condições exaustivas por um tempo prolongado, já que essas *bat caves* apresentam um desenvolvimento horizontal extenso. Contudo, apenas um esboço das cavernas foi feito à mão livre durante a execução das demais atividades, mantendo assim, a integridade da equipe.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 58/133





6. PROPOSIÇÕES

Protocolo de monitoramento e licenciamento ambiental útil para o estudo de outras bat caves, baseado na temperatura

Bat caves são ambientes singulares em comparação a outros tipos de cavernas, uma vez que apresentam características físicas e fisiológicas distintas – entrada única e relativamente pequenas, baixa circulação de ar, alta densidade de morcegos (dezenas a centenas de milhares), temperatura ambiente em torno de 28-40 °C e umidade relativa acima de 90% (Silva-Taboada, 1979; De La Cruz, 1992). Normalmente, a elevada temperatura é proveniente do calor corporal irradiado das altas densidades de determinadas espécies de morcegos – e.g. gênero *Pteronotus* – (Juberthie, 2000) e da decomposição do guano (Peck *et al.*, 1998). Essas altas temperaturas combinadas a fatores físicos e biológicos podem transformar esses locais em ambientes mais hostis e bastante agressivos para o bom funcionamento dos equipamentos de coleta de dados, por exemplo. Para atingir o objetivo principal desse projeto, utilizamos *data loggers* com certificação de calibração RBC Rastreada, operada pela Sigma Sensors – representante da ONSET no Brasil – e mesmo assim, alguns equipamentos apresentaram falhas. Nesse sentido, capturar informações de qualquer tipo em um ambiente tão complexo, ainda tem se mostrado uma tarefa difícil.

Levando-se em consideração que *bat caves* são ambientes pouco estudados, buscar por ferramentas menos invasivas, mas que reflita de forma fidedigna as alterações que ocorrem nesses ambientes também é de suma importância. Nesse projeto, apresentamos um monitoramento térmico que mostrou que a temperatura flutua, reforçando, portanto, que ela pode ser um *proxy* útil para entender e elucidar diversas informações que compõe esse ambiente. Contudo, estabelecer protocolos para a realização de estudos voltados para a coleta de informações acerca da temperatura em *bat caves*, é essencial. Nesse sentido, baseados nas atividades realizadas durante esse projeto, recomenda-se:

- A utilização de *data logger* de temperatura mostrou-se eficaz nos estudos envolvendo *bat caves*:
 ⇒ A flutuação da temperatura mostra que esses são ambientes termicamente bastante dinâmicos e complexos. Isso ajuda a entender esses ambientes tão pouco estudados.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 59/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	





- O monitoramento das *bat caves* deve ocorrer a longo prazo e de maneira ininterrupta:
 - ⇒ Alterações súbitas de temperatura, caso o monitoramento não seja ininterrupto ou que ocorra em intervalos maiores, não serão capazes de detectá-las. Isso reforça a importância do monitoramento térmico a longo prazo.

- Sempre utilizar *data loggers* em duplicidade para as áreas que se deseja monitorar:
 - ⇒ Mesmo com a utilização de sensores em duplicidade, estes podem apresentar problemas. Entretanto, a replicação dos dados minimiza a perda de informações, e, portanto, lacuna de informações.

- Escolher com atenção o local para instalação dos *data loggers*:
 - ⇒ Verificar se os pontos de escolha para instalação do equipamento encontram-se fora dos trechos de passagem/deslocamento das grandes colônias presentes em *bat caves*. Pois, isso pode implicar no deslocamento e até queda do material, resultando em mau funcionamento do aparelho.
 - ⇒ Sempre isolar o *data logger* da superfície de apoio, uma vez que o calor retido na rocha poderá comprometer e interferir no registro real, da temperatura interna da respectiva *bat cave*, principalmente, para *bat caves* em rochas ferríferas, pois a retenção de calor é maior.

- O *download* dos registros de dados capturados pelo equipamento deve ocorrer em intervalos reduzidos:
 - ⇒ Recomenda-se que ocorra de 30 a 45 dias, máximo. Isso implica na redução de possibilidade de um mau funcionamento do equipamento, acarretando a interrupção da captura dos dados e lacuna nas informações obtidas.

- A checagem e/ou revisão dos equipamentos devem ocorrer de forma periódica:
 - ⇒ Bateria e memória: mesmo que o equipamento indique uma autonomia maior, recomenda-se atenção. Sempre estar atento ao estado da bateria e a capacidade de armazenamento restante no aparelho ao efetuar a verificação do *data logger*.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 60/133

*Lembrar: intervalos maiores de conferência, caso haja mau funcionamento, implicará em lacunas maiores de ausência de dados.

⇒ Bateria: verificar a compatibilidade de bateria do seu equipamento e sempre ter uma bateria reserva em mãos.

*Cada modelo de *data logger* HOBO utiliza um tipo específico de bateria.

⇒ Troca da bateria: recomenda-se sempre realizar essa atividade fora da caverna.





*Lembrar: a umidade nas *bat caves*, comumente ultrapassam 90%, tendendo a saturação, e isso pode comprometer a integridade física do aparelho, bem como o bom funcionamento do seu equipamento.

- Deve-se sempre estar atento ao modelo de equipamento que melhor atenda às suas necessidades:

⇒ Existem diversos modelos de *data loggers* disponíveis no mercado. Portanto, deve-se atentar para as características e especificações técnicas do equipamento e a sua aplicabilidade.

*Aqui no projeto, por se tratar de um ambiente extremamente úmido, utilizamos os modelos HOBO® MX2201 e MX2301 – ambos são registradores de temperatura à prova d'água, precisão de $\pm 0,5$ °C, medindo de - 20 °C a 70 °C, no ar. Este equipamento apresenta certificação de calibração RBC Rastreada, operada pela Sigma Sensors – representante da ONSET no Brasil, e é específico para registrar temperaturas, incluindo ambientes submersos e mesmo assim, apresentou falhas no registro de dados nas *bat caves* estudadas.

*Contraindicação: não recomendamos o uso, para medição da temperatura das *bat caves* ferríferas da FLONA de Carajás, os modelos HOBO® U23- 001 Pro V2 e HOBO® MX2301 (precisão $\pm 0,25$ °C, medindo de - 40 °C a 70 °C), pois eles não suportam alta umidade, podendo ter seus circuitos comprometidos.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 61/133





7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente projeto teve como objetivo principal detalhar a temperatura de duas *bat caves*, localizadas na FLONA de Carajás, visando contribuir com informações básicas essenciais para a caracterização destas *bat caves*. Através da temperatura, descrevemos os padrões diários de saída e retorno dos morcegos nessas cavernas, identificamos possíveis padrões sazonais nessas grandes populações, identificamos características físicas e termais preferidas pelos morcegos no interior dessas cavernas e estabelecemos um protocolo de monitoramento baseado na temperatura, a ser aplicado para estudos voltados às *bat caves*. Aqui também apresentamos estimativas mais acuradas dessas *bat caves*, bem como a respectiva riqueza dessas cavernas.

Um fator comum à essas *bat caves* foi a presença de grandes colônias de morcegos do gênero *Pteronotus* (Mormoopidade). Quatro espécies desse gênero foram identificadas utilizando essas cavernas (*P. gymnotus*, *P. personatus* e *P. rubiginous/P. alitonus*) e essas mesmas espécies desempenham um papel importante na dinâmica de uso desses ambientes, inclusive por outras espécies de morcegos. A concentração de milhares de indivíduos desse gênero contribui para o aumento da temperatura da caverna, gerando um gradiente de microclimas em seu interior. Nesse sentido, o monitoramento térmico mostrou-se como um *proxy* útil no processo do estudo de *bat caves*.





As informações sobre as *bat caves* ainda são incipientes, sendo fundamental o fomento de estudos sobre esses ambientes, principalmente para as atividades de licenciamento ambiental. É importante salientar, que as *bat caves* alvo desse projeto encontram-se numa região com elevada importância econômica e intensa atividade mineral. Sendo assim, essas *bat caves* precisam de um acompanhamento diferenciado em relação ao uso e pressões que experimentam, principalmente frente às alterações e flexibilizações que vêm ocorrendo na Legislação Espeleológica Brasileira.

Por fim, no que tange aspectos referentes à temperatura de ambientes subterrâneos caracterizados como *bat caves* e/ou *hot caves*, recomenda-se a utilização do protocolo de monitoramento e licenciamento ambiental útil para o estudo de *bat caves*, proposto aqui.





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 62/133

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- Aleixo A, Carneiro LN, Dantas SM. 2012. Aves. In: Martins FD. et al. (Eds.). Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. São Paulo: Nitro Imagens, p. 102-143.
- Allen LC, Turmelle AS, Mendonça MT, Navara KJ, Kunz TH, Mccracken GF. 2009. Roosting ecology and variation in adaptive and innate immune system function in the Brazilian free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis*). *Journal of Comparative Physiology B*, v. 179(3), p. 315–323.
- Altringham, JD. 1996. Bats, biology and behaviour. Oxford, Oxford Univ. Press, 262p.
- Álvares AC, Stape JS, Sentelhas PC, Gonçalves PLM, Sparovek G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22: 711-728.
- Arias-Aguilar A, Hintze F, Aguiar LMS, Rufay V, Bernard E, Pereira MJR. 2018. Who's calling? Acoustic identification of Brazilian bats. *Mammal Research*, 63: 231-253.
- Arita HT. 1996. The conservation of cave-roosting bats in Yucatan, Mexico. *Biological Conservation*, v. 76, p. 177–185.
- Barros JSP, Bernard E, Ferreira RL. 2020. Ecological preferences of neotropical cave bats in roost site selection and their implications for conservation. *Basic and Applied Ecology*, v. 45, p. 31–41. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.03.007>>. Acesso em: 23 out. 2022.
- Barros JSP. 2022. Seleção e uso de cavernas por morcegos e suas implicações para a classificação de relevância destes ambientes. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.
- Bonaccorso FJ, Arends A, Genoud M, Cantoni D, Morton T. 1992. Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, v. 73, p. 365–378.
- BRASIL. MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Instrução Normativa N° 2, de 30 de agosto de 2017*. Define a metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=137302.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2022.
- Bredt A, Uieda W, Magalhães ED. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 16, p. 731–770.
- Brunet AK, Medellín RA. 2001. The species-area relationship in bat assemblages of tropical caves. *Journal of Mammalogy*, v. 82, n. 4, p. 1114–1122.
- Butchart SHM, Walpole M, Collen B. 2010. Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science* 328(5982): 1164-1168.
- Campos JF, Castilho AF. 2012. Uma visão geográfica da região da Flona de Carajás. P. 16-27, In: Martins et al. (Orgs.) Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. São Paulo: Nitro Imagens, Cap. 2, p. 28-65.
- CANIE. 2022. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas: banco de dados do patrimônio espeleológico nacional. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>>. Acesso em: 29 dez. 2022.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 63/133





- Carignan V, Villard MA. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 78: 45-61.
- Cunto GC e Bernard E. 2012. Neotropical bats as indicators of environmental disturbance: what is the emerging message? *Acta Chiropterologica*, 14(1): 143-151.
- Dalquest WW, Hall ER. 1949. Five bats new to the known fauna of Mexico. *Journal of Mammalogy*, v. 30, n., p. 424-427.
- De La Cruz J. 1992. Bioecologia de las grutas de calor. *Mundos Subterráneos*, v. 3, n., p. 7-22.
- De La Torre JA, Medellín RA. 2010. *Pteronotus personatus* (Chiroptera: Mormoopidae). *Mammalian Species*, v. 42(869), p. 244-250.
- Deleva S, Chaverri G. 2018. Diversity and conservation of cave-dwelling bats in the Brunca Region of Costa Rica. *Diversity* 10:1-15.
- Díaz MM, Solari S, Aguirre LF, Aguiar LMS, Barquez RB. 2016. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. *Publicación Especial no 2, PCMA (Programa de Conservación de Murciélagos de Argentina)*. 160p.
- Feijó A, Rocha PA. 2017. Morcegos da Estação Ecológica Aiuaba, Ceará, nordeste do Brasil: Uma unidade de proteção integral na Caatinga. *Mastozoología Neotropical*, v. 24, n., p. 333-346.
- Ferreira RL, Oliveira MPA, Silva MS. 2015. Biodiversidade subterrânea em geossistemas ferruginosos. In: Carmo FF, Kamino LHY (Orgs.). *Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais*. Belo Horizonte: 3i Editora, Cap. 7, p. 195-231.
- Ferreira RL, Bernard E, Cruz FWC Jr, Piló LB, Calux A, Souza-Silva M, Barlow J, Pompeu PS, Cardoso P et al. 2022. Brazilian cave heritage under siege. *Science*, v. 375, n. 6586, p. 1238-1239, 2022.
- Frick WF, Stepanian PM, Kelly JF. 2012. Climate and weather impact timing of emergence of bats. *PLoS ONE*, 7(8): e42737.
- Gaisler J, Chytil J. 2002. Mark-recapture results and changes in bat abundance at the cave of Na Tuoldu, Czech Republic. *Folia Zoologica*, Brno: Institute of Vertebrate Biology, v. 51, N. 1, p. 1-10.
- Garbino GST, Gregorin R, Lima IP, Loureiro L, Moras LM, Moratelli R, Nogueira MR, Pavan AC, Tavares VC, Peracchi AL. 2020. Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil – CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). 2020. Disponível em: <<https://www.sbeq.net/lista-de-especies>>. Acessado em: 25 de setembro de 2020.
- Garbino GS, Brandão MV, Tavares VC. 2022. First confirmed records of Godman's Long-tailed Bat, *Choeroniscus godmani* (Thomas, 1903) (Chiroptera, Phyllostomidae), from Brazil and Panama. *Check List*, v. 18, n. 3, p. 493-499.
- Gomes AM, Silva LHD, Tavares VC. 2015. Morcegos associados a ecossistemas ferruginosos de Minas Gerais. In: Carmo FF e Kamino LHY. (Orgs.). *Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais*. Belo Horizonte: 3i Editora Pristino, Cap. 8, p. 233-258.
- Guimarães MM, Ferreira RL. 2014. Morcegos cavernícolas do Brasil: novos registros e desafios para a Conservação. *Revista Brasileira de Espeleologia*, 2 (4): 1-33.
- Hayssen V, Tienhoven A, Tienhoven A. 1993. *Asdell's patterns of mammalian reproduction: a compendium of species-specific data*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Hernández-Aguilar I, Santos-Moreno A. 2020. Reproduction and population dynamics of cave-dwelling bats in Costa of Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*, v. 68(3), p. 785-802.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 64/133





- Hilty J, Merenlender A. 2000. Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92(2): 185-197.
- IBAMA. 2004. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Companhia Vale do Rio Doce. STCP Engenharia de Projetos Ltda. Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás. Brasília: MMA, 736 p.
- Ibáñez C, Lopez-Wilchis R, Javier JB, León-Galván MA. 2000. Echolocation calls and a noteworthy record of *Pteronotus gymnotus* (Chiroptera, Mormoopidae) from Tabasco. *The Southwestern Naturalist* 45:345–347.
- ICMBIO. 2016. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás – Diagnóstico. 18p. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article?id=1927:flona-de-carajas>. Acesso em: 04 jun. 2020.
- ICMBIO. 2017. Plano de Pesquisa – Geossistemas Ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás. Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade. 82p. Inédito.
- IUCN 2015. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015. 2. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 23 aug. 2022.
- Jones G, Jacobs DS, Kunz TH. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8(1): 93-115.
- Jones JK, Smith JD, Turner RW. 1971. Noteworthy records of bats from Nicaragua, with a checklist of the chiropteran fauna of the country. *Occasional papers of the Museum of Natural History, the University of Kansas* 17:1–35.
- Juberthie C. 2000. The diversity of karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In: Wilkins H, Culver DC, Humphreys WF (Eds.). *Ecosystems of the world- subterranean biota*, Elsevier, Amsterdam, p. 17-29.
- Kunz TH. 1982. Roosting ecology. In: *Ecology of bats*. Thomas H. Kunz (ed.). Plenum Press. New York & London.
- Ladle RJ, Firmino JV, Malhado AC, Rodríguez-Durán A. 2012. Unexplored diversity and conservation potential of neotropical hot caves. *Conservation Biology*, 26(6): 978-982.
- LaVal RK. 1969. Records of bats from Honduras and El Salvador. *Journal of Mammalogy* 50:819–822.
- Leal ESB, Bernard E. 2021. Morcegos cavernícolas do carste arenítico do Parque Nacional do Catimbau, nordeste do Brasil. *Mastozoología Neotropical*, v. 28, n. 2, p. 001–053.
- Luo J, Jiang T, Lu G, Wang L, Wang J, Feng J. 2013. Bat conservation in China: should protection of subterranean habitats be a priority? *Oryx*, v. 47(4), p. 526-531.
- Macambira JB. 2003. O ambiente deposicional da Formação Carajás e uma proposta de modelo evolutivo para a Bacia Grão Pará. Tese (Doutorado em Ciências, área de Metalogênese) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 242 p.
- Maschio G. 2012. Répteis. In: Martins FD. et al. (Eds.). *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres*. São Paulo: Nitro Imagens.
- Mittermeier RA, Gil PR, Konstant WK. 2003. *Wildlife spectacles*. CEMEX-Agrupación Sierra Madre-Conservation International. Mexico. 324 p.
- MMA. 2022. *Espécies Ameaçadas – Lista 2022*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-deespecies.html>>. Acesso em: 04 mai. 2022.
- Moraes BC, Costa JMN, Costa ACLM, Costa MH. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*, 35: 207-214.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 65/133

- Mota NFO, Silva LVC, Martins FD, Viana PL. 2015. Vegetação sobre sistemas ferruginosos da Serra dos Carajás. In: Carmo FF, Kamino LHY (Orgs.) Geossistemas ferruginosos no Brasil. Instituto Prístino, Belo Horizonte. Pp. 289-315.
- Mota NFO, Watanabe MTC, Zappi DC, Hiura AL, Pallos J, Viveros RS, Giulietti AM, Viana PL. 2018. Cangas da Amazônia: a vegetação única de Carajás evidenciada pela lista de fanerógamas. *Rodriguésia* 69: 1435-1488.
- Neckel-Oliveira S. et al. 2012. Anfíbios. In: Martins FD et al. (Eds.). Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. São Paulo: Nitro Imagens, p. 66-83.
- Oliveira HFM, Oprea M, Dias RI. 2018. Distributional patterns, and ecological determinants of bat occurrence inside caves: A broad scale meta-analysis. *Diversity*, v. 10, n. 3.
- Otálora-Ardila A, Torres JM, Barbier E, Pimentel NT, Leal ESB, Bernard E. 2019. Thermally-Assisted Monitoring of Bat Abundance in an Exceptional Cave in Brazil's Caatinga Drylands. *Acta Chiropterologica* 21(2), 411-423. Disponível em: <<https://doi.org/10.3161/15081109ACC2019.21.2.016>>. Acesso em 08 de julho de 2020.
- Pavan AC, Tavares VC. 2020. *Pteronotus gymnonotus* (Chiroptera: Mormoopidae). *Mammalian Species*, v.52, 40-48. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/mspecies/seaa003>>. Acesso em: 16 dez. 2022.
- Peck SB, Ruiz-Baliú AE, González GFG. et al. 1998. The cave inhabiting beetles of Cuba (Insecta: Coleoptera): diversity, distribution and ecology. *Journal of Caves and Karst Studies*, 60(3): 156–165.
- Phelps K, Jose R, Labonite M, Kingston T. 2016. Correlates of cave-roosting bat diversity as an effective tool to identify priority caves. *Biological Conservation*, v. 201, p. 201–209.
- Piló LB, Auler AS. 2009. Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da Região de Carajás, PA. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, n. 30, Montes Claros. Montes Claros: Sociedade Brasileira de Espeleologia, p. 181-186.
- Piló LB, Coelho A, Reino JCR. 2015. Geoespeleologia em rochas ferríferas: cenário atual e conservação. In: Carmo FF, Kamino LHY (Orgs.). Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte, 3i Editora, Cap. 4, p. 125-148.
- Pimentel NT, Rocha PA, Pedrosa MA, Bernard E. 2022. Estimates of insect consumption and guano input in bat caves in Brazil. *Mammal Research*. Doi: <https://doi.org/10.1007/s13364-022-00629-3>.
- Reis NR, Shibatta AO, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP. 2007. Sobre os morcegos brasileiros. Pp. 17-24, In: Morcegos do Brasil (Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima, IP, Eds). Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Rivera-Marchand B, Rodríguez-Durán A. 2001. Preliminary observations on the renal adaptations of bats roosting in hot caves in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, v. 37, n., p. 272-274.
- Rocha PA. 2013. Quiróptero-fauna cavernícola: composição, estrutura de comunidade, distribuição geográfica. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, Brasil.
- Rocha PA, Feijó JA, Mikalauskas JS, Ferrari SF. 2011. First records of mormoopid bats (Chiroptera, Mormoopidae) from the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalia*, v. 75, n., p. 295–299.
- Rodrigues E, Texeira JM, Teichrieb V, Bernard E. 2016. Multi-objective Tracking Applied to Bat Populations in XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR). Page 155. Gramado.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 66/133

- Rodriguez-Durán A. 1995. Metabolic rates and thermal conductance in four species of Neotropical bats roosting in hot caves. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 110A, p. 347–355.
- Rodriguez-Durán A. 1998. Nonrandom aggregations and distribution of cave-dwelling bats in Puerto Rico. *Journal of Mammalogy*, 79(1): 141-146.
- Rodríguez-Durán A. 2009. Bat assemblages in the West Indies: the role of caves. In Fleming TH, Racey PA. (Eds). *Island bats: evolution, ecology and conservation*, pp. 265–280. University of Chicago Press.
- Sbragia IA, Cardoso A. 2008. Quiróptero-fauna (Mammalia: Chiroptera) cavernícola da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, v. 14, p. 360.
- Sikes RS, Tracy AT, John AB. II American Society of Mammalogists: levantando os padrões para supervisão ética e apropriada da pesquisa da vida selvagem. *Journal of Mammalogy*, v. 100, n. 3, p. 763-773, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz019>>. Acesso em: 26 jun. 2021.
- Silva JPA, Carvalho AR, Oliveira-Motta JA. 2009. Fauna de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em cavernas do bioma Cerrado na região de Indiará (Goiás). *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 11, n., p. 209–217.
- Silva-Taboada G. 1979. Los Murcielagos de Cuba. Editorial Academia.
- Stepanian PM, Wainwright CE. 2018. Ongoing changes in migration phenology and winter residency at Bracken Bat Cave. *Global Change Biology*, v. 24, n. 7, p. 3266–3275.
- Tavares VC. 2012. Morcegos. In: Martins FD et al. (Eds.). *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres*. São Paulo: Nitro Imagens, p. 162-179.
- Tavares VC. et al. 2012. Morcegos. In: Martins FD et al. (Eds.). *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres*. São Paulo: Nitro Imagens, p. 162-179.
- Tejedor A, Tavares V, Rodríguez-Hernández D. 2005. New records of hot cave bats from Cuba and the Dominican Republic. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, v. 39, n., p. 10-15.
- Torres DF, Bichuette ME. 2019. Morcegos cavernícolas depositados na Coleção Científica do Laboratório de Estudos Subterrâneos, UFSCar. *Espeleo -Tema*, v.29, n.1, p. 105-119.
- Torres JM. 2016. Biomonitoramento de uma grande congregação de morcegos no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal. Centro de Biociências, Departamento de Zoologia. Universidade Federal de Pernambuco, 159 p.
- Trajano E. 1985. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 2(5): 255-320.
- _____. 1995. Protecting caves for the bats or bats for the caves? *Chiroptera Neotropical*, 1(2): 19-21.
- _____. 2010. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. *Estudos Avançados*, 24(68): 135-146.
- Vargas-Mena JC, Cordero-Schmidt E, Bento DM, Rodriguez-Herrera B, Medellín RA, Venticinque EM. 2018. Diversity of cave bats in the Brazilian tropical dry forest of Rio Grande do Norte state. *Mastozoologia Neotropical*, v. 25, n., p. 199–212.
- Vargas-Mena JC, Cordero-Schmidt E, Rodriguez-Herrera B, Medellín RA, Bento DM, Venticinque EM. 2020. Inside or out? Cave size and landscape effects on cave-roosting bat assemblages in Brazilian Caatinga caves. *Journal of Mammalogy*, v. 101, n. 2, p. 464–475. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jmammal/gyz206>>. Acesso em: 16 dez. 2022.
- Viana PL, Mota NFO, Gil ASB, Salino A, Zappi DC, Harley RM, Ilkiu-Borges AL, Secco R, Almeida TE, Watanabe MTC, Santos JUM, Trovó M, Maurity C, Giulietti AM. 2016. Flora das cangas





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 67/133

da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. Rodriguésia, 67: 1107-1124.





Willig MR. 1985. Reproductive activity of female bats from Northeastern Brazil. *Bat Research News* 26:17–20.

Wiederholt R, López-Hoffman L, Svancara C, et al. 2015. Optimizing conservation strategies for Mexican free-tailed bats: a population viability and ecosystem services approach. *Biodiversity and Conservation*, 24, 63–82. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10531-014-0790-7>>. Acesso em: 16 dez. 2022.

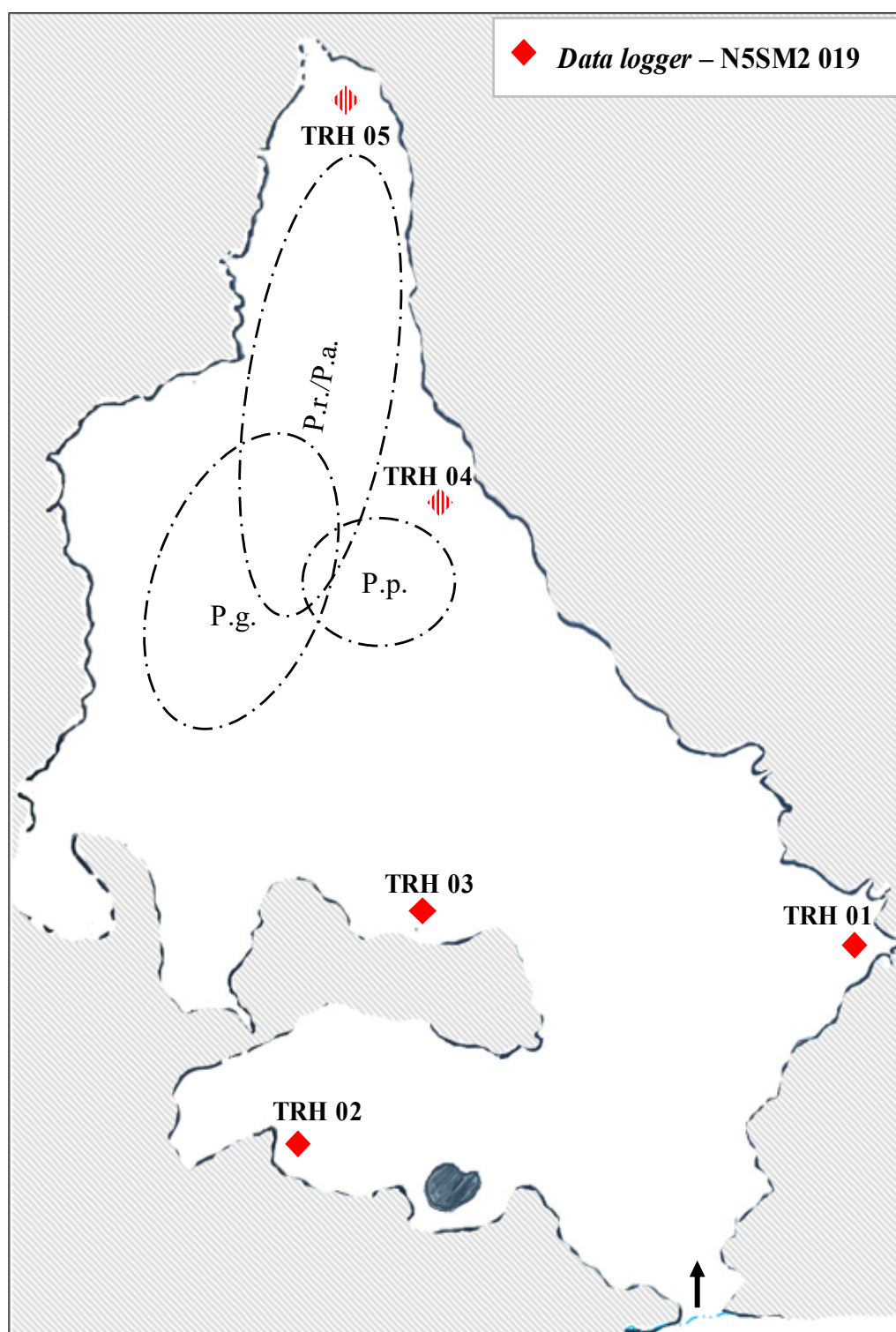
Wijayanti F, Maryanto I. 2017. Diversity and pattern of nest preference of bat species at bat-dwelling caves in Gombong Karst, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, v. 18(3), p. 864–874. [Doi.org/10.13057/biodiv/d180302](https://doi.org/10.13057/biodiv/d180302).





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 68/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

ANEXOS

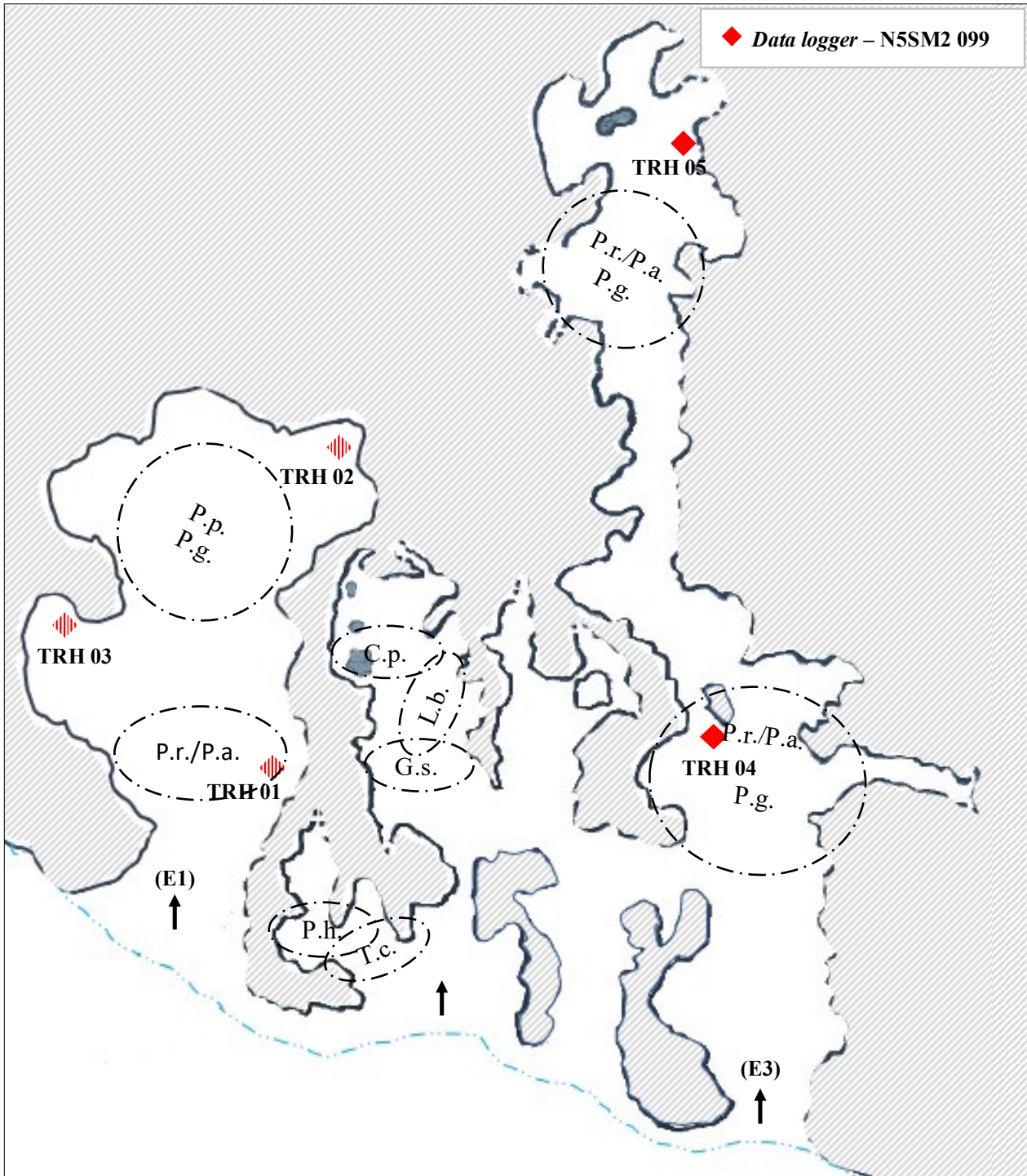
		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 69/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	





Anexo A. Esboço da caverna N5SM2 019, localizada na Mina N5 Sul – Serra Norte, no município de Parauapebas – PA, com indicação das áreas onde foram instalados os *data loggers* de temperatura. A linha tracejada indica as colônias de morcegos presentes na cavidade: P.g. = *Pteronotus gymnotus*; P.p. = *P. personatus*; P.r./P.a. = *P. rubiginosus/P. alitonus*.



		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 70/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	





Anexo B. Esboço da caverna N5SM2 099, localizada na Mina N5 Sul – Serra Norte, no município de Parauapebas – PA, com indicação das áreas onde foram instalados os *data loggers* de temperatura. A linha tracejada indica as colônias de morcegos presentes na cavidade: C.p. = *Carollia perspicillata*; G.s. = *Glossophaga soricina*; L.b. = *Lamproncyteris brachyotis*; P.h. = *Phyllostomus hastatus*; P.g. = *Pteronotus gymnotus*; P.p. = *P. personatus*; P.r./P.a. = *P. rubiginosus/P. alitonus*; T.c. = *Trachops cirrhosus*.



		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública		PÁGINA 71/133
		01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

Anexo C. Registros fotográficos das metodologias aplicadas. A) Registro da temperatura da caverna; B) Filmagem e forma da contagem do número de morcegos usando a caverna; C) Gravação acústica e captura com puçá, para registro das espécies que utilizam a caverna; D) Sensor RGB e Intel L515 RealSense™ Lidar Camera, para escaneamento das áreas utilizadas pelos morcegos em cada caverna.

<p>A</p>  <p>Data logger de temperatura, modelos MX2201 e MX2203, respectivamente Fonte: https://www.onsetcomp.com/</p>	<p>B</p>  <p>Câmera termossensível (FLIR – E60) e exemplo de imagem capturada para contagem automatizada. Foto 1: Narjara Tércia Pimentel Fonte 2: Torres, 2016.</p>
<p>C</p>  <p>Audiomoth v1.1.0 e captura de morcegos com o puçá Foto 1: Narjara Tércia Pimentel Foto 2: Arlindo Santos</p>	
<p>D</p>  <p>Sensor RGB-D Foto: Narjara Tércia Pimentel</p>	 <p>Sensor Intel L515 RealSense™ Lidar Camera Fonte: https://core-electronics.com.au/intel-l515-realsense-lidar-camera.html</p>

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás		PÁGINA 72/133
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020		
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

Anexo D. Fichas de campo das *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099, contendo dados abióticos e bióticos desses locais. Também foram registrados nessas fichas os dados morfométricos e biológicos das espécies de morcego capturados no período de Julho de 2021 a Junho de 2022.

FICHA DE CAMPO					
1 - Identificação e localização da cavidade					
Projeto: Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás					
Nome da cavidade: N5SM2 019		Município: Parauapebas/PA		Litologia: Ferrífera	Período: 08/07/2021 à 01/07/2022
Equipe: Narjara T. Pimentel, Frederico Hintze e Eder Barbier					
Coordenadas UTM	Latitude 06°08'10.1" S	Longitude 50°07'47.6" W	Elevação 474 m	Erro GPS +/- 3 m	Exploração da caverna <input type="checkbox"/> fácil <input type="checkbox"/> médio <input checked="" type="checkbox"/> difícil <input type="checkbox"/> muito difícil
DATUM: WGS84	Zona: 22 M	Satélite: Sinal bom	Altura 0,83	Largura 1,11	Observações/Informações adicionais: A parte mais interna da caverna também é uma <i>hot cave</i> .
Descrição do acesso:	Acesso para a caverna em terreno bastante acidentado. Parte da caminhada em ambiente de mata e parte em ambiente aberto.		Entrada: 1 Desenvolvimento <input checked="" type="checkbox"/> horizontal <input type="checkbox"/> vertical <input type="checkbox"/> misto		
2 – Características gerais					
Sobre a cavidade: Acesso à cavidade: <input type="checkbox"/> fácil <input type="checkbox"/> médio <input checked="" type="checkbox"/> difícil <input type="checkbox"/> muito difícil Trilhas de acesso: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Em área de: <input checked="" type="checkbox"/> mata <input type="checkbox"/> pasto <input type="checkbox"/> cultura <input checked="" type="checkbox"/> mineração <input type="checkbox"/> lago/lagoa <input type="checkbox"/> urbana <input type="checkbox"/> UC's Situação: <input checked="" type="checkbox"/> totalmente encoberta por vegetação <input type="checkbox"/> parcialmente encoberta por vegetação <input type="checkbox"/> totalmente exposta			Sobre a entrada principal: Posição no afloramento rochoso: <input type="checkbox"/> alta encosta <input checked="" type="checkbox"/> meia encosta <input type="checkbox"/> baixa encosta <input type="checkbox"/> afloramento encoberto por solo Localização: <input type="checkbox"/> alto de morro <input type="checkbox"/> na base do terreno <input type="checkbox"/> fundo de dolina <input checked="" type="checkbox"/> Outras: Meio de morro		
3 - Ornamentação:					
Espeleotemas: <input checked="" type="checkbox"/> presença <input type="checkbox"/> ausência Espeleotemas comuns: <input checked="" type="checkbox"/> estalactite <input checked="" type="checkbox"/> estalagmite <input type="checkbox"/> cortina <input type="checkbox"/> escorrimento <input type="checkbox"/> colunas <input type="checkbox"/> cortina serrilhada Distribuição: <input type="checkbox"/> ao longo da cavidade <input checked="" type="checkbox"/> em pontos isolados da cavidade, salões			Espeleotemas pouco comuns (citar): Não há Distribuição: <input type="checkbox"/> ao longo da cavidade <input type="checkbox"/> em pontos isolados da cavidade, salões Quantidade: <input type="checkbox"/> muito grande <input type="checkbox"/> grande <input type="checkbox"/> média <input type="checkbox"/> pequena <input type="checkbox"/> muito pequena <input type="checkbox"/> praticamente inexistente		
4 - Caracterização da cavidade e amostragem					
Guano: <input type="checkbox"/> ausente <input checked="" type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> concentrado em um único ponto <input type="checkbox"/> encontra-se em pontos isolados; <input checked="" type="checkbox"/> está por toda a caverna;		Carcaça: <input type="checkbox"/> ausente <input checked="" type="checkbox"/> presente Invertebrado: <input type="checkbox"/> concentrados em pontos isolados <input checked="" type="checkbox"/> espalhados pela caverna		Vertebrado: <input type="checkbox"/> concentrados em pontos isolados <input checked="" type="checkbox"/> espalhados pela caverna	
Detrito: <input type="checkbox"/> ausente <input type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> presente em toda caverna <input checked="" type="checkbox"/> encontrado em pontos isolados		Material vegetal: <input type="checkbox"/> ausente <input type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> concentrado na entrada <input type="checkbox"/> presente no interior da caverna ao longo de toda a sua extensão <input type="checkbox"/> presente no interior da caverna, mas concentrado em pontos isolados		Piso: <input type="checkbox"/> seco em mais da metade da caverna (> 50%) <input checked="" type="checkbox"/> parte seco e parte úmido <input type="checkbox"/> úmido em mais da metade da caverna (> 50%) <input checked="" type="checkbox"/> coberto por guano (≥ 85%)	
		Raízes: <input type="checkbox"/> ausente <input checked="" type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> parede <input type="checkbox"/> teto <input type="checkbox"/> piso		Água: <input type="checkbox"/> ausente <input checked="" type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> drenagem <input type="checkbox"/> lago <input type="checkbox"/> gotejamento <input checked="" type="checkbox"/> poça	



PROJETO
Monitoramento térmico de *bat caves* na Floresta Nacional de Carajás

Nº Edital de Chamada Pública

01/2020

REFERÊNCIA

Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio

PÁGINA
73/133







Outras informações observadas: (parasitismo, cópula, predação, ovos, alterações antrópicas, etc)





x Nada observado

6 – Chiropterofauna





#	Espécies	Peso 1	Peso 2	P1 – P2	Antebr.	Idade	Sexo	Est. Reprod.	Tipo de Registro			Esp. Test. Coletado
									Captura	Ecol.	Obs.	
1	<i>Pteronotus personatus</i>	53	45	8	43.75	AD	M	ESC	x	x	x	S
2	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	74	54.5	19.5	62.45	AD	F	INA	x	x	x	S
3	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	80	60	20	62.10	AD	M	ESC	x	x	x	S
4	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	62	49	13	51.55	AD	M	ESC	x	x	x	S
5	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	71	58	13	52.50	AD	F	INA	x	x	x	S
6	<i>Pteronotus personatus</i>	67	59.5	7,5	46.00	AD	M	ESC	x	x	x	N
7	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	58	45	13	53.00	AD	F	INA	x	x	x	N
8	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	71	52	19	63.30	AD	F	INA	x	x	x	N
9	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	70	58	12	50.00	AD	M	ESC	x	x	x	N
10	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	57	45	12	51.15	AD	F	INA	x	x	x	N
11	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	52	40	12	51.40	AD	F	INA	x	x	x	N
12	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	59	47	12	50.20	AD	F	INA	x	x	x	N
13	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	74	62	12	49.60	AD	M	ESC	x	x	x	N
14	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	68	56	12	51.15	AD	F	INA	x	x	x	N
15	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	71	59	12	51.50	AD	F	INA	x	x	x	N
16	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	68	48	20	64.78	AD	F	P.LAC	x	x	x	N
17	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	79	58	21	61.93	AD	M	ESC	x	x	x	N
18	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	73	61	12	50.88	SUB-AD	M	INA	x	x	x	N
19	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	61	40.5	20.5	60.94	SUB-AD	M	INA	x	x	x	N
20	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	73	53	20	63.32	AD	F	P.LAC	x	x	x	N
21	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	79.5	59	20.5	63.13	AD	F	INA	x	x	x	N
22	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	71	50	21	61.22	AD	M	ESC	x	x	x	N
23	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	73	52	21	64.35	SUB-AD	F	INA	x	x	x	N
24	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	76	56	20	60.68	AD	F	INA	x	x	x	N
25	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	78	57	21	64.04	SUB-AD	F	INA	x	x	x	N
26	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	61	41.5	19.5	61.74	SUB-AD	M	INA	x	x	x	N
27	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	67	48.5	18.5	63.22	SUB-AD	M	INA	x	x	x	N
28	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	73	53	20	63.96	AD	F	INA	x	x	x	S
29	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	62	43	19	62.23	AD	F	INA	x		x	N

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás		PÁGINA 74/133
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

30	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	83	62	21	61.79	AD	M	ESC	x		x	N
31	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	64	45	19	60.92	AD	M	ESC	x		x	N
32	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	66	45.5	20.5	61.40	AD	F	INA	x		x	N
33	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	77	57	20	64.60	AD	F	INA	x		x	N
34	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	80	58	22	64.01	AD	M	ESC	x		x	N
35	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	77	57	20	61.78	AD	F	INA	x		x	N
36	<i>Pteronotus rubiginosos/P. alitonus</i>	74	51	23	63.66	AD	F	P.LAC	x		x	N
Legenda: Antebraço (Antebr.) Sexo: fêmea (F) / macho (M) Idade: jovem (JV) / adulto (AD) / sub-adulto (SUB-AD) Estado Reprodutivo (Est. Reprod.): Escrotado (ESC) / Não escrotado (N.ESC) / Lactante (LAC) / Pós-lactante (P.LAC) / Inativo (INA) / Grávida (GRAV)								Ecocalização (Ecol.) Gravação (Grav.) Observados (Obs.) Espécie Testemunho (Esp. Test.): Sim (S) Não (N)				

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública		PÁGINA 75/133
		01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

FICHA DE CAMPO					
1 - Identificação e localização da cavidade					
Projeto: Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás					
Nome da cavidade: N5SM2 099		Município: Parauapebas/PA		Litologia: Ferrífera	Período: 07/07/2021 à 30/06/2022
Equipe: Narjara T. Pimentel, Frederico Hintze e Eder Barbier					
Coordenadas UTM		Latitude	Longitude	Elevação	Erro GPS
		06°08'09.3"S	50°07'47.9" W	480 m	+/- 3 m
					Exploração da caverna
					<input type="checkbox"/> fácil <input type="checkbox"/> médio <input checked="" type="checkbox"/> difícil <input type="checkbox"/> muito difícil
DATUM: WGS84		Zona: 22 M	Satélite: Sinal bom	Altura 1	Largura 1
Descrição do acesso: Acesso para a caverna em terreno bastante acidentado. Parte da caminhada em ambiente de mata e parte em ambiente aberto.		Entrada: 3		1,32	3,88
				Altura 2	Largura 2
				5,60	2,20
				Altura 3	Largura 3
				3,19	0,89
				Desenvolvimento	
				<input checked="" type="checkbox"/> horizontal <input type="checkbox"/> vertical <input type="checkbox"/> misto	
2 – Características gerais					
Sobre a cavidade: Acesso à cavidade: <input type="checkbox"/> fácil <input type="checkbox"/> médio <input checked="" type="checkbox"/> difícil <input type="checkbox"/> muito difícil Trilhas de acesso: <input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Em área de: <input checked="" type="checkbox"/> mata <input type="checkbox"/> pasto <input type="checkbox"/> cultura <input checked="" type="checkbox"/> mineração <input type="checkbox"/> lago/lagoa <input type="checkbox"/> urbana <input type="checkbox"/> UC's Situação: <input checked="" type="checkbox"/> totalmente encoberta por vegetação <input type="checkbox"/> parcialmente encoberta por vegetação <input type="checkbox"/> totalmente exposta			Sobre a entrada principal: Posição no afloramento rochoso: <input type="checkbox"/> alta encosta <input checked="" type="checkbox"/> meia encosta <input type="checkbox"/> baixa encosta <input type="checkbox"/> afloramento encoberto por solo Localização: <input type="checkbox"/> alto de morro <input type="checkbox"/> na base do terreno <input type="checkbox"/> fundo de dolina x Outras: Meio de morro		
3 - Ornamentação:					
Espeleotemas: <input checked="" type="checkbox"/> presença <input type="checkbox"/> ausência Espeleotemas comuns: <input checked="" type="checkbox"/> estalactite <input checked="" type="checkbox"/> estalagmite <input type="checkbox"/> cortina <input type="checkbox"/> escorrimento <input type="checkbox"/> colunas <input type="checkbox"/> cortina serrilhada Distribuição: <input type="checkbox"/> ao longo da cavidade <input checked="" type="checkbox"/> em pontos isolados da cavidade, salões			Espeleotemas pouco comuns (citar): Não há Distribuição: <input type="checkbox"/> ao longo da cavidade <input type="checkbox"/> em pontos isolados da cavidade, salões Quantidade: <input type="checkbox"/> muito grande <input type="checkbox"/> grande <input type="checkbox"/> média <input type="checkbox"/> pequena <input type="checkbox"/> muito pequena <input type="checkbox"/> praticamente inexistente		
4 - Caracterização da cavidade e amostragem					
Guano: <input type="checkbox"/> ausente <input checked="" type="checkbox"/> presente <input type="checkbox"/> concentrado em um único ponto (___ cm²). x encontra-se em pontos isolados*; x está por toda a caverna;		Carcaça: <input type="checkbox"/> ausente <input checked="" type="checkbox"/> presente Invertebrado: <input type="checkbox"/> concentrados em pontos isolados x espalhados pela caverna		Vertebrado: <input type="checkbox"/> concentrados em pontos isolados x espalhados pela caverna	
				Piso: <input type="checkbox"/> seco em mais da metade da caverna (> 50%) <input type="checkbox"/> parte seco e parte úmido x úmido em mais da metade da caverna (> 50%) x coberto por guano (≥ 85%)	

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás		PÁGINA 76/133
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		

Detrito: <input type="checkbox"/> ausente x presente <input type="checkbox"/> presente em toda caverna x encontrado em pontos isolados		Material vegetal: <input type="checkbox"/> ausente x presente x concentrado na entrada <input type="checkbox"/> presente no interior da caverna ao longo de toda a sua extensão <input type="checkbox"/> presente no interior da caverna, mas concentrado em pontos isolados				Raízes: <input type="checkbox"/> ausente x presente <input type="checkbox"/> parede <input type="checkbox"/> teto x piso			Água: <input type="checkbox"/> ausente x presente x drenagem <input type="checkbox"/> lago <input type="checkbox"/> gotejamento <input type="checkbox"/> poça			
Outras informações observadas: (parasitismo, cópula, predação, ovos, alterações antrópicas, etc)												
x Nada observado												
6 – Chiropterofauna												
#	Espécies	Peso 1	Peso 2	P1 – P2	Antebr.	Idade	Sexo	Est. Reprod.	Tipo de Registro			Esp. Test. Coletado
									Captura	Ecol.	Obs.	
1	<i>Pteronotus personatus</i>	49	41	8	46.42	AD	M	ESC	x	x	x	N
2	<i>Pteronotus personatus</i>	66	59	7	46.11	AD	M	ESC	x	x	x	N
3	<i>Pteronotus personatus</i>	52	45	7	43.60	AD	M	ESC	x	x	x	N
4	<i>Pteronotus personatus</i>	57	49	8	43.79	AD	M	ESC	x	x	x	N
5	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	58	46	12	52.11	AD	M	ESC	x	x	x	N
6	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	57	45	12	49.49	AD	M	ESC	x	x	x	N
7	<i>Pteronotus personatus</i>	59	53	6	43.65	AD	M	ESC	x	x	x	N
8	<i>Pteronotus personatus</i>	59	57	8	45.61	AD	M	ESC	x	x	x	N
9	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	57	45	12	51.36	AD	M	ESC	x	x	x	N
10	<i>Pteronotus personatus</i>	50	43	7	44.17	AD	F	INA	x	x	x	N
11	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	56.5	44.5	12	50.62	AD	M	ESC	x	x	x	N
12	<i>Pteronotus personatus</i>	51	44	7	45.49	AD	F	INA	x	x	x	N
13	<i>Pteronotus personatus</i>	53	46	7	44.03	AD	M	ESC	x	x	x	N
14	<i>Pteronotus personatus</i>	51	44	7	44.27	AD	F	INA	x	x	x	N
15	<i>Pteronotus personatus</i>	53	46	7	45.50	AD	M	ESC	x	x	x	N
16	<i>Pteronotus personatus</i>	54	47	7	45.69	AD	F	INA	x	x	x	N
17	<i>Pteronotus personatus</i>	59.5	52	7.5	45.56	AD	M	ESC	x	x	x	N
18	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	56	44	12	51.21	AD	M	ESC	x	x	x	N
19	<i>Pteronotus personatus</i>	55	48.5	6.5	44.11	AD	F	INA	x	x	x	N
20	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	59	47	12	50.70	AD	M	ESC	x	x	x	N
21	<i>Pteronotus personatus</i>	69	58	11	44.37	AD	M	ESC	x	x	x	N
22	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	67	55.5	11.5	52.46	AD	F	INA	x	x	x	N
23	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	61	49	12	50.24	AD	M	ESC	x	x	x	N
24	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	59	46	13	52.69	AD	M	ESC	x	x	x	N
25	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	57	44	13	51.41	AD	M	ESC	x	x	x	N



PROJETO
Monitoramento térmico de *bat caves* na Floresta Nacional de Carajás

Nº Edital de Chamada Pública

01/2020

REFERÊNCIA

Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio

PÁGINA
77/133



26	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	51	39.5	11.5	49.70	AD	M	ESC	x	x	x	N
27	<i>Carollia perspicillata</i>	74.5	58	16.5	41.41	AD	F	INA	x	x	x	N
28	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	69	57	12	39.37	AD	M	ESC	x	x	x	S
29	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	61.5	50	11.5	41.87	AD	F	INA	x	x	x	S
30	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	69.5	57	12.5	42.31	AD	M	ESC	x	x	x	N
31	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	51	40	11	41.32	AD	F	INA	x	x	x	N
32	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	52	40	12	40.18	AD	M	ESC	x	x	x	N
33	<i>Carollia perspicillata</i>	56	40	16	41.13	AD	F	INA	x	x	x	N
34	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	62	49.5	12.5	50.60	AD	M	ESC	x	x	x	N
35	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	71	57.5	13.5	52.05	AD	M	ESC	x	x	x	N
36	<i>Glossophaga soricina</i>	62	55.5	6.5	34.69	JV	F	INA	x	x	x	N
37	<i>Carollia perspicillata</i>	72	54	18	42.83	AD	F	GRAV	x	x	x	S
38	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	58	41	17	40.43	AD	F	INA	x	x	x	N
39	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	46	35.5	10.5	41.55	AD	F	INA	x	x	x	N
40	<i>Carollia perspicillata</i>	68	50.5	17.5	41.89	AD	F	GRAV	x	x	x	N
41	<i>Carollia perspicillata</i>	77	62	15	42.33	AD	F	INA	x	x	x	N
42	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	69	57	12	42.44	AD	F	INA	x	x	x	N
43	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	65	52	13	40.89	AD	F	INA	x	x	x	N
44	<i>Glossophaga soricina</i>	60	52	8	36.34	AD	F	LAC	x	x	x	N
	<i>Glossophaga soricina</i> (filhote da anterior)	-	-	4	30.54	JV	M	N.ESC	x	x	x	N
45	<i>Carollia perspicillata</i>	67	49	18	42.73	AD	F	GRAV	x	x	x	N
46	<i>Glossophaga soricina</i>	66	60	6	34.77	AD	F	LAC	x	x	x	N
47	<i>Carollia perspicillata</i>	66	51	15	41.03	AD	F	INA	x	x	x	N
48	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	66	53	13	42.76	AD	F	P.LAC	x	x	x	N
49	<i>Carollia perspicillata</i>	59.5	42	17.5	40.69	AD	F	INA	x	x	x	N
50	<i>Carollia perspicillata</i>	54	39.5	14.5	40.04	AD	M	ESC	x	x	x	N
51	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	66	54.5	11.5	41.15	AD	M	ESC	x	x	x	N
52	<i>Carollia perspicillata</i>	73	57	16	42.77	AD	F	GRAV	x	x	x	N
53	<i>Carollia perspicillata</i>	64	50.5	13.5	42.55	AD	F	INA	x	x	x	N
54	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	62	50	12	41.16	AD	F	INA	x	x	x	N
55	<i>Lamproncyteris brachyotis</i>	52	40.5	11.5	41.69	AD	F	INA	x	x	x	N
56	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	78	60	18	62.10	AD	M	ESC	x	x	x	S
57	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	67	42.5	24.5	63.50	AD	M	ESC	x	x	x	N
58	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	81	60	21	61.75	AD	F	INA	x	x	x	S
59	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	79	59	20	62.90	AD	F	INA	x	x	x	N
60	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	82	62	20	63.00	AD	F	P.LAC	x	x	x	N



PROJETO
Monitoramento térmico de *bat caves* na Floresta Nacional de Carajás

Nº Edital de Chamada Pública

01/2020

REFERÊNCIA

Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio





PÁGINA
78/133



61	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	60.5	41	19.5	63.20	AD	F	INA	x	x	x	N
62	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	80	60	20	63.50	AD	F	INA	x	x	x	N
63	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	65	45	20	64.00	AD	M	ESC	x	x	x	N
64	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	75	56	19	62.90	AD	M	ESC	x	x	x	N
65	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	79	58.5	20.5	63.80	AD	F	INA	x	x	x	N
66	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	71.5	51	20.5	62.90	AD	F	INA	x	x	x	N
67	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	70	51	19	61.80	AD	M	ESC	x	x	x	N
68	<i>Carollia perspicillata</i>	76	58	18	43.5	AD	F	GRAV	x	x	x	N
69	<i>Pteronotus personatus</i>	67	59	8	46.0	AD	F	INA	x		x	N
70	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	55	41	14	51.2	AD	M	ESC	x		x	N
71	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	75	63	12	49.9	AD	M	ESC	x		x	N
72	<i>Pteronotus personatus</i>	64	56	8	45.1	AD	M	ESC	x		x	N
73	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	64	52	12	50.2	AD	F	INA	x		x	N
74	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	67	55	12	49.1	AD	M	ESC	x		x	N
75	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	73	59	14	52.9	AD	M	ESC	x		x	N
76	<i>Pteronotus personatus</i>	56	50	6	46.5	AD	F	INA	x		x	N
77	<i>Pteronotus personatus</i>	59	52	7	46.4	AD	F	INA	x		x	N
78	<i>Pteronotus gymnonotus</i>	59	48	11	0.3	AD	M	ESC	x		x	N
79	<i>Pteronotus personatus</i>	63	56	7	45.2	AD	F	INA	x		x	N
80	<i>Pteronotus personatus</i>	48	40	8	44.1	AD	M	ESC	x		x	N
81	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	-	58	-	66.0	AD	F	INA	x		x	N
82	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	71	51	20	62.4	AD	M	ESC	x		x	N
83	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	69	50	19	64.0	AD	F	INA	x		x	N
84	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	68	49	19	62.1	AD	M	ESC	x		x	N
85	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	76	56	20	62.7	AD	M	ESC	x		x	N
86	<i>Pteronotus rubiginosus/P. alitonus</i>	71	53	18	61.9	AD	F	INA	x		x	N
87	<i>Carollia perspicillata</i>	68	51	17	42.9	AD	M	ESC	x		x	N
88	<i>Lampronnycteris brachyotis</i>	64	51	13	42.4	AD	F	P.LAC	x		x	N
89	<i>Lampronnycteris brachyotis</i>	62	48	14	41.0	AD	F	INA	x		x	N
90	<i>Lampronnycteris brachyotis</i>	71	57	14	42.5	AD	F	INA	x		x	N
91	<i>Glossophaga soricina</i>	53	45	8	34.0	AD	M	ESC	x		x	N
92	<i>Lampronnycteris brachyotis</i>	55	42	13	41.7	AD	M	ESC	x		x	N
93	<i>Carollia perspicillata</i>	73	57	16	41.4	AD	M	ESC	x		x	N

Legenda:
Antebraço (Antebr.)

Eclocalização (Ecol.)
Gravação (Grav.)

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 79/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

Sexo: fêmea (F) / macho (M)

Idade: jovem (JV) / adulto (AD)

Estado Reprodutivo (Est. Reprod.): Escrotado (ESC) / Não escrotado (N.ESC) / Lactante (LAC) /





Pós-lactante (P.LAC) / Inativo (INA) / Grávida (GRAV)

Observados (Obs.)

Espécie Testemunho (Esp. Test.): Sim (S) / Não (N)

Observação:

O indivíduo 37 (*Carollia perspicitata*) não foi diagnosticada grávida em campo (foi diagnosticada como pós-lactante). Posteriormente, é que se viu o real estado reprodutivo do animal.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 80/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	





Anexo E. Classificação dos graus de precisão de uma topografia de cavidades – *UIS* (2010).

Grau de topografia	Descrição
Grau -1	Nenhum mapa disponível.
Grau 0	Não graduado.
Grau 1	Esboço de memória, sem escala.
Grau 2	Mapa compilado de anotações, esboços e estimativas feitas na caverna. Nenhum instrumento utilizado.
Grau 3	Direções medidas com bússola, distância medidas por corda, passos ou dimensões corporais. Desníveis significativos estimados.
Grau 4	Direções medidas com bússola e trena, usando estações fixas escolhidas deliberadamente. Desníveis medidos por clinômetros ou pelos componentes horizontal e vertical.
Grau 5	Topografia com bússola e trena. Direções e inclinações por instrumentos calibrados, distâncias por trena de fibra ou metálica, ou por taqueometria*.
Grau 6	Topografia ou triangulação usando instrumentos calibrados, montados tripés, para direção e inclinação. Distâncias com trena calibrada, taquiometria precisa ou DistoX (trena a <i>laiser</i>).
Grau X	Topografia feita com teodolito ou meios comparáveis.

* Processo para obter rapidamente a distância e a diferença de cota entre dois pontos. Permite obter as coordenadas espaciais de um ponto a partir do outro.





Grau do mapa	Descrição
0	Não graduado.
1	Esboço de memória. Sem escala, mas com indicação aproximada das proporções.
2	Detalhes de anotações, esboço e estimativas de dimensões feitas na caverna.
3	Detalhes de desenhos feitos na caverna. O desenho não tem que estar em escala, a dimensão das passagens pode ser aproximada. Detalhes significativos devem ser desenhados com acurácia suficiente.
4	Detalhes dos desenhos feitos na caverna em escala, baseados nas medidas de detalhes significativos com respeito aos pontos de topografia, normalmente no mínimo Grau 4. Todos os detalhes de interesse espeleológico devem ser mostrados com acurácia suficiente de forma a não ser apreciado o erro em função da escala do mapa. Dimensões das passagens medidas.

Grau Qualificação	Descrição
A	Nada foi feito para obter uma segurança adicional de acurácia.
B	Fechamento de poligonais (<i>looping</i>) ajustados.
C	Topografia baseada em instrumentos e pessoal checados e corrigidos os efeitos de possíveis anomalias.
D	Topografia verificada e corrigida por meios eletromagnéticos.
E	Dados da topografia não foram transcritos manualmente, mas transferidos por meios eletrônicos.
F	Entradas foram medidas precisamente.





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 81/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

Anexo F. Registro fotográfico das entradas das *bat caves*. A) N5SM2 019 e B) N5SM2 099, com indicação das três entradas que a caverna possui (E1, E2 e E3), com destaque para a entrada 1. Ambas as *bat caves* localizadas na Mina N5 Sul – Morro II, no município de Parauapebas – PA. **Fotos:** Narjara Tércia Pimentel.



		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 82/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

MATERIAL SUPLEMENTAR

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 83/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

MS 1.

Registros da média da temperatura mês-a-mês, para as *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099

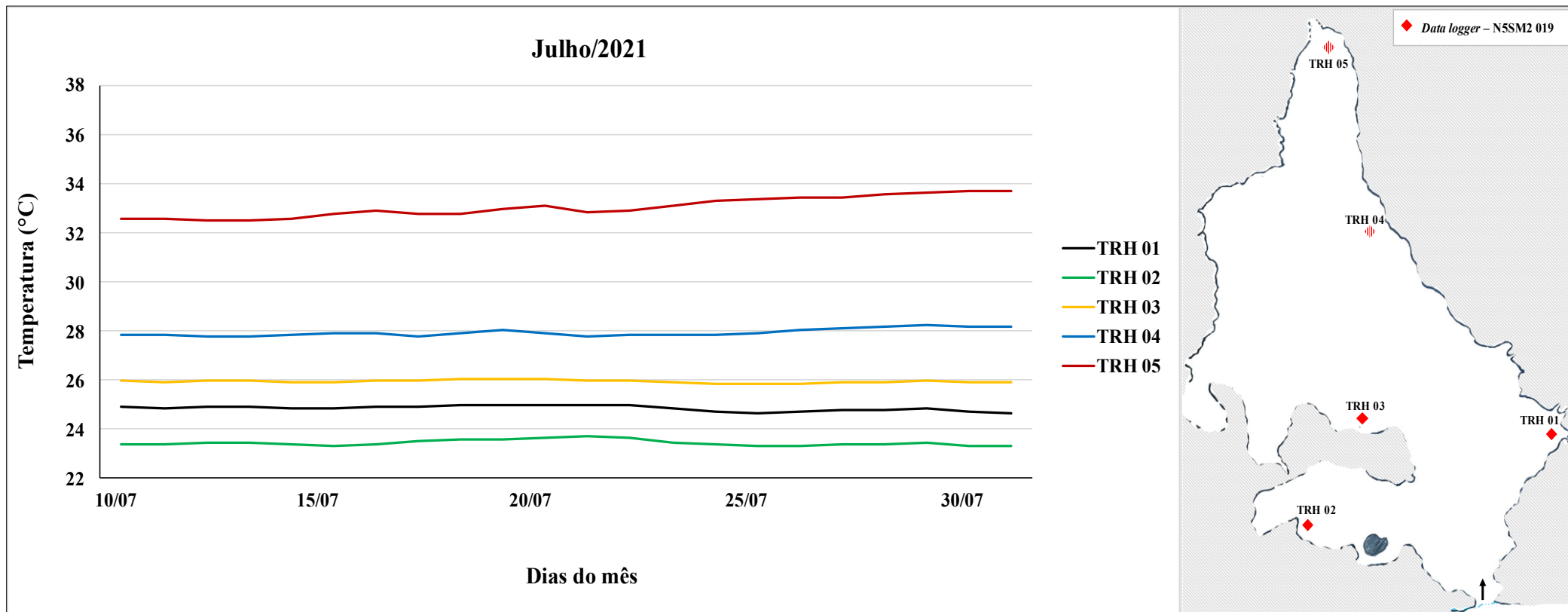


Figura MS 1.1. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de julho de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

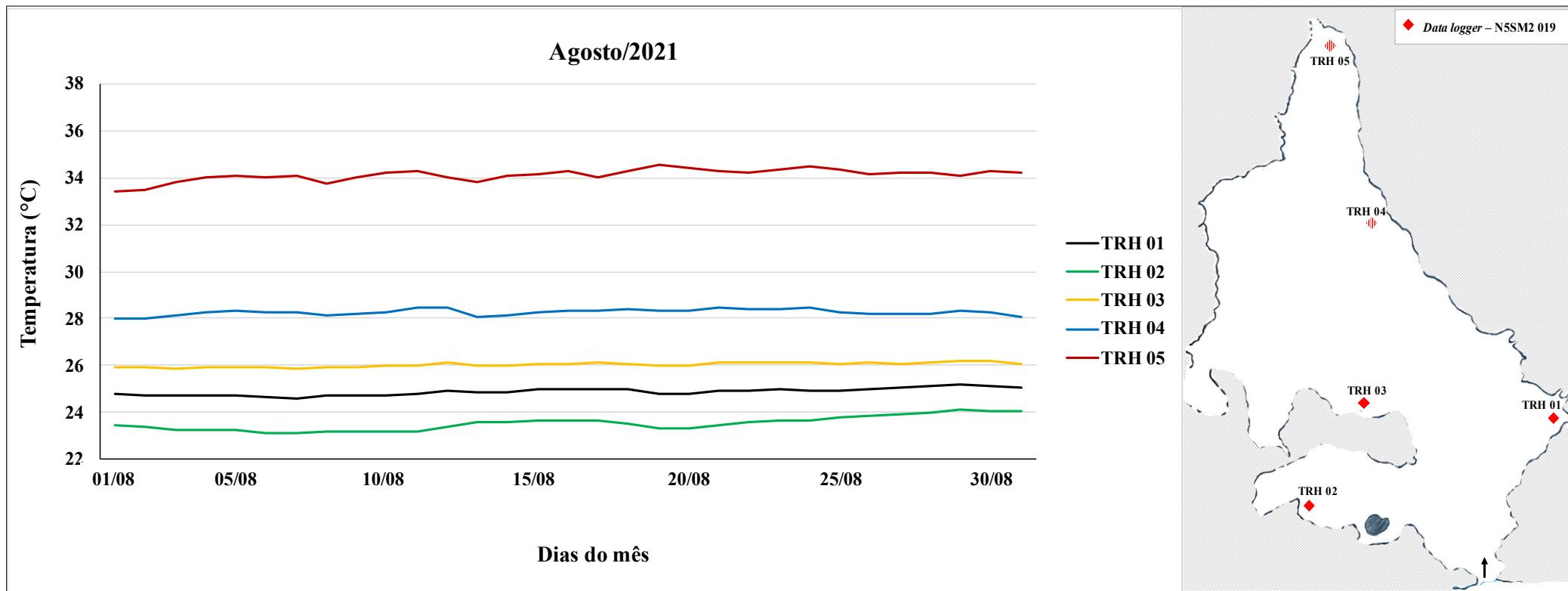


Figura MS 1.2. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de agosto de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

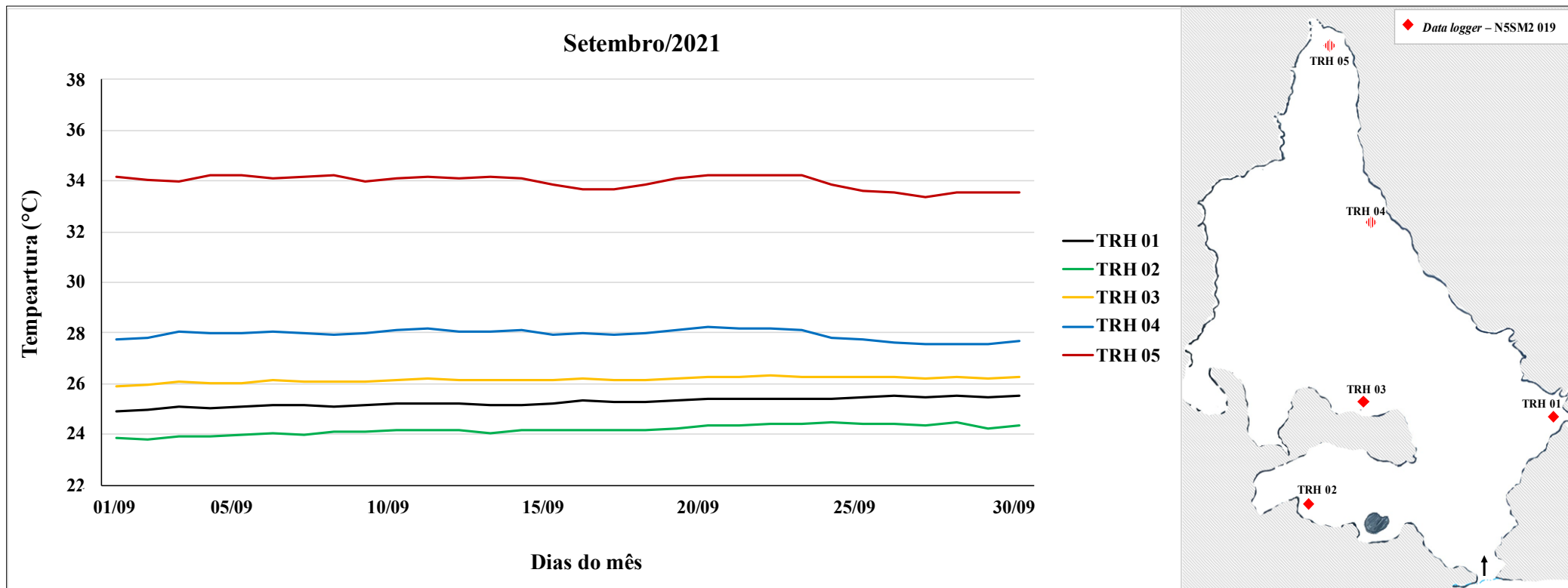


Figura MS 1.3. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de setembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

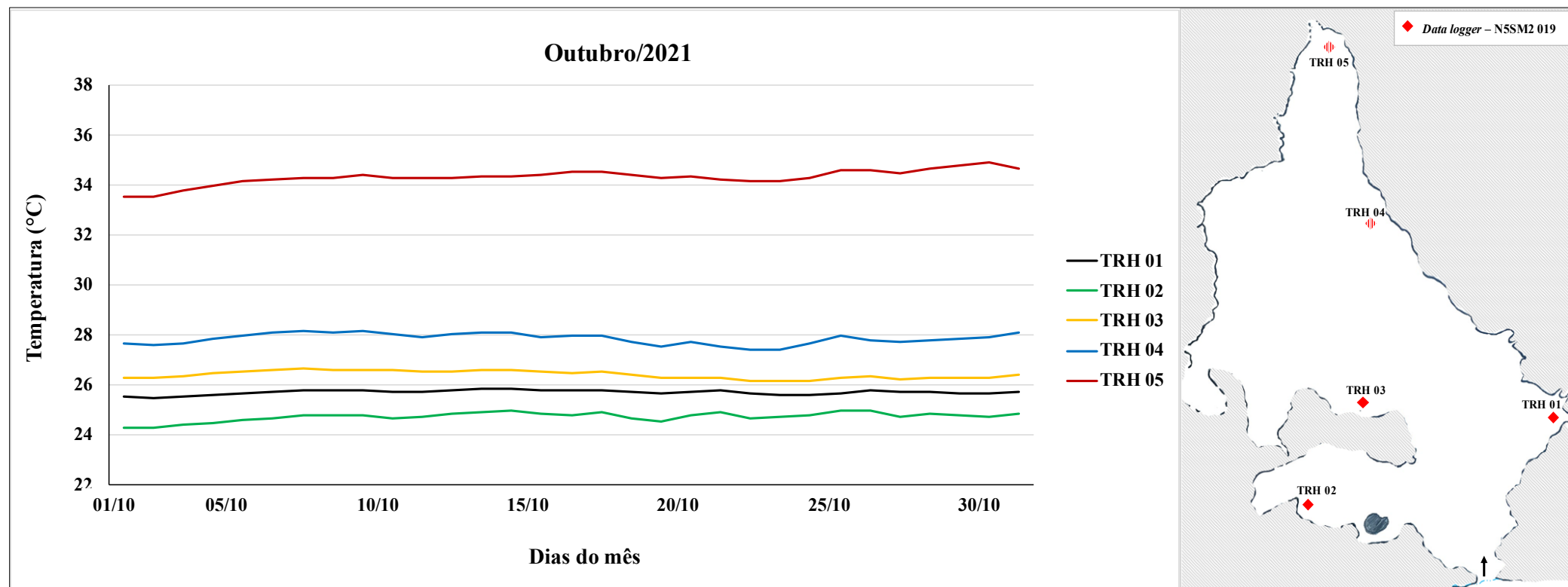


Figura MS 1.4. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de outubro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

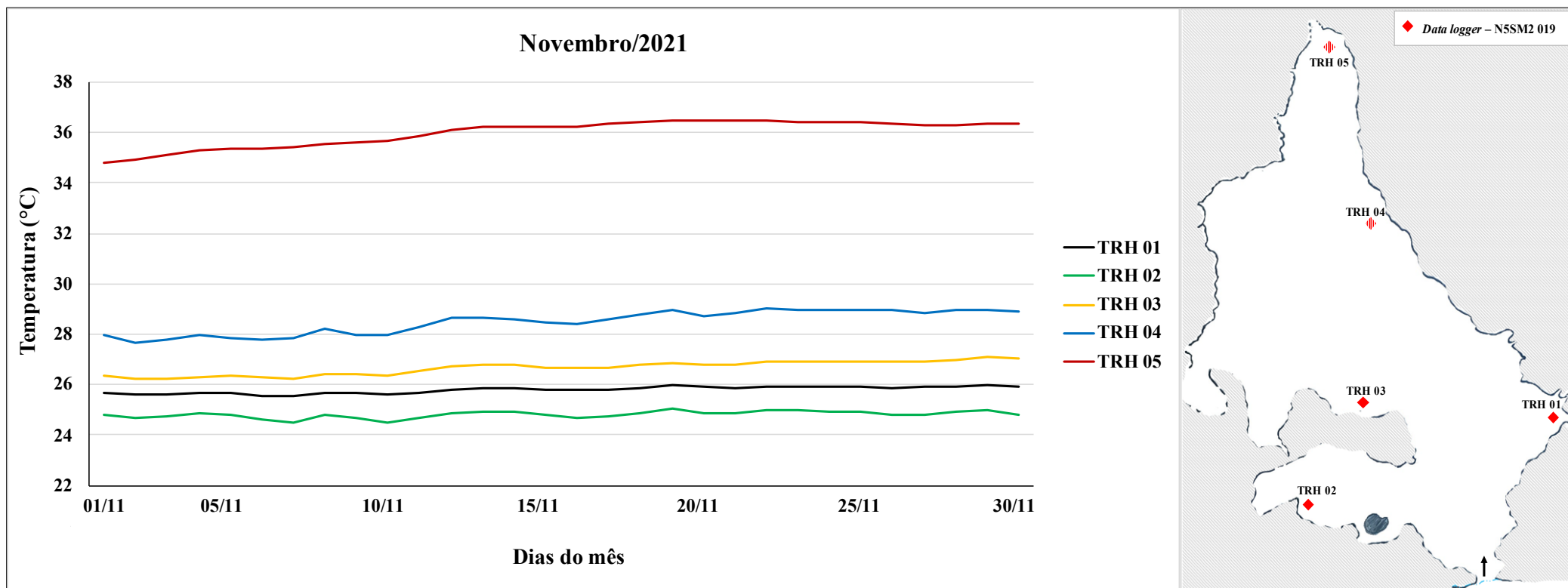


Figura MS 1.5. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de novembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

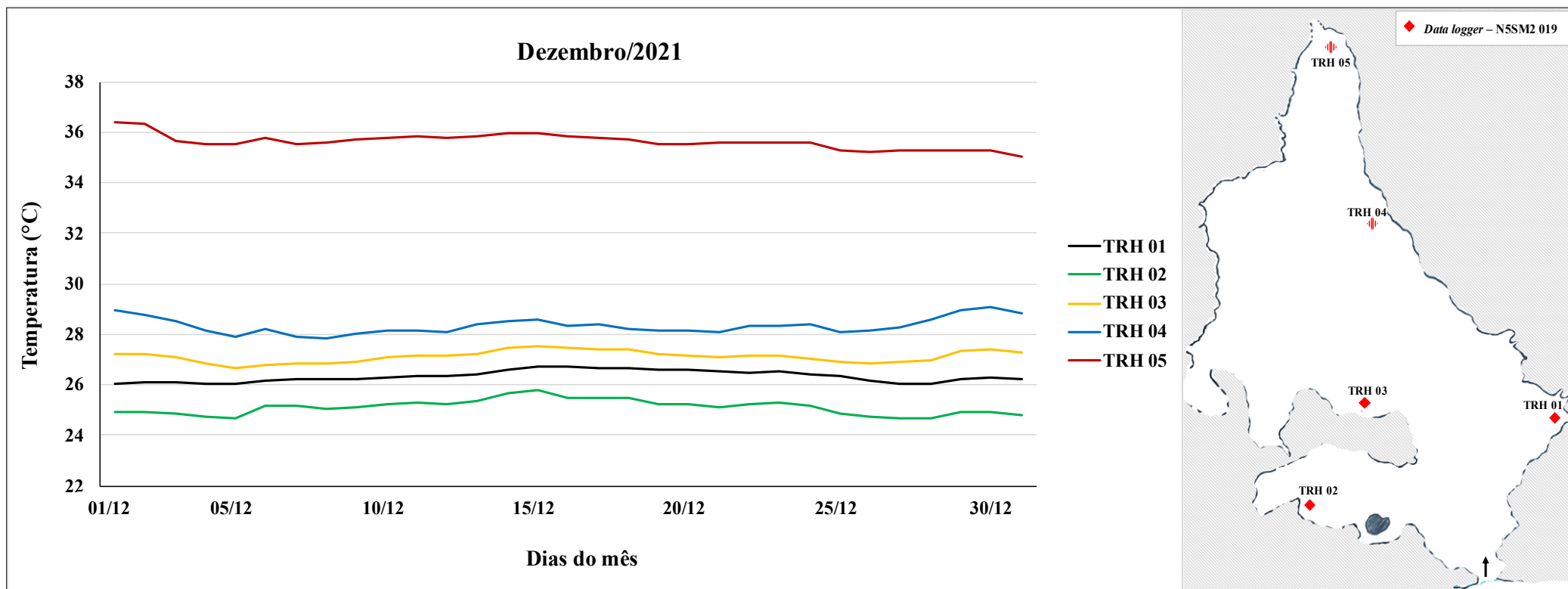


Figura MS 1.6. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de dezembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

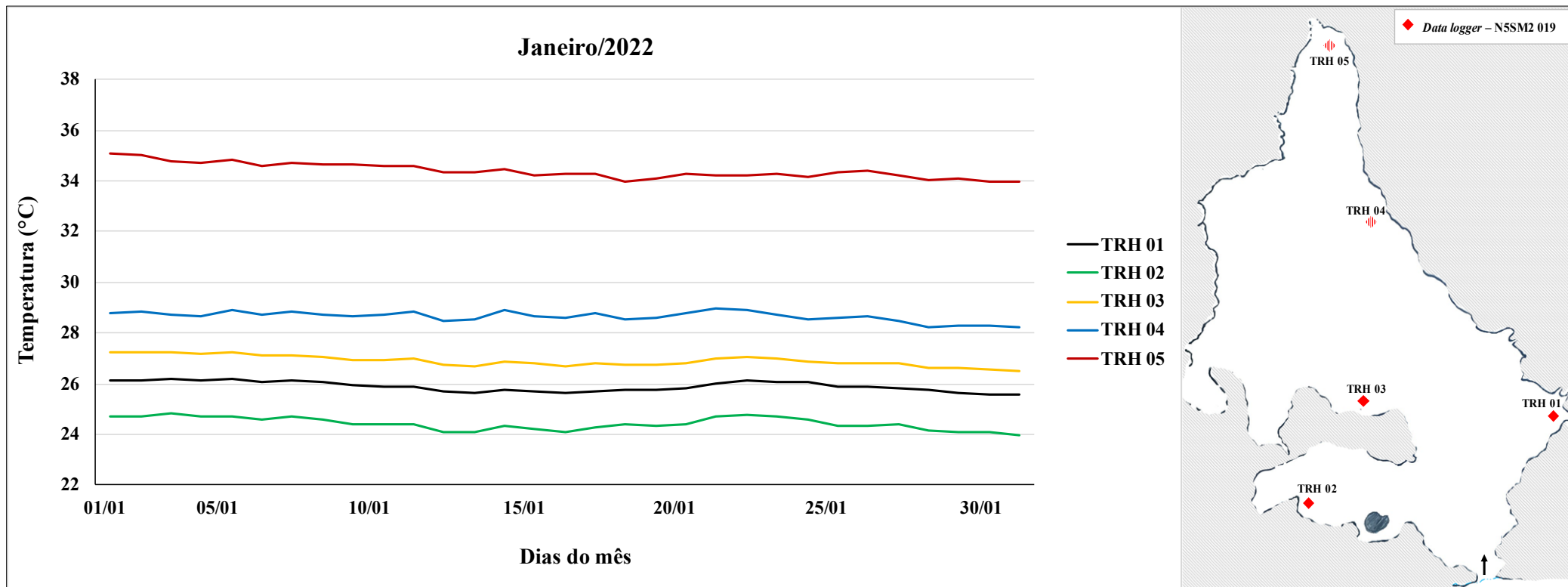


Figura MS 1.7. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de janeiro de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

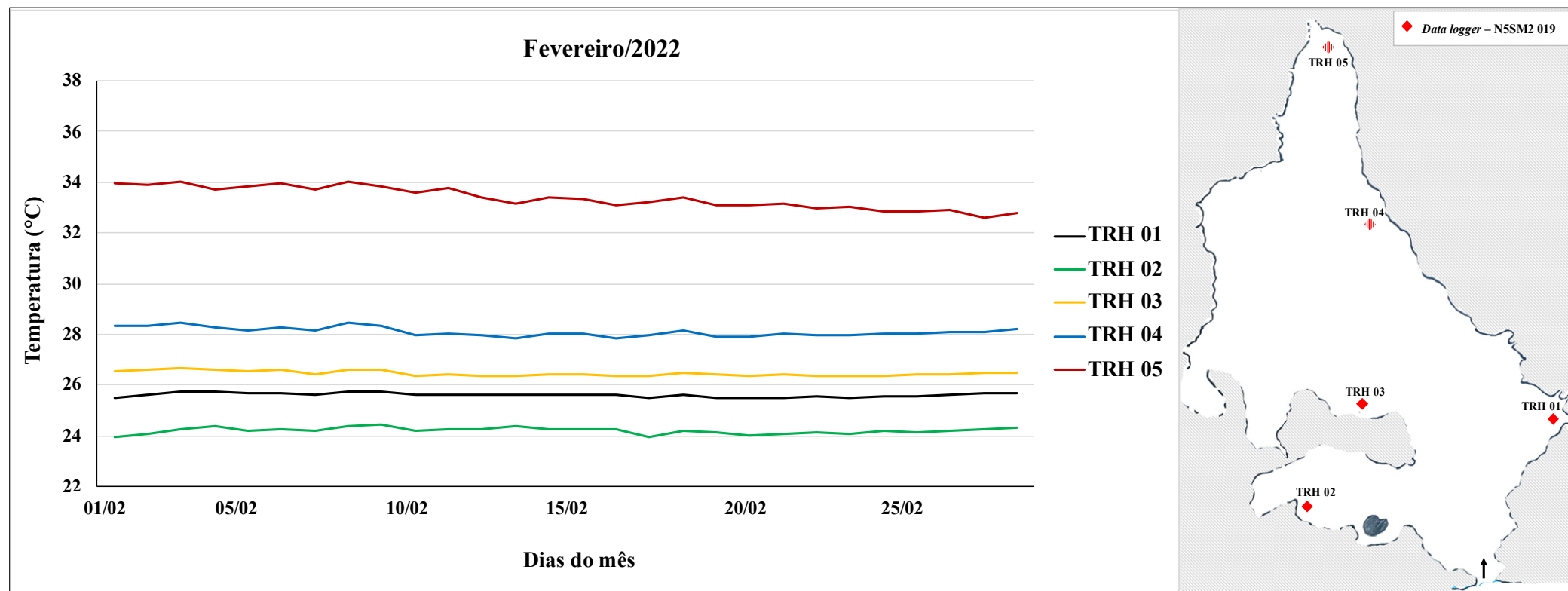


Figura MS 1.8. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de fevereiro de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*.

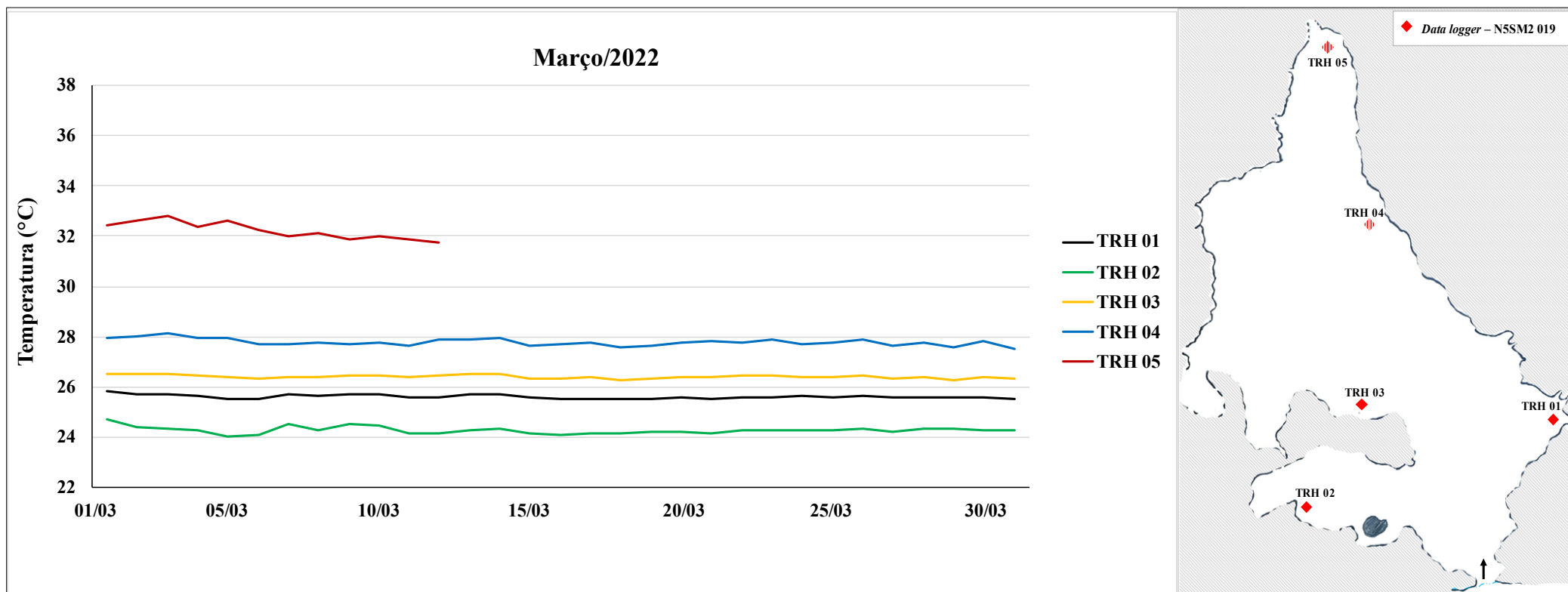


Figura MS 1.9. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de março de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. O *data logger* TRH 05 apresentou falha no início do mês.

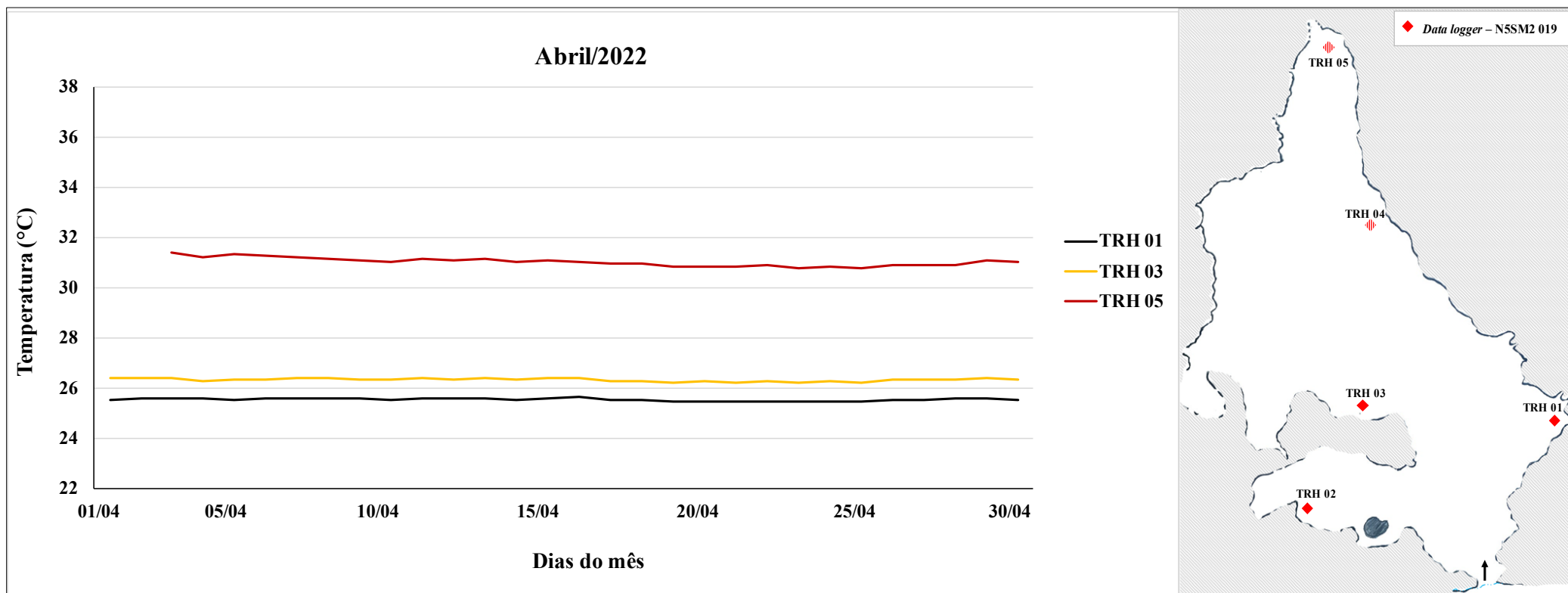


Figura MS 1.10. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de abril de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. O *data logger* TRH 04 teve seu registro de temperatura interrompido no início de abril de 2022. O *data logger* TRH 05 teve seu registro de temperatura interrompido em março de 2022 e o *data logger* TRH 02, foi deslocado para substituir o *data logger* TRH 05.

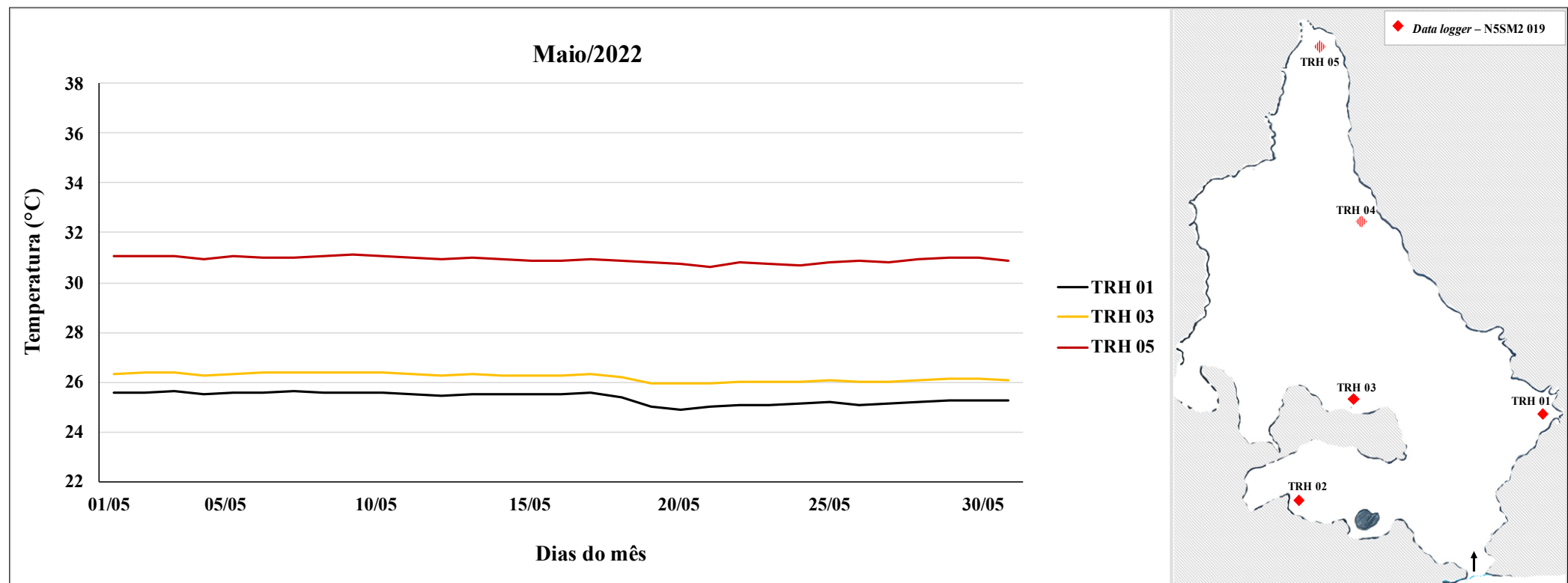






Figura MS 1.11. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de maio de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. O *data logger* TRH 04 teve seu registro de temperatura interrompido no início de abril de 2022. O *data logger* TRH 05 teve seu registro de temperatura interrompido em março de 2022 e o *data logger* TRH 02, foi deslocado para substituir o *data logger* TRH 05.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 95/133

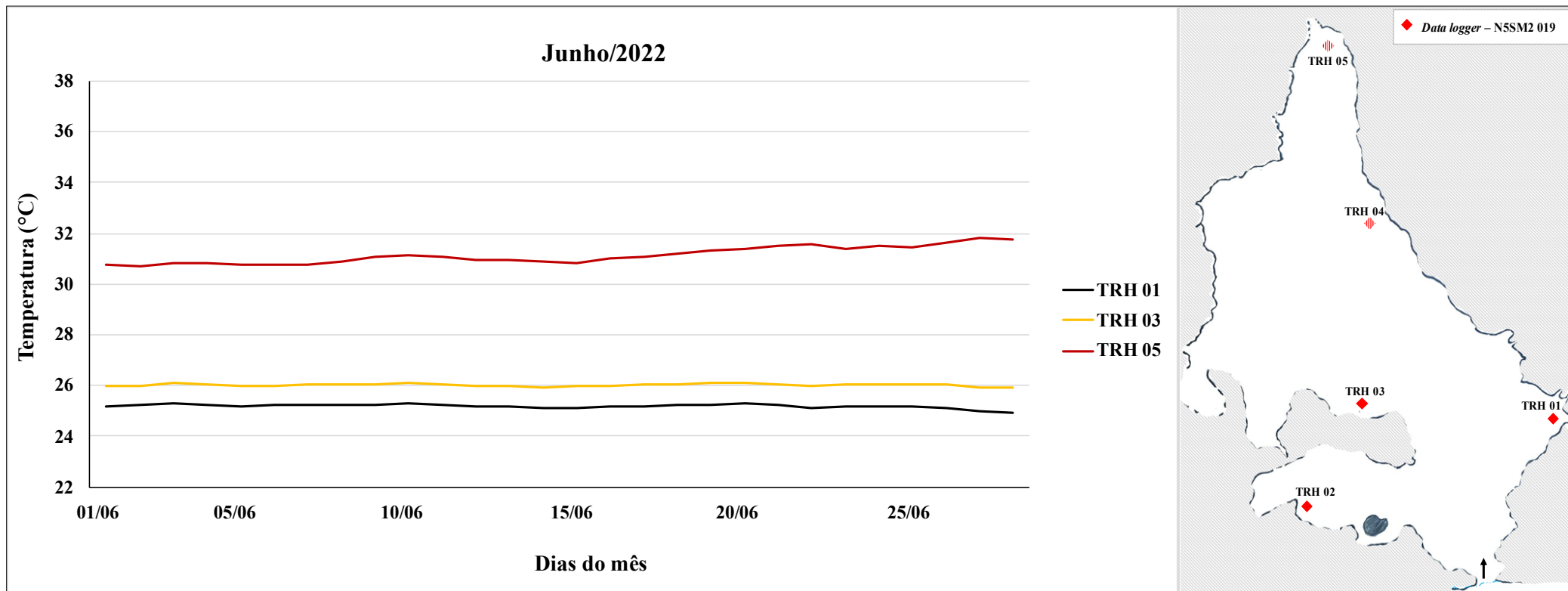


Figura MS 1.12. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 019, no mês de junho de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. O *data logger* TRH 04 teve seu registro de temperatura interrompido no início de abril de 2022. O *data logger* TRH 05 teve seu registro de temperatura interrompido em março de 2022 e o *data logger* TRH 02, foi deslocado para substituir o *data logger* TRH 05.

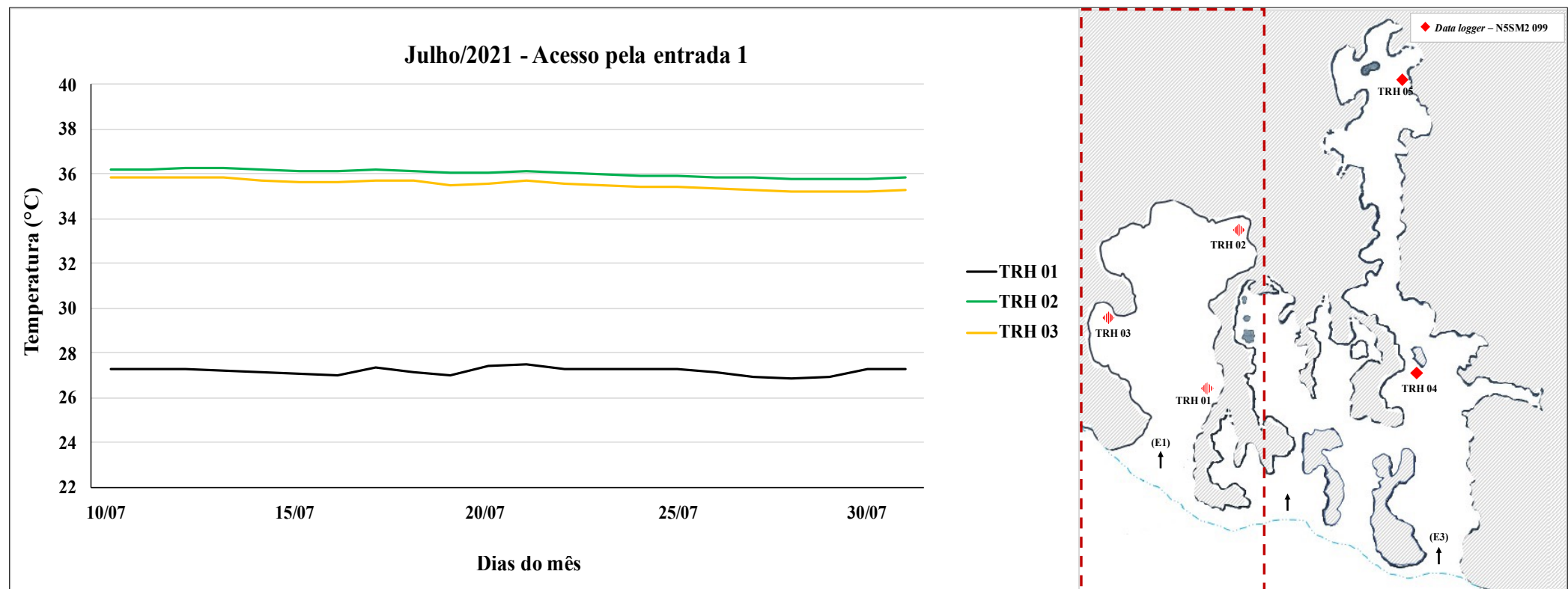


Figura MS 1.13. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de julho de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

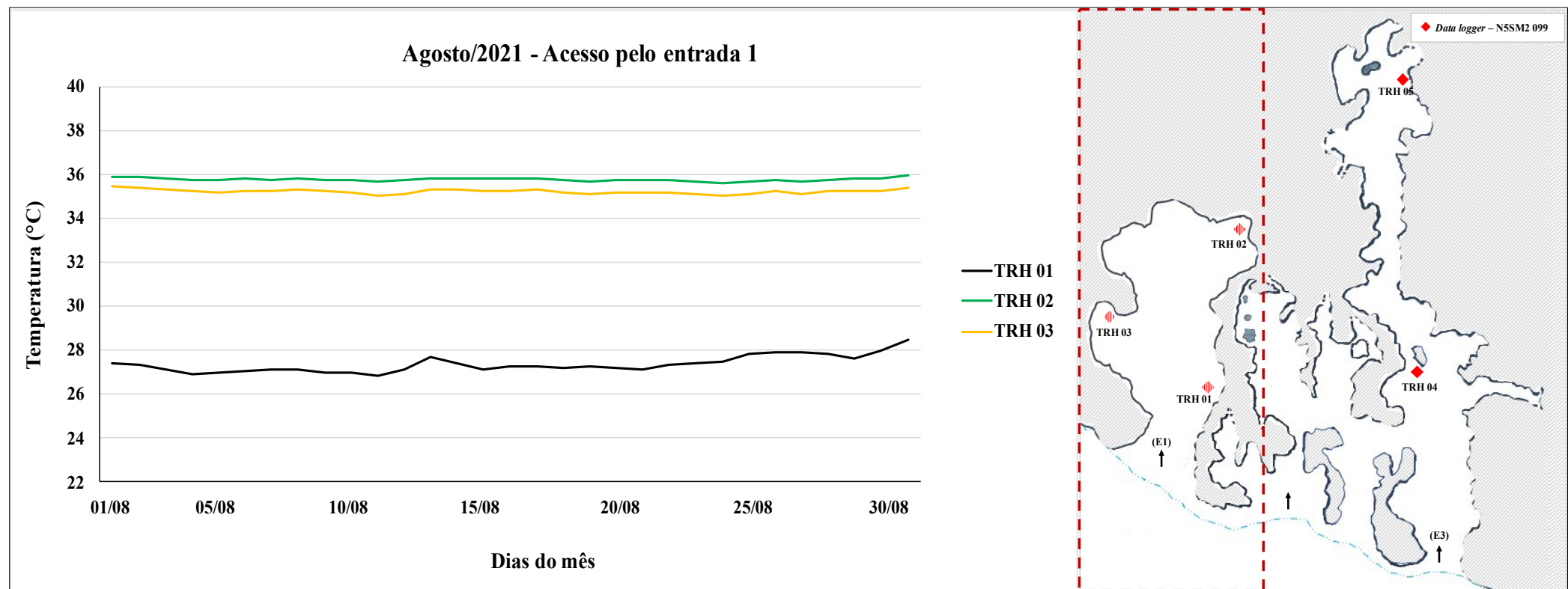


Figura MS 1.14. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de agosto de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

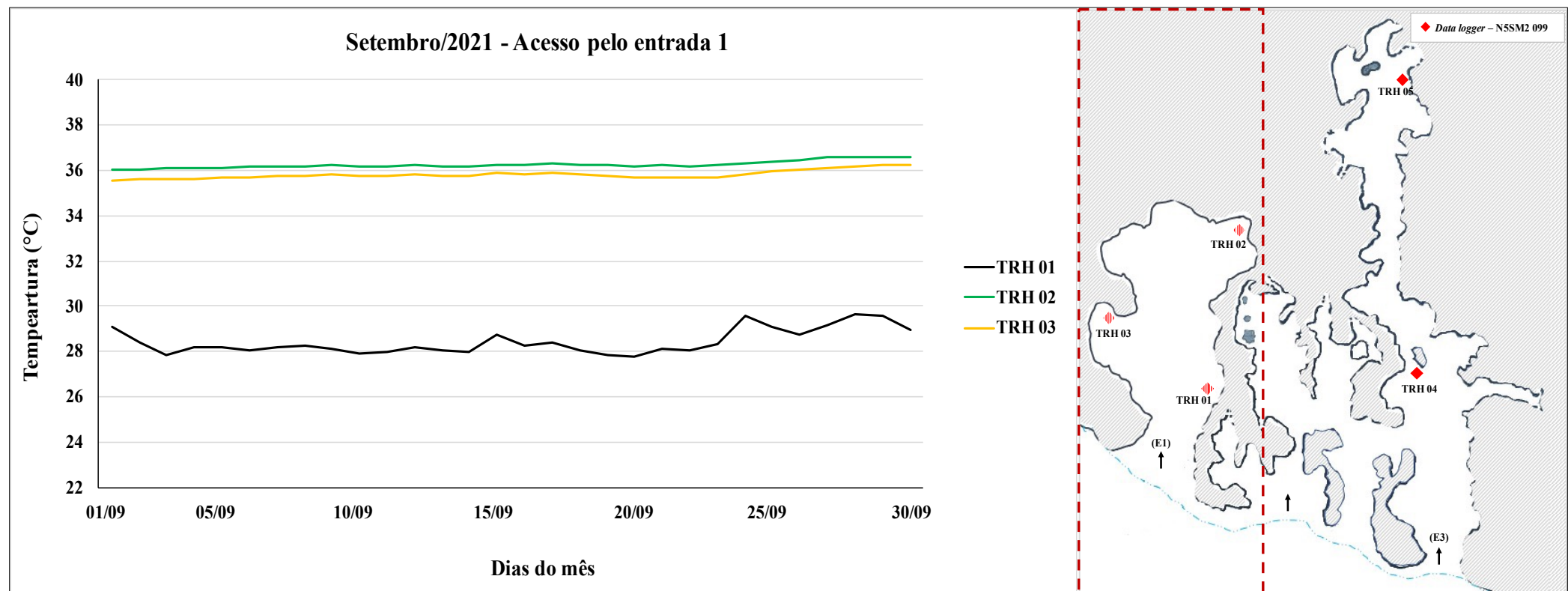


Figura MS 1.15. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de setembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

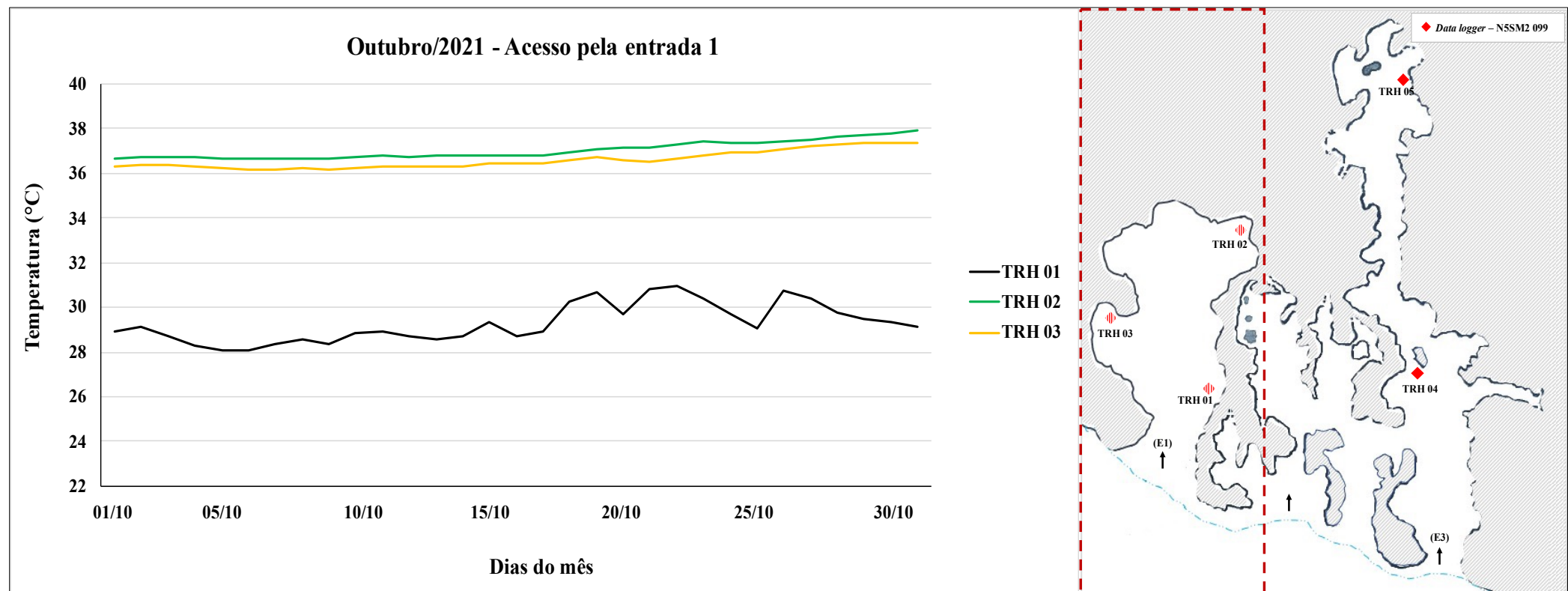


Figura MS 1.16. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de outubro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

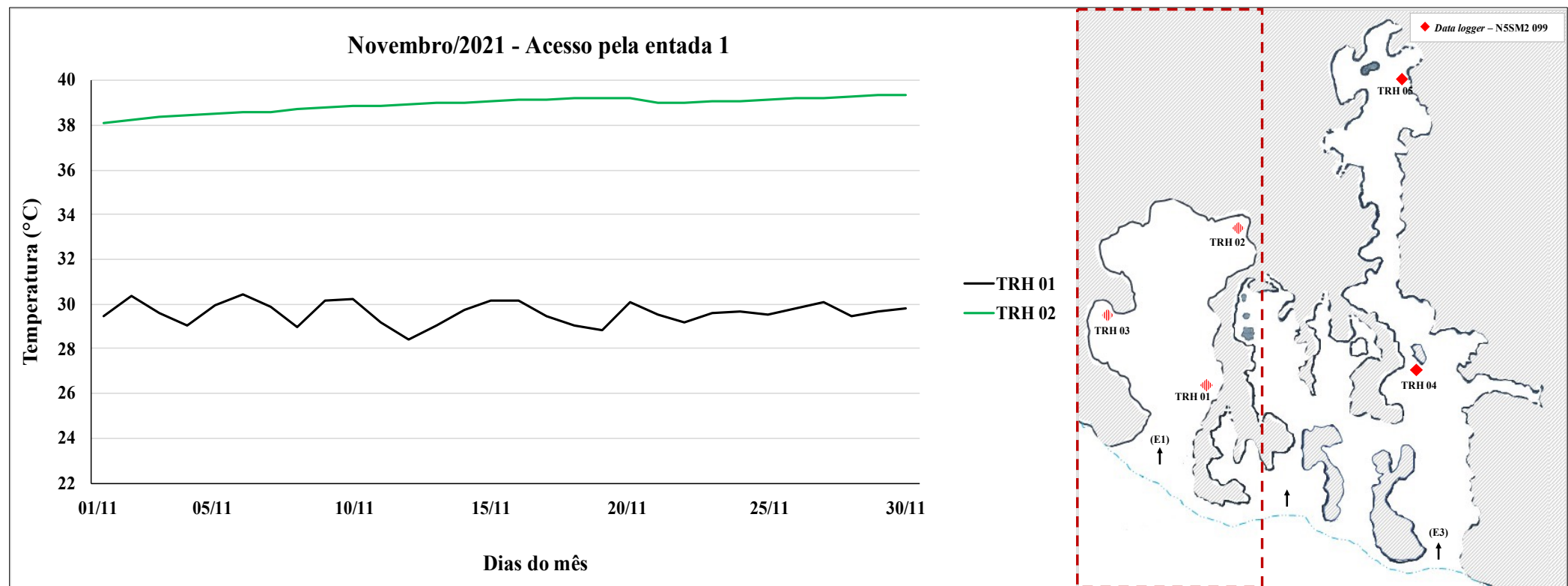


Figura MS 1.17. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de novembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna. O *data logger* TRH 03 teve seu registro interrompido em outubro de 2021.

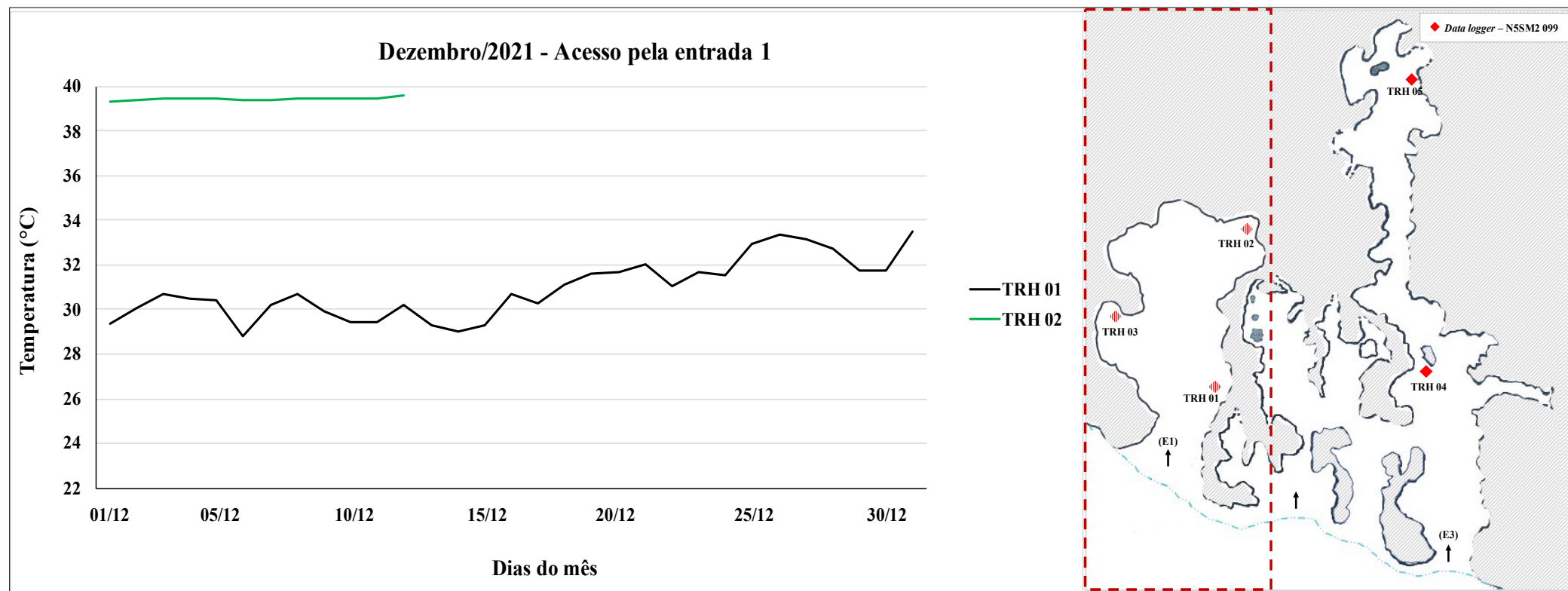






Figura MS 1.18. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de dezembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna. O *data logger* TRH 03 teve seu registro interrompido em outubro de 2021.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 102/133

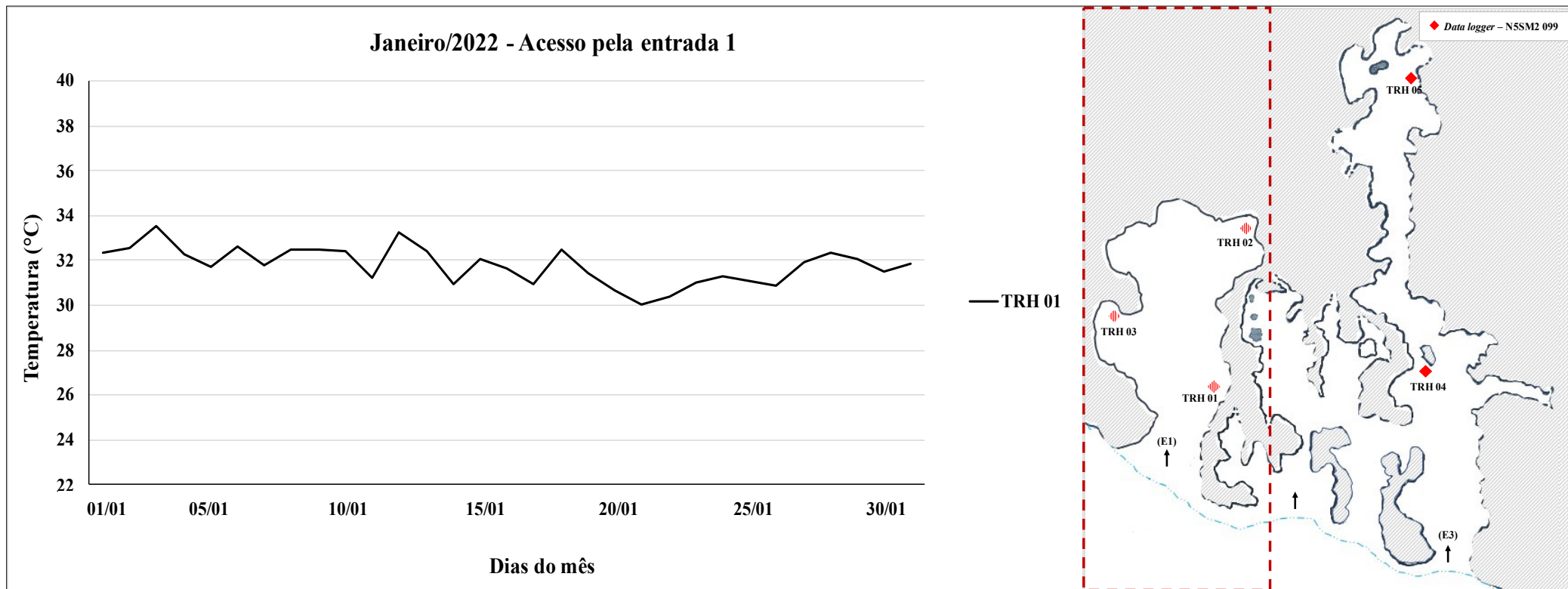






Figura MS 1.19. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de janeiro de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna. O *data logger* TRH 02 teve seu registro interrompido em dezembro de 2021 e o *data logger* TRH 03 teve seu registro interrompido em outubro de 2021.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 103/133

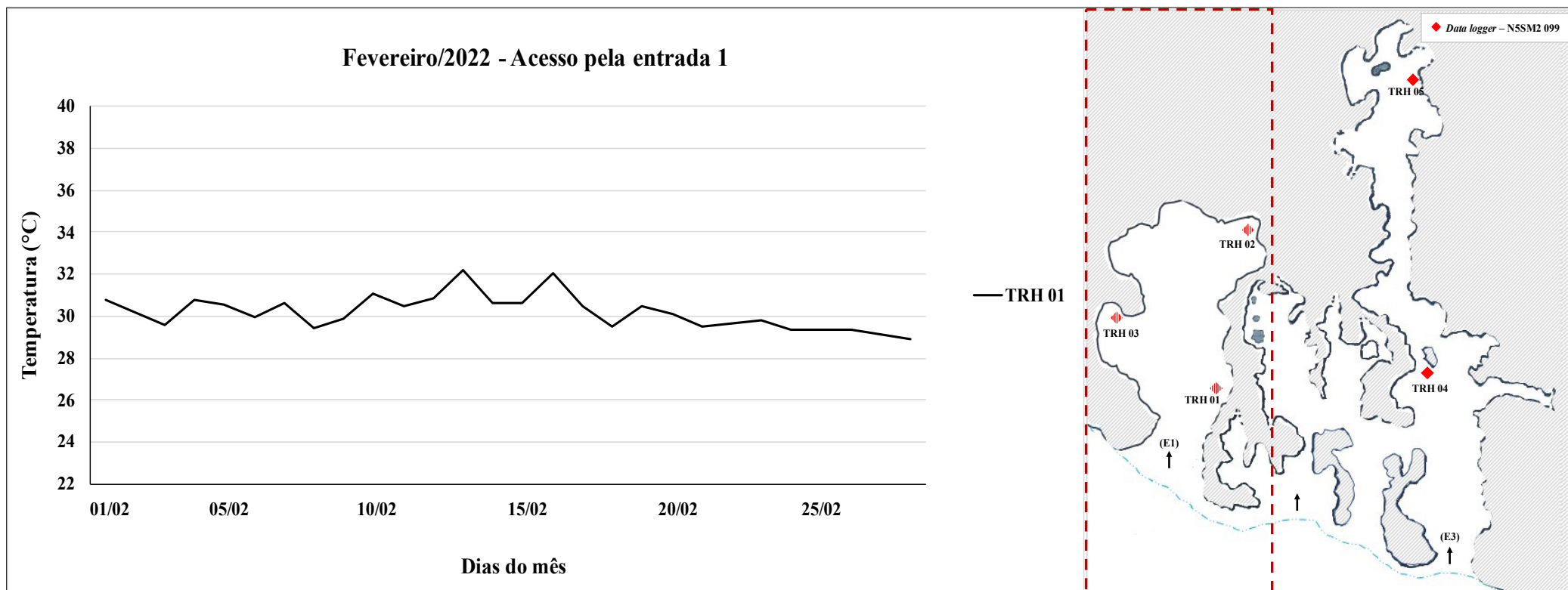


Figura MS 1.20. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de fevereiro de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna. O *data logger* TRH 02 teve seu registro interrompido em dezembro de 2021 e o *data logger* TRH 03 teve seu registro interrompido em outubro de 2021.

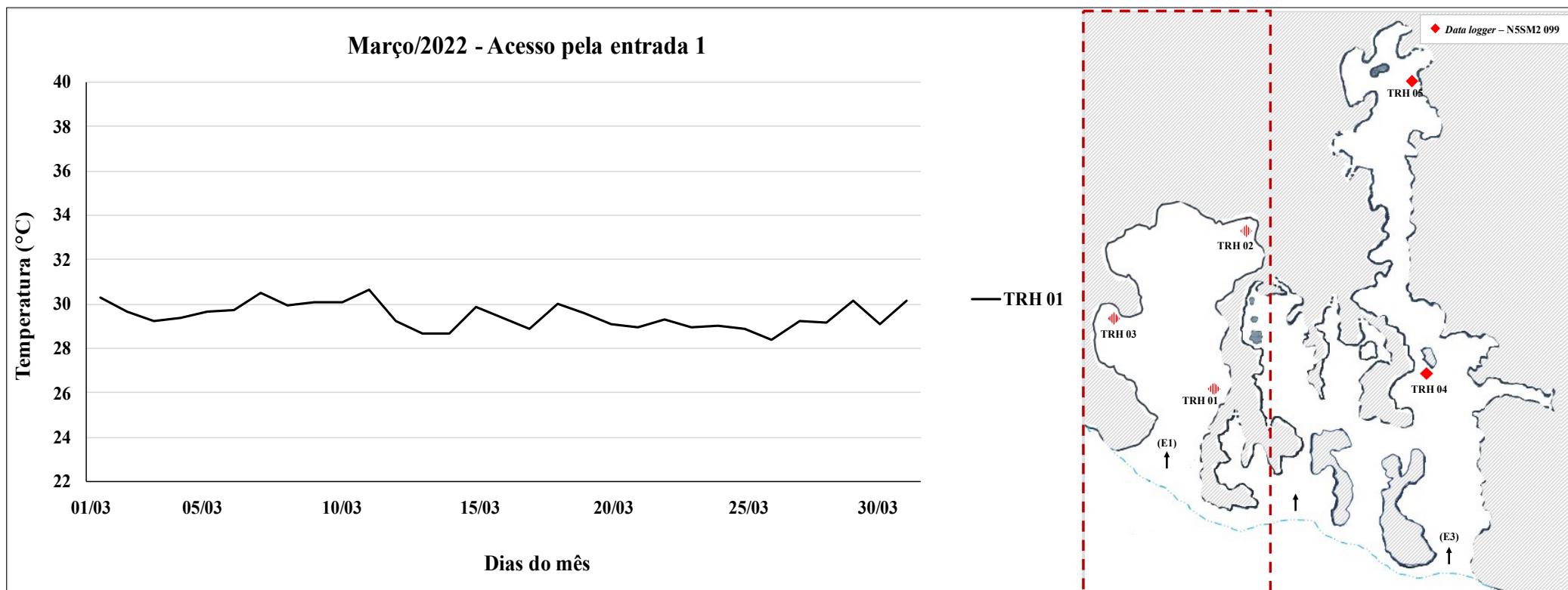






Figura MS 1.21. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 1, no mês de março de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna. O *data logger* TRH 02 teve seu registro interrompido em dezembro de 2021 e o *data logger* TRH 03 teve seu registro interrompido em outubro de 2021. Esse também foi o último mês de registro da temperatura nessa área da caverna.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 105/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

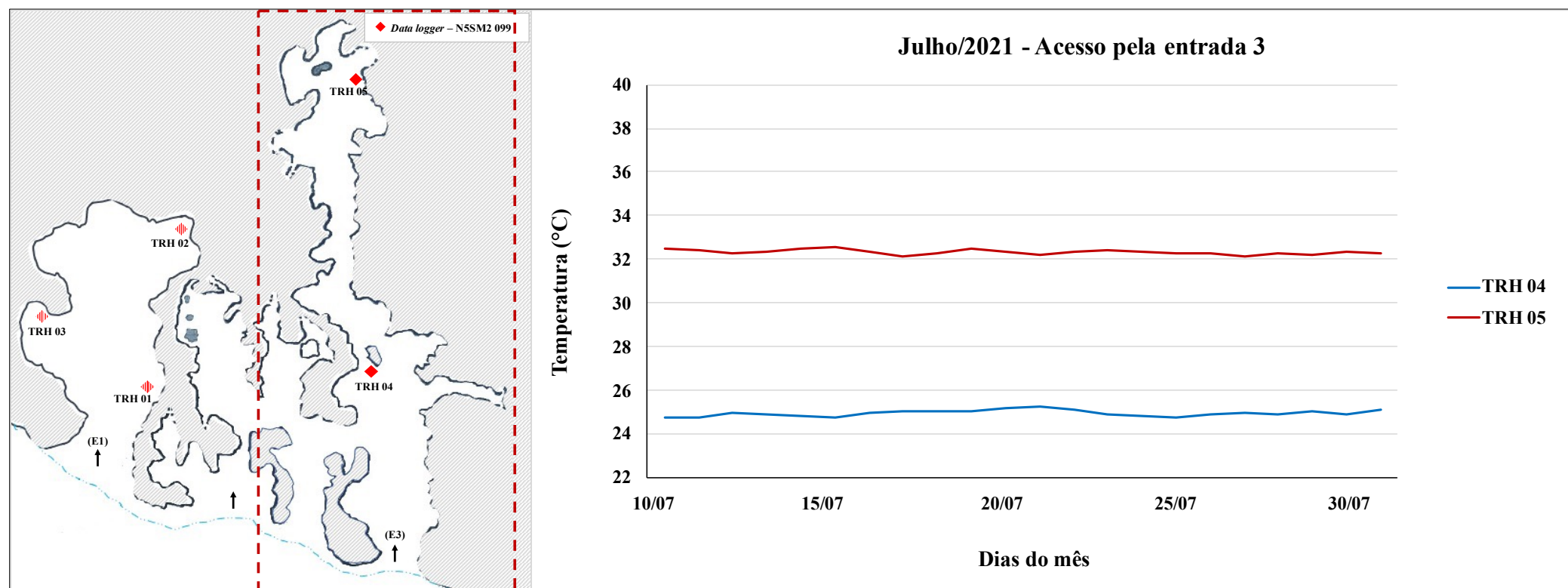


Figura MS 1.22. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de julho de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

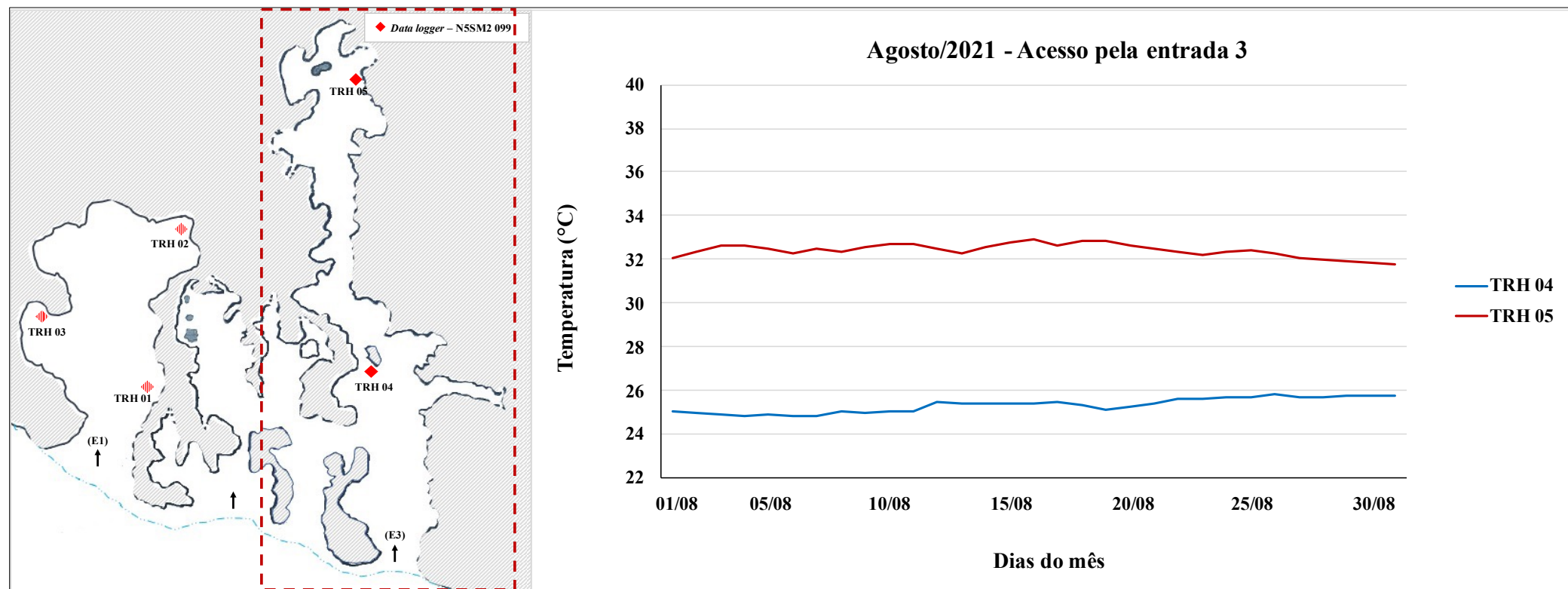


Figura MS 1.23. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de agosto de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

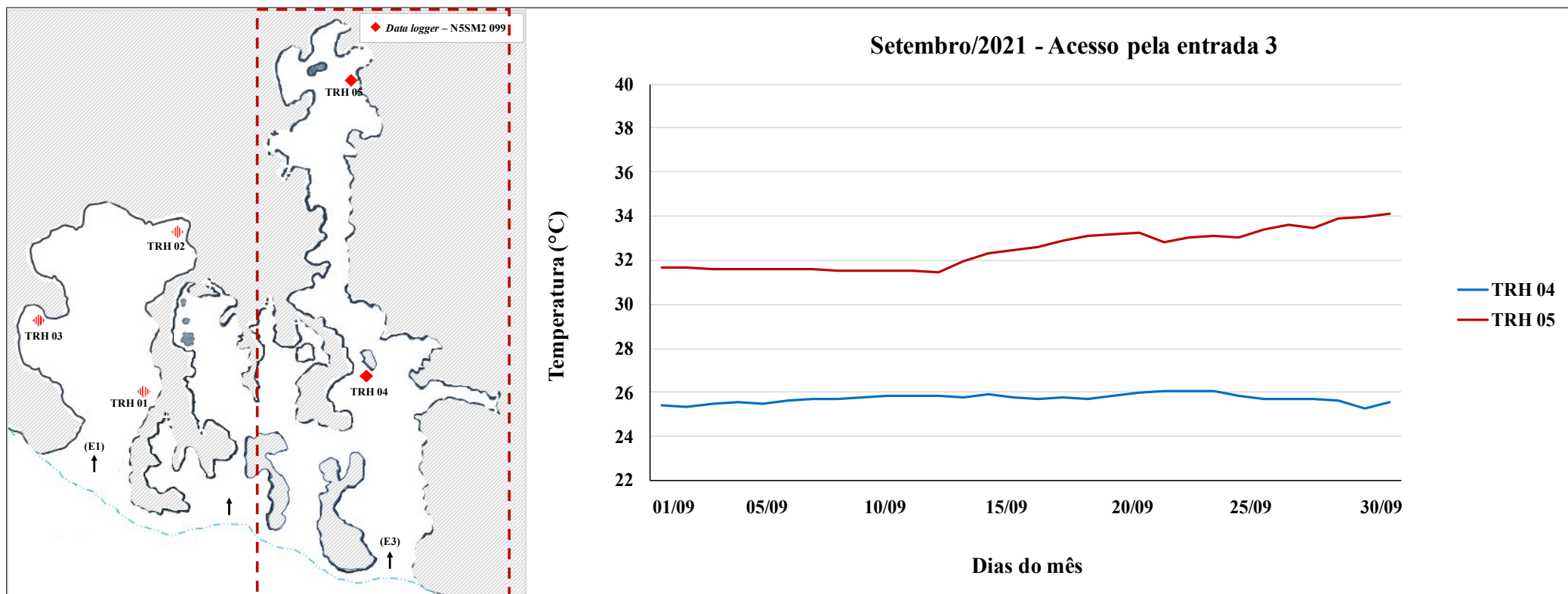


Figura MS 1.24. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de setembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

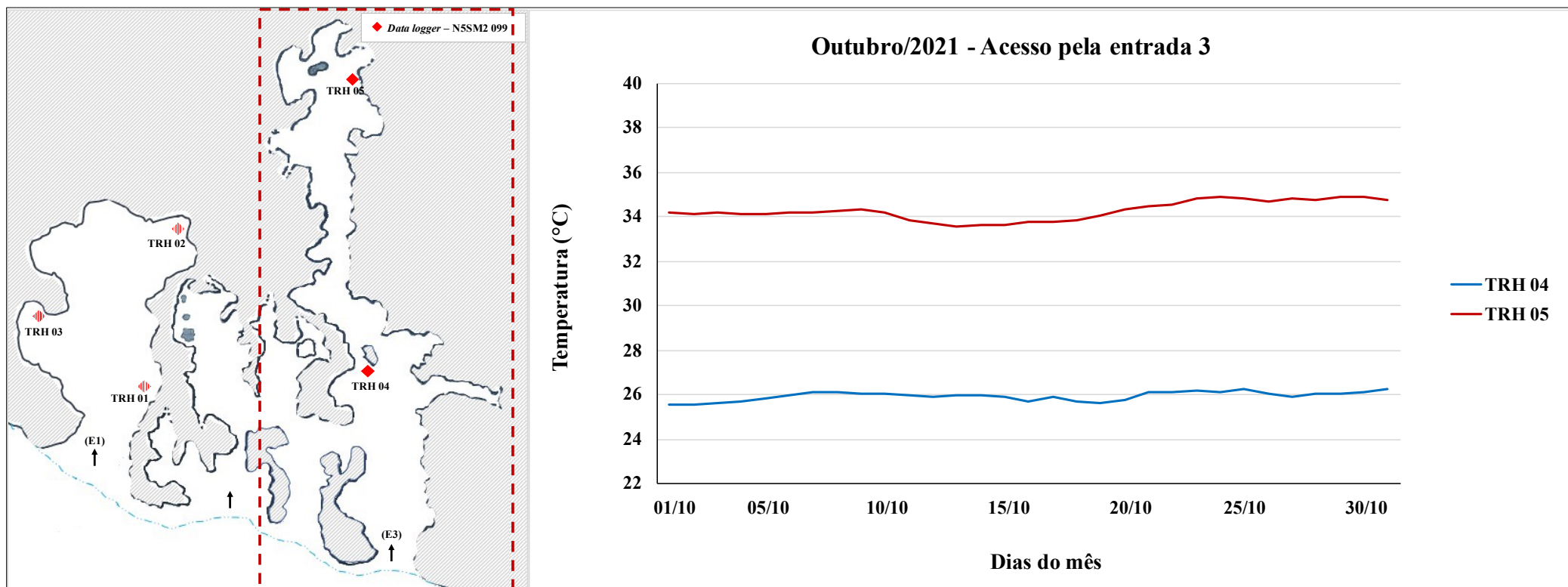


Figura MS 1.25. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de outubro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

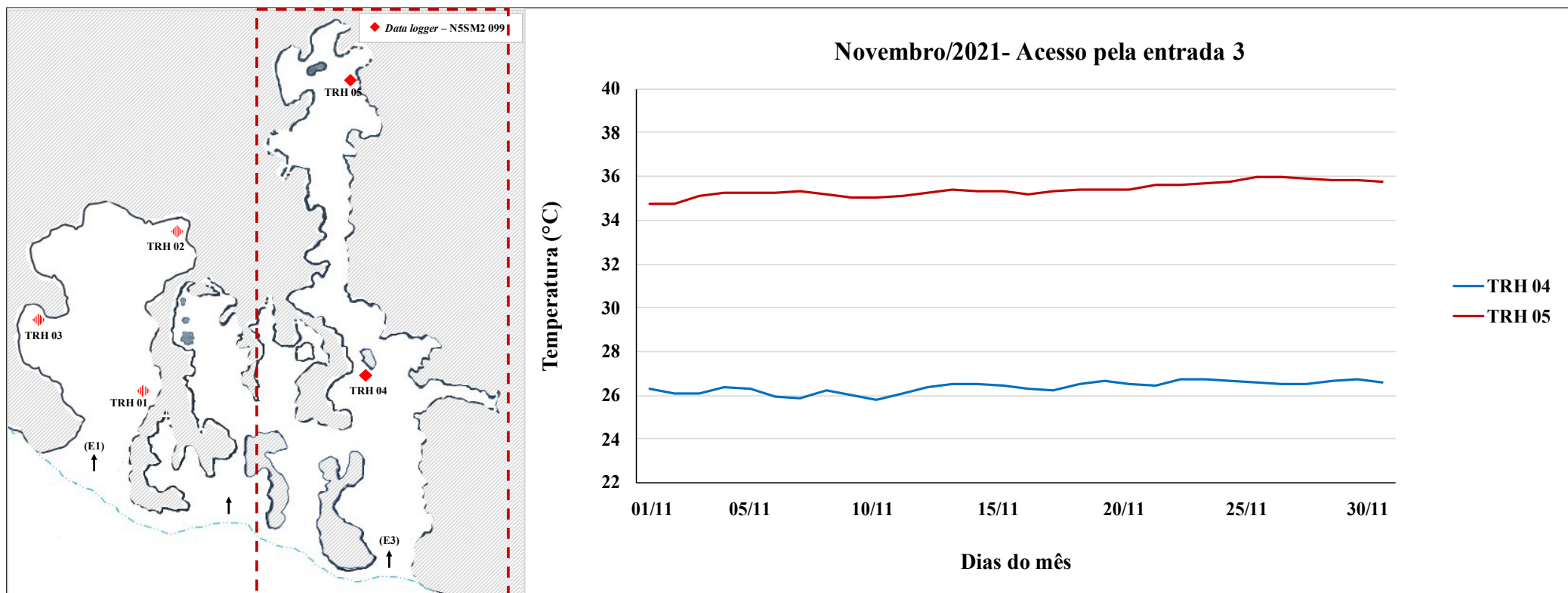


Figura MS 1.26. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de novembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

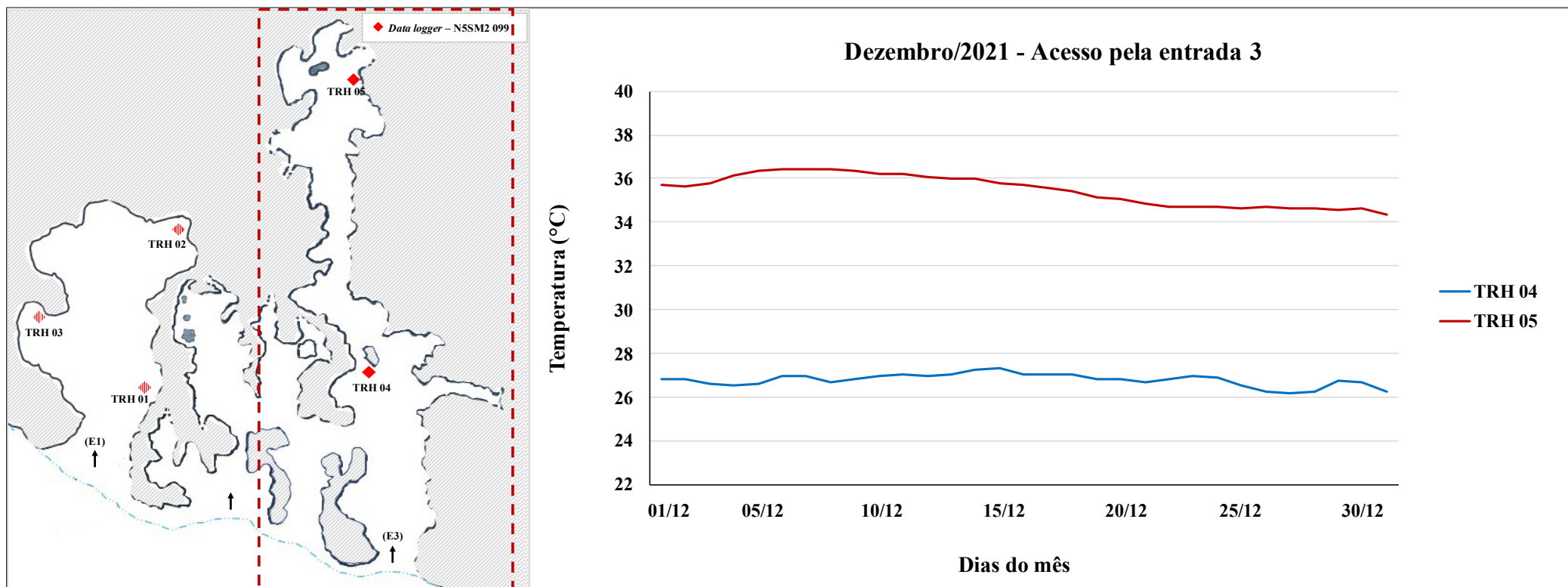


Figura MS 1.27. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de dezembro de 2021. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

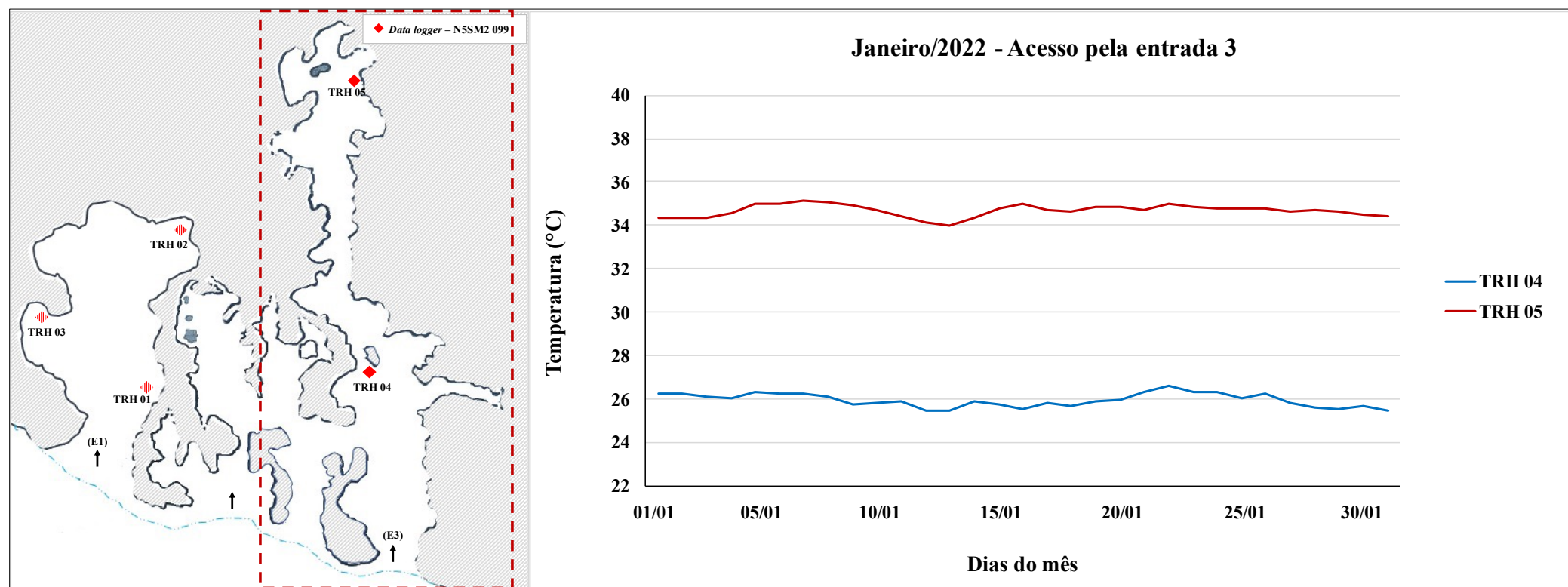


Figura MS 1.28. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de janeiro de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

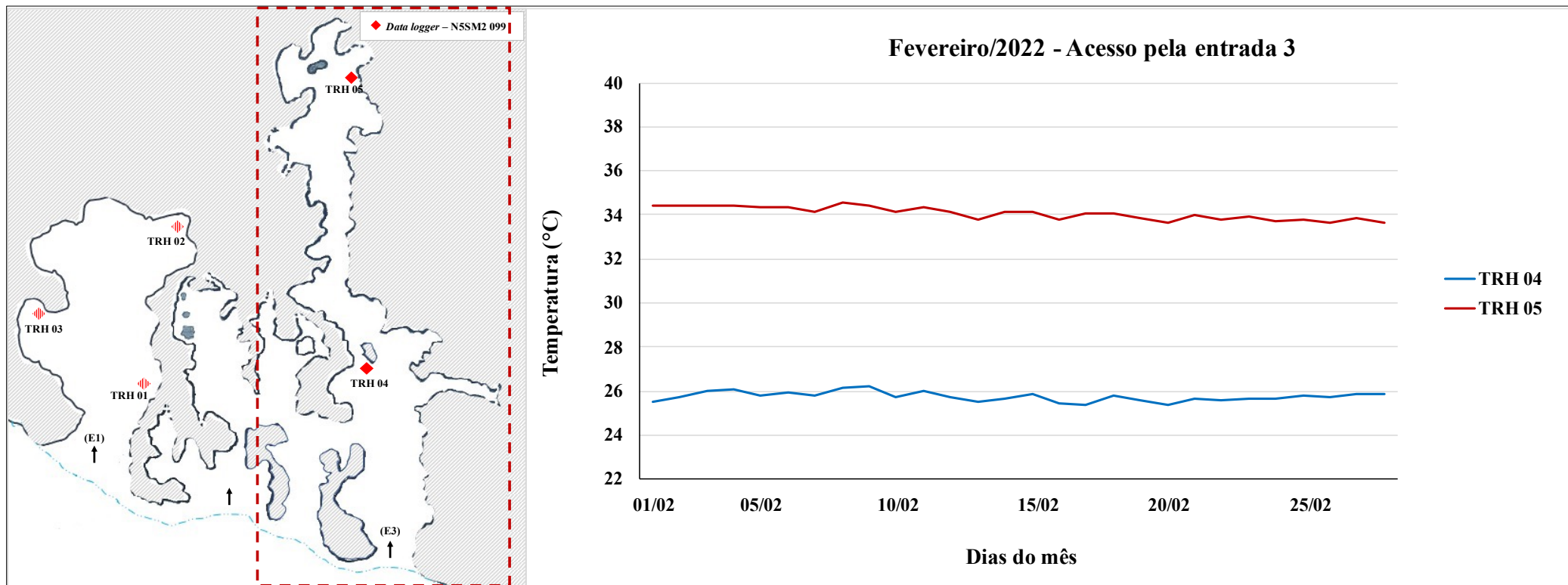


Figura MS 1.29. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de fevereiro de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

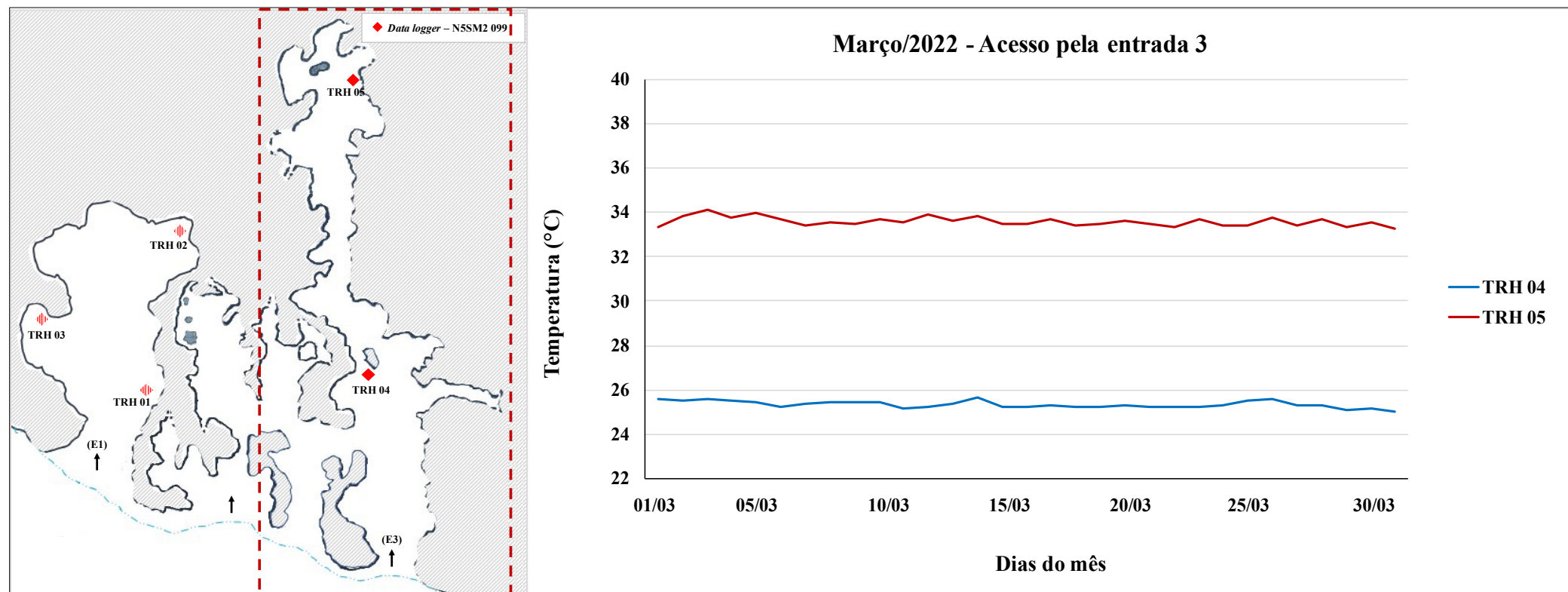


Figura MS 1.30. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de março de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

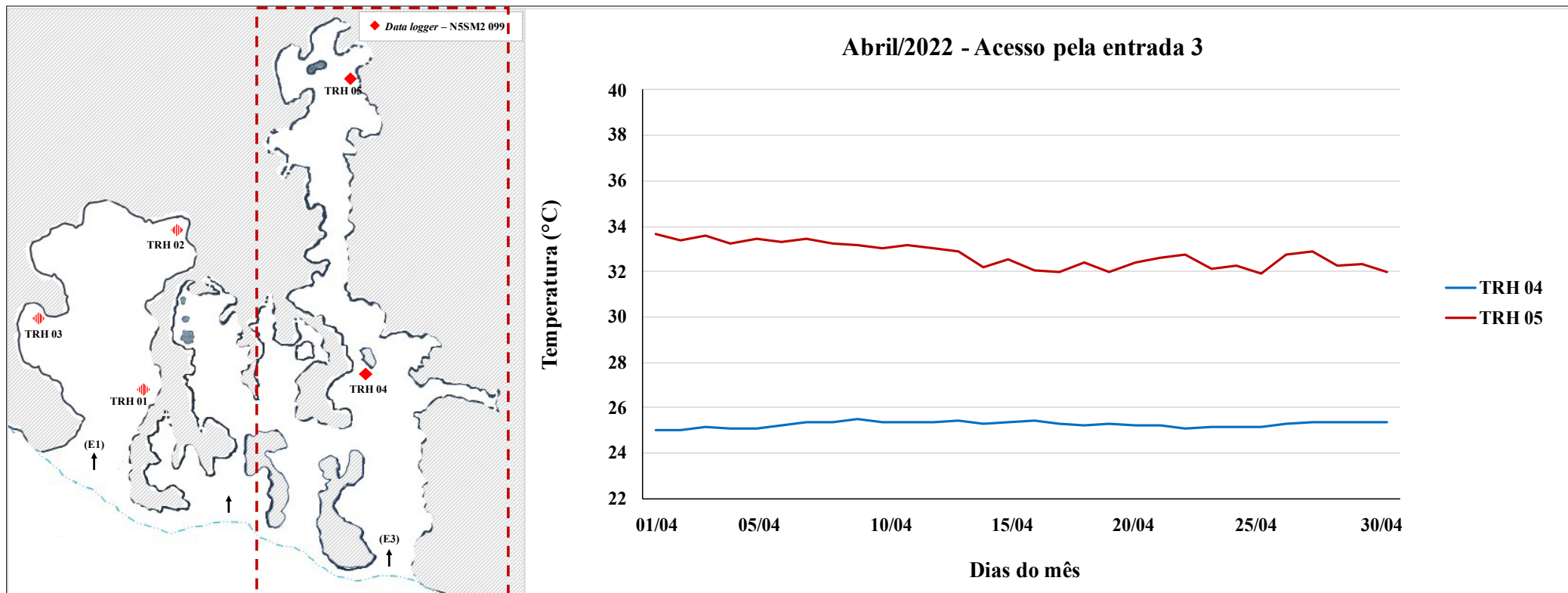


Figura MS 1.31. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de abril de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

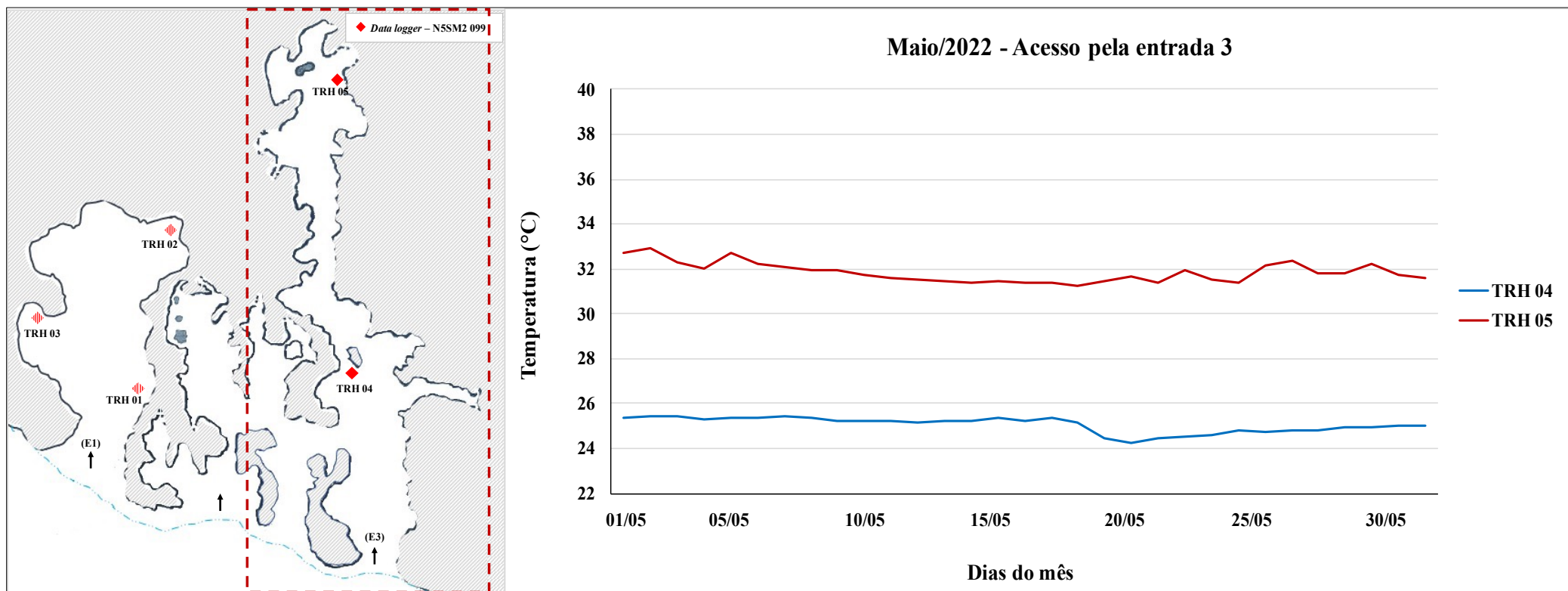


Figura MS 1.32. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de maio de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.

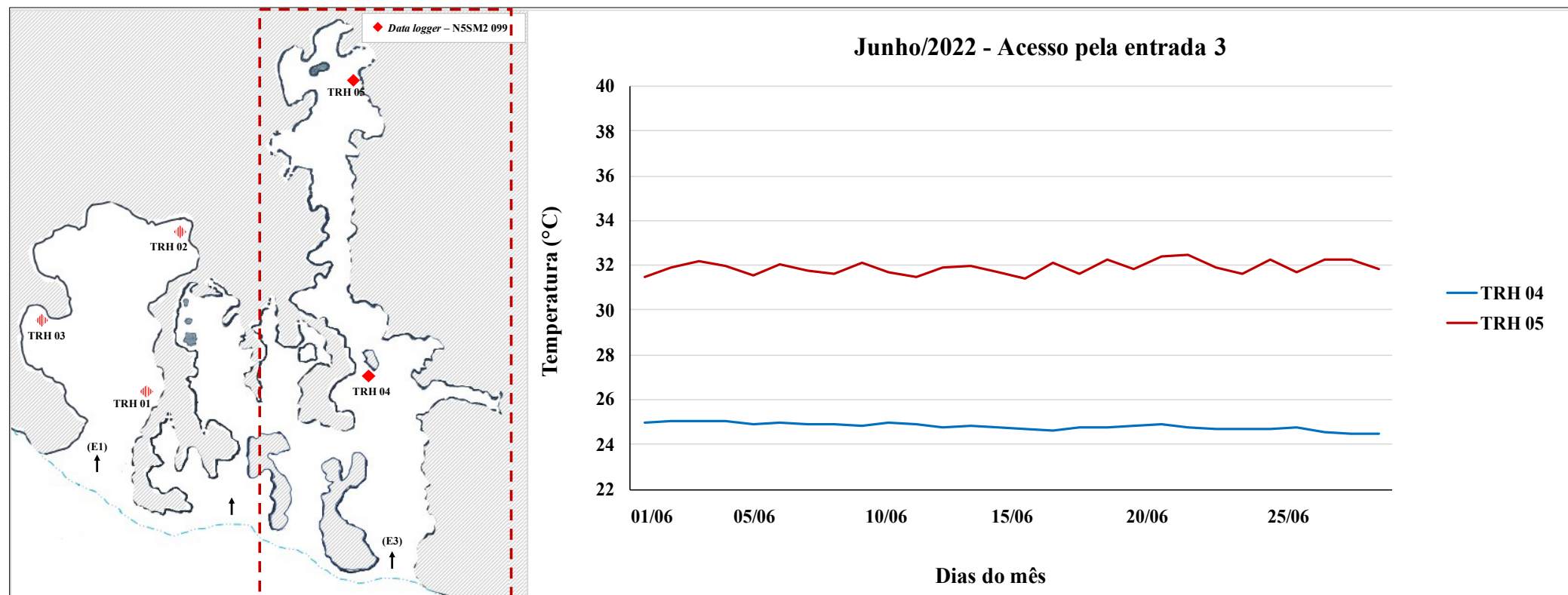






Figura MS 1.33. Média diária da temperatura registrada na *bat cave* N5SM2 099, na área acessada pela entrada 3, no mês de junho de 2022. TRH corresponde aos *data loggers* instalados na *bat cave*. A linha tracejada em vermelho indica a área correspondente da caverna.





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 117/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

MS 2.

Descrição das espécies registradas nas *bat caves* N5SM2 019 e N5SM2 099

Imagens dessa sessão:

© Roberto Leonan Morim Novaes

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 118/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	



Nome científico: *Carollia*

perspicillata





Distribuição: Registrada desde o México até o Brasil, e no Paraguai (Simmons, 2005). No Brasil, é amplamente distribuída e se encontra em 24 estados (Ortêncio Filho et al., 2006).

Comprimento antebraço: 38 – 44 mm (Ortêncio Filho et al., 2006).

Peso: 18,5 g média (Ortêncio Filho et al., 2006).

A característica principal para reconhecer indivíduos deste gênero é o queixo com uma verruga central rodeada

por pequenas verrugas em forma de U (Ortêncio Filho et al., 2006). A identificação de espécies deste gênero é um pouco complicada e precisa da observação de vários caracteres. São morcegos de tamanho mediano, sendo geralmente um pouco maior que *C. brevicauda*, assim, podem ter uma sobreposição nas medidas corporais. A cor da pelagem das costas varia de marrom quase negro a marrom ferruginoso ou cinza, ainda que se tenha reportado indivíduos de cor laranja-pálido na América Central (Ortêncio Filho et al., 2006). A pelagem é curta, densa e não tem uma concentração de pelos no antebraço. A fileira superior de dentes é linear na parte lingual e o maxilar inferior tende a ter forma de V (Cloutier e Thomas, 1992). Pode ser encontrado em florestas tropicais e subtropicais úmidas, e também secas, assim como em savanas úmidas e secas. Além de ser amplamente distribuída, é muito abundante na maioria das localidades onde é reportado. É também comumente encontrado em ambientes perturbados (Barquez et al., 2015a). Tem preferência por consumir plantas do gênero *Piper* (Piperaceae), frequentemente encontrada em áreas abertas e em bordas de mata (Fleming, 1988; Peracchi et al., 2006a). Entretanto, pode alimentar-se de uma ampla variedade de frutos e insetos (Peracchi et al., 2006a). Refugia-se geralmente em cavernas, bueiros, edificações abandonadas (Peracchi et al. 2006b). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Barquez et al., 2015a).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 119/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	







Nome científico: *Glossophaga soricina*

Distribuição: Tem uma ampla distribuição e é registrado desde o México até o sul do Brasil, e norte da Argentina, incluindo algumas ilhas do Caribe (Simmons, 2005). No Brasil é amplamente distribuída e se encontra em 23 estados (AC, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RR, RS, SC e SP (Nogueira et al., 2006a).

Comprimento antebraço: 31,8 - 39,8 mm (Nogueira et al., 2006a).

Peso: 7-17 g (Nogueira et al., 2006a).

As espécies deste gênero são morcegos de tamanho pequeno e não tem o focinho tão alongado como os morcegos do gênero *Anoura*. A cauda é curta e apresenta incisivos inferiores. A cor da pelagem pode ser de marrom escuro a marrom avermelhado (Griffiths e Gardner, 2007). Os incisivos superiores são notadamente protusos e o par interno é usualmente, maior que o externo (Nogueira et al., 2006a). Pode ser encontrado em áreas de floresta primária e secundária, em fragmentos, em zonas urbanas e agrícolas. Morcegos desta espécie tem preferência por alimentar-se de pólen e néctar de uma ampla variedade de espécies, frutos e insetos (Nogueira et al., 2006a). Podem fazer uso de variados refúgios: cavernas, ocos de árvores, túneis, minas, casas abandonadas, sob pontes (Nogueira et al., 2006a; Peracchi et al., 2006a). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Solari, 2016a).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 120/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	



Nome científico: *Lampronycotis brachyotis*





Distribuição: Tem distribuição que vai do México até a Bolívia (Simmons 2005). No Brasil ocorre no AM, BA, ES, PA, PI, SP e TO (Nogueira et al., 2006b).

Comprimento antebraço: 38,0 – 43,6 mm (Nogueira et al., 2006b).

Peso: 12-14 g (Nogueira et al., 2006b).

Estes morcegos são de porte médio. A característica mais distintiva desse táxon é a coloração alaranjada dos pelos que

recobrem a região da garganta. Essa coloração pode se estender por toda a região ventral. A pelagem dorsal é mais escura, variando de marrom-alaranjado a marrom. Adicionalmente, as orelhas são relativamente pequenas (como denota o nome específico), pontiaguda e não conectadas por banda de pele, como observado em *Micronycteris* (Reid, 1997). Os incisivos internos superiores têm forma de cinzel (Medellín et al., 1985). Alimenta-se de insetos presentes sobre a vegetação, como coleópteros, homópteros, himenópteros e dípteros. Consome também frutos, néctar, pólen, geralmente na estação seca (Nogueira et al., 2006b). Encontrada principalmente, em florestas primárias. Abriga-se em ocos de árvores, cavernas, minas e fendas em rochas. Pode formar haréns durante o período reprodutivo. (Nogueira et al., 2006b; Peracchi et al., 2006a). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Solari, 2016b).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 121/133







Nome científico: *Phyllostomus hastatus*

Distribuição: Registrada desde a Guatemala e Belize até o norte da Argentina, incluindo algumas ilhas do Caribe (Simmons, 2005). No Brasil, é amplamente distribuída e se encontra em 15 estados: AC, AM, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MT, PA, PE, PI, PR, RJ e SP (Peracchi et al., 2006b).

Comprimento antebraço: 77,5 – 94 mm (Nogueira et al., 2006b).

Peso: 64 – 112 g (Nogueira et al., 2006b).

Os morcegos do gênero *Phyllostomus* podem ser diferenciados de outros filostomídeos por terem dois incisivos e dois pré-molares na mandíbula (Williams e Genoways, 2007a). Tem folha nasal bem desenvolvida, orelhas bem separadas e o lábio inferior tem um sulco em forma de V marginado por pequenas verrugas (Peracchi et al., 2006b). *Phyllostomus hastatus* é a maior espécie do gênero e uma das maiores da América (Nogueira et al., 2006b). A pelagem é curta e a cor varia desde negro até marrom-avermelhado. Geralmente, a coloração do dorso e ventre são similares (Peracchi et al., 2006a; Nogueira et al., 2006b). Podem ser encontrados em florestas tropicais e subtropicais úmidas, assim como em florestas secas, savanas e áreas antropizadas (Barquez e Diaz, 2015b). São considerados onívoros, incluindo na dieta frutas, flores, néctar, pólen, insetos e pequenos vertebrados (Gardner, 1977; Kalko e Condon, 1998). Indivíduos desta espécie geralmente compõem grupos pequenos e permanentes, formando haréns de várias fêmeas e um único macho dominante (Peracchi et al., 2006b). Refugiam-se numa variedade de ambientes, incluindo cavernas, ocos e entre as folhas de árvores, edificações, cupinzeiros abandonados e tetos de palha (Williams e Genoways, 2007a). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Barquez e Diaz, 2015b).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 122/133







Nome científico: *Pteronotus gymnotus*

Distribuição: Registrada desde o México até o sul do Peru. No Brasil, ocorre nos estados: AM, CE, DF, GO, MT, PA, PE, PI, RN, RR e SE (Simmons, 2005).

Comprimento antebraço: 50 – 55 mm (López-Baucells et al., 2016).

Peso: 12,6 g em média para as fêmeas e 13,6 g em média para os machos (Reis e Zanon, 2006).

Estes morcegos são de tamanho pequeno, tem orelhas alongadas com a pontiaguda e pregas evidentes no lábio inferior (Patton e Gardner, 2007). A região dorsal está coberta com membrana alar dando uma aparência de ter as “costas nuas”, porém, apresenta pelo normalmente debaixo da membrana (Peracchi et al., 2006b). A cor da pelagem é variável e vai desde o marrom-cinza até o marrom-alaranjado. Podem ser encontrados em florestas secas, zonas áridas, desertos e caatinga (Reis e Zanon, 2006). É uma espécie considerada como insetívora (Peracchi et al., 2006b). Tem sido registrada somente em cavernas onde formam colônias numerosas e são frequentemente observados compartilhando refúgio como outras espécies de mormopídeos (Reis e Zanon, 2006). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Molinari et al., 2008).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 123/133







Nome científico: *Pteronotus personatus*

Distribuição: Registrada desde o México até o Brasil, e também na Bolívia e em algumas ilhas no Caribe (Simmons, 2005). No Brasil ocorre nos seguintes estados: AM, AP, CE, MT, PA, PE, PB, RR e SE.

Comprimento antebraço: 40 – 48 mm (López-Baucells et al., 2016).

Peso: 7 g em média para as fêmeas e 8 g em média para os machos (Reis e Zanon, 2006).

Estes morcegos são de tamanho pequeno, tem orelhas alongadas com a ponta aguda, e pregas evidentes no lábio inferior (Patton e Gardner, 2007). Diferentemente do *P. gymnonotus*, a região dorsal no *P. personatus* não está coberta por uma membrana alar (Peracchi et al., 2006b). A cor da pelagem é variável e vai desde o marrom-escuro até o marrom-avermelhado. Podem ser encontrados em florestas secas, savanas, zonas áridas e caatinga (Davalos et al., 2016a). Insetívora e alimenta-se de lepidópteros, coleópteros e dípteros (Salinas-Ramos et al., 2015; Peracchi et al., 2006a). Refugiam-se frequentemente em cavernas, onde formam colônias numerosas. Geralmente, as cavernas onde refugiam-se são úmidas e quentes (30,0 - 36,0 °C). São frequentemente observados compartilhando refúgio como outras espécies de mormopídeos (De La Torre e Medellín, 2010). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Davalos et al., 2016a).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 124/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	



Nome científico: *Pteronotus rubiginosus/P. alitonus*





Distribuição: A espécie distribuiu-se pelas florestas virgens da Guiana, Suriname, Guiana Francesa e Amazônia brasileira (Pavan et al., 2018).

Comprimento antebraço: 42 – 63 mm (López-Baucells et al., 2016).

Peso: 19,6 g em média para as fêmeas e 20,4 g em média para os machos (Reis e Zanon, 2006).

É uma das maiores espécies do gênero. Os machos apresentam comprimento médio de

cabeça e corpo de 71,7 mm e as fêmeas, de 70,4 mm. A coloração do dorso varia do marrom escuro ao marrom claro, dependendo da idade (Herd, 1983; Eisenberg e Redford, 1999). O indivíduo quando jovem, geralmente apresenta a pelagem escura, tornando-se clara com o avanço da idade (Fenton, 1992). Insetívora e alimenta-se preferencialmente de lepidópteros, coleópteros e dípteros (Salinas-Ramos et al., 2015; Peracchi et al., 2006a). Refugiam-se principalmente em cavernas, onde comumente formam colônias numerosas. Podem dividir o abrigo com outras espécies. Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Solari, 2016c).

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 125/133



Nome científico: *Trachops cirrhosus*





Distribuição: É encontrado do México às Guianas, Bolívia, Equador, Trinidad (Simmons, 2005). No Brasil tem-se registros no AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, MG, PA, PB, PE, PI, RJ, RO, RR e SP. (Martins et. al., 2006).

Comprimento antebraço: 57 – 66 mm (López-Baucells et al., 2016).

Peso: 24 – 44 g (Nogueira et al., 2006b).





Morcego de porte médio, com comprimento cabeça-corpo variando entre

65 e 88 mm, cauda entre 10 e 29 mm. A pelagem é longa e felpuda, pardo-ferrugínea no dorso, mais clara nas partes inferiores. Essa espécie é facilmente identificada pela presença de numerosas protuberâncias cilíndricas, em formato de verrugas, nos lábios e no mento. A folha nasal apresenta bordas serrilhadas e as orelhas são grandes e arredondadas, mais longas que a cabeça (Nowak, 1994). A cauda é curta e projeta-se no dorso da membrana interfemural, que é bem desenvolvida. *Trachops cirrhosus* é amplamente conhecida por seu hábito de predação de pequenos anfíbios (Tuttle e Ryan, 1981), mas também consome pequenos lagartos (Goodwin e Greenhall, 1961), aves (Rodrigues et al., 2004) e mamíferos, tais como ratos (Peracchi et al., 1982), marsupiais (Ferrer et al., 2000) e morcegos (Arias et al., 1999; Bonato e Facure, 2000). Alimenta-se também de insetos coleópteros e ortópteros, além de complementar sua dieta com frutos (Rivas-Pava et al., 1996). Habita florestas primárias, secundárias, pastos, pomares e regiões perto de habitações humanas. Associada a ambientes próximos de curso d'água. Abrigam-se em ocos de árvores, cavernas, fendas de rochas, bueiros e edificações humanas abandonadas. Pode formar grupos pequenos, mas há registros de colônia de até 50 indivíduos (Reis et al., 2013). Classificada como “Pouco preocupante” pela IUCN (Davalos et al., 2016b).





		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 126/133

REFERÊNCIAS





- Arias V, Villalobos F, Mora JM. 1999. Dría de Murciélago em la dieta de *Trachops cirrhosus* (Chiroptera: Phyllostomidae) em Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. V. 47, n. 4. San José, p. 1137-1138.
- Barquez R, Perez S, Miller B, Diaz M. 2015a. *Carollia perspicillata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T3905A22133716. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T3905A22133716>>. Acesso em: 12 set. 2021.
- Barquez R, Diaz M. 2015b. *Phyllostomus hastatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T17218A22135955. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T17218A22135955>>. Acesso em: 12 set. 2021.
- Bonato V, Facure KG. 2000. Bat predation by the fringedipped bat *Trachops cirrhosus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mammalia*. V. 64, Paris, p. 241-243.
- Cloutier D, Thomas DW. 1992. *Carollia perspicillata*. Pp: 1-9. *Mammalian Species* No. 417.
- Davalos L, Molinari J, Mantilla-Meluk H, Medina C, Pineda J, Rodriguez B. 2016a. *Pteronotus personatus*. (errata version published in 2017) The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T18709A115145223. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T18709A22076876>>. Acesso em: 15 set. 2021.
- Davalos L, Molinari J, Mantilla-Meluk H, Medina C, Pineda J, Rodriguez B. 2016b. *Trachops cirrhosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T18709A115145223. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T18709A22076876>>. Acesso em: 15 set. 2021.
- De La Torre JA, Medellín R. 2010. *Pteronotus personatus*. *Mammalian Species*, v. 42(869), p. 244–250.
- Eisenberg JF, Redford KH. 1999. *Mammals of the Neotropics. The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil*. V. 3, Chicago: University of Chicago Press, p. 609.
- Fenton MB. 1992. *Bats*. New York: Facts on file, Inc., p.207.
- Ferrer AP, Lew D, Lasso CAA. 2000. Nota sobre depredación por *Trachops cirrhosis* Spix, 1823 (Chiroptera, Phyllostomidae). *In: Venezuela. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturalis La Salle*, v. 58, n. 149. Caracas, p. 145-147.
- Fleming T. 1988. *The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions*. The University of Chicago Press, United States of America.
- Gardner AL. 1977. Feeding habits. *In: Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae, Part II*, ed. Baker RJ, Jones JK, Carter DC, p. 293–350. *Special Publications of the Museum* 13. Lubbock: Texas Tech University Press, 364 pp.
- Goodwin GG, Greenhall AM. 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago: descriptions, rabies infection and ecology. *Bulletins of the American Museum of Natural History*. V. 122, n. 3. New York, p. 187-302.
- Griffiths TA, Gardner AL. 2007. Subfamilia Glossophaginae. Pp: 224-243. *In: Gardner AL. Mammals of South America, Volume I (Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats)*. The University of Chicago Press.
- Herd RM. 1983. *Pteronotus parnellii*. *Mammalian Species*. N. 209. New York, p.1-5.
- Kalko EKV, Condon MA. 1998. Echolocation, olfaction and fruit display: How bats find fruit of flagellichorous cucurbits. *Functional Ecology* 12:364–72.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 127/133

- López-Baucells A, Rocha R, Bobrowiec PED, Bernard E, Palmeirim J, Meyer C. 2016. field guide to Amazonian bats. Editora INPA, Manaus, Brazil.
- Martins ACM, Bernard E, Gregorin R. 2006. Inventários biológicos rápidos de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em três unidades de conservação do Amapá, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. V. 23, n. 4. Curitiba, p. 1175-1184.
- Medellín RA, Wilson DE, Navarro DL. 1985. *Micronycteris brachyotis*. *Mammalian Species*. V. 251, New York, p.1-4.
- Molinari J, Aguirre L, Arroyo Cabrales J, Álvarez Castañeda ST, Cuarón AD, de Grammont PC. 2008. *Pteronotus gymnotus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T18706A8505586. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T18706A8505586>>. Acesso em: 14 set. 2021.
- Nogueira RM, Dias D, Peracchi AL. 2006a. Subfamilia Glossophaginae. Pp: 45-59. *In*: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, de Lima IP (Eds.). *Morcegos do Brasil*. Londrina, 253 pp.
- Nogueira MR, Peracchi AL, Moratelli R. 2006b. Subfamilia Phyllostominae. Pp: 61-97. *In*: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, de Lima IP (Eds.). *Morcegos do Brasil*. Londrina, 253 pp.
- Nowak RM. 1994. Walker's bats of the world. Baltimore: Johns Hopkins University Press, p. 287.
- Ortêncio-Filho H, de Lima IP, Fogaça FNO. 2006. Subfamilia Carollinae. Pp: 99-105 em: R. dos Reis N, Peracchi AL, Pedro WA, de Lima IP (Eds.). *Morcegos do Brasil*. Londrina, 253 pp.
- Patton JL, Gardner AL. 2007. Family Mormoopidae. Pp: 376-383 *In*: Gardner AL. *Mammals of South America, Volume I (Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats)*. The University of Chicago Press.
- Pavan AC, Bobrowiec PED, Percequillo AR. 2018. Geographic variation in a South American clade of mormoopid bats, *Pteronotus* (Phyllostoma), with description of a new species. *Journal of Mammalogy*, v. 99 (3), p.624-645.
- Peracchi AL, Albuquerque ST, Raimundo SDL. 1982. Notas para o conhecimento dos hábitos alimentares de *Trachops cirrhosus* (Spix, 1823) (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*. V. 5, n. 1. Seropédica, p. 1-5.
- Peracchi AL, Lima I, Reis N, Nogueira M, Ortêncio-Filho H. 2006a. Ordem Chiroptera. Pages 153–230. *In*: Reis N, Peracchi A, Pedro W, Lima I (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina.
- Peracchi AL, Lima IP, Reis NR, Nogueira MR, Ortêncio-Filho H. 2006b. Ordem Chiroptera, Pp: 153–230. *In*: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, de Lima IP (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina, 437 pp.
- Reid FA. 1997. A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. New York: Oxford University Press, p. 334.
- Reis NR, Peracchi AL, Fregonezi MN, Shibatta AO. 2013. *Morcegos do Brasil: guia de campo*. Org.: Reis NR, Peracchi AL, Fregonezi MN, Shibatta AO. 1ª edição. Rio de Janeiro: Technical Books Editora. P. 252.
- Reis NR, Zanon CM. 2006. Família Mormoopidae. Pp: 61-97. *In*: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, de Lima IP (Eds.). *Morcegos do Brasil*. Londrina, 253 pp.
- Rivas-Pava P, Sánchez-Palomino P, Cadena A. 1996. Estructura trófica de la comunidad de quirópteros em bosques de galería de la serranía de La Macarena (Meta-Colombia). *In*: *Contributions in Mammalogy: A memorial volume Honoring Dr. J. Knox Jones, Jr.* Austin: Museum of Texas Tech University, p. 237-248.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 128/133

- Rodrigues FHG, Reis ML, Braz VS. 2004. Food habits of the frog-eating bat, *Trachops cirrhosus*, in Atlantic Forest of Northeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*. V. 10, n. 1-2. Brasília, p. 180-182.
- Salinas-Ramos VB, Herrera Montalvo LG, León-Regagnon V, Arrizabalaga-Escudero A, Clare EL. 2015. Dietary overlap and seasonality in three species of mormoopid bats from a tropical dry forest. *Molecular Ecology*, v. 24(20), p.5296-307.
- Simmons NB. 2005. Order Chiroptera. *In*: Wilson DE and Reeder DM (Eds.), *Mammal Species of the World*, pp 31-529. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA.
- Solari S. 2016a. *Glossophaga soricina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T88109511A88109515. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T88109511A88109515>>. Acesso em: 12 set. 2021.
- Solari S. 2016b. *Lamproncycteris brachyotis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T88109511A88109515. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T88109511A88109515>>. Acesso em: 12 set. 2021.
- Solari S. 2016c. *Pteronotus rubiginosus/P. alitonus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T88109511A88109515. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T88109511A88109515>>. Acesso em: 13 set. 2021.
- Tuttle MD, Ryan MJ. 1981. Bat predation and the evolutions of frog vocalizations in the Neotropics. *Science*. V. 214. Washington, p. 677-678.
- Williams SL, Genoways HH. 2007a. Subfamily Phyllostominae. Pages 255–299. *In*: Gardner AL (Ed.). *Mammals of South America: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats*. The University of Chicago Press.

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 129/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	

MS 3.

**Perspectiva das *bat caves* alvo desse projeto e entorno,
utilizando câmeras convencionais**





Imagens dessa sessão:

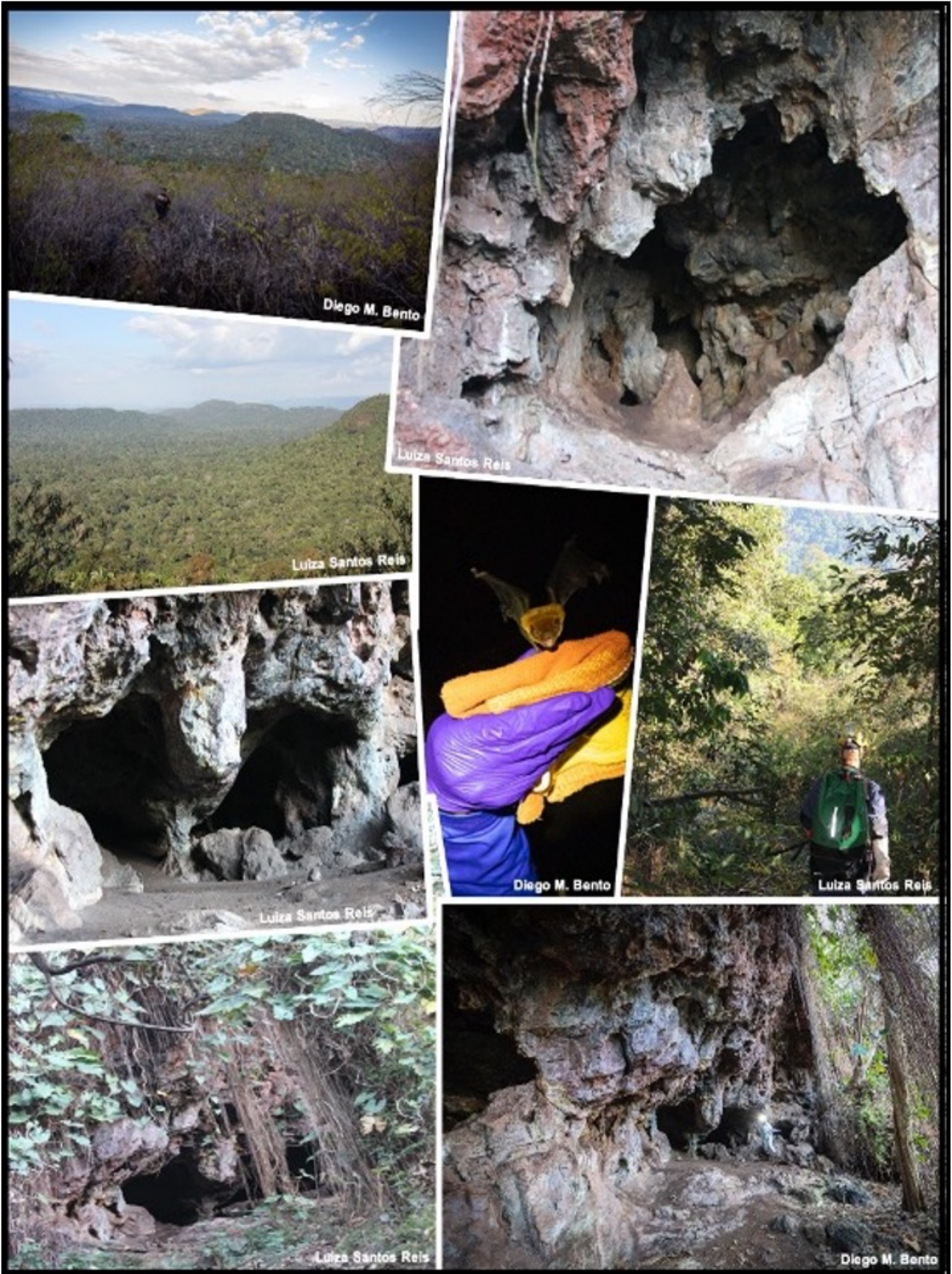
Eder Silva Barbier – UFPE





Diego de Medeiros Bento – ICMBio/CECAV

Luiza Santos Reis – USP





Narjara Tércia Pimentel – UFPE

		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública		PÁGINA 130/133
		01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio		



		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás	
		Nº Edital de Chamada Pública 01/2020	PÁGINA 131/133
		REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	



		PROJETO Monitoramento térmico de <i>bat caves</i> na Floresta Nacional de Carajás Nº Edital de Chamada Pública	
		01/2020 REFERÊNCIA Item VI da Cláusula Segunda do TCCE nº 1/2018/ICMBio	PÁGINA 132/133





TCCE ICMBio / VALE
COMPENSAÇÃO ESPELEOLÓGICA

Termo de Compromisso:



Gestão Operacional:



Apoio:



Execução:

Laboratório de Ciência Aplicada à Conservação da Biodiversidade

