



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

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



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

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

SILVA, M.; *et al.*. Técnicas de exploração da Toca da Baleia (SC-31), Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.209-216. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_209-216.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

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

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



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

TÉCNICAS DE EXPLORAÇÃO DA TOCA DA BALEIA (SC-31), ILHA DE SANTA CATARINA, SANTA CATARINA, BRASIL

EXPLORATION TECHNIQUES OF THE BALEIA CAVE (SC-31), SANTA CATARINA ISLAND, SANTA CATARINA, BRAZIL

Marinês da SILVA (1,2); Ian Chaves Rocha DUTRA (3); Tiago Vilaça BASTOS (3,4); Norberto Olmiro HORN-FILHO (1)

- (1) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis SC
- (2) Espeleo Grupo Teju Jagua, Florianópolis SC
- (3) GEO IT Consultoria Ltda, Belo Horizonte MG.
- (4) Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Belo Horizonte MG.

Contatos: marines_praia@hotmail.com; foxgeologia@gmail.com; horn@cfh.ufsc.br.

Resumo

Este trabalho apresenta as técnicas utilizadas para explorar a Toca da Baleia (SC-31), uma caverna de gênese marinha formada em rocha magmática, localizada no sul da Ilha de Santa Catarina. A exploração dessa cavidade teve como objetivo a topografia para compor uma tese de doutorado, além de contribuir com o Cadastro Nacional de Cavernas – CNC com dados mais precisos. Foram empregadas técnicas verticais com instalação de ancoragens e fracionamentos, necessários para evitar o atrito da corda com a rocha encaixante da cavidade, ignimbrito, altamente fraturado e abrasivo. Foram também utilizadas técnicas de espeleotopografia que permitiram fornecer parâmetros espeleométricos, bem como representar sua morfologia com o objetivo de fornecer indícios dos processos envolvidos na sua gênese. Resta ainda esclarecer a origem do carbonato de cálcio que tem gerado espeleotemas carbonáticos na Toca da Baleia.

Palavras-Chave: caverna marinha; ignimbrito; ilha continental; técnicas verticais; espeleotemas carbonáticos.

Abstract

This paper presents the techniques used to explore the Baleia cave (SC-31), a cave of marine genesis formed in magmatic rock, located in the south of the island of Santa Catarina. The exploration of this cavity had as its objective the topography to compose a doctoral thesis, in addition to contributing with the National Cadastre of Caves - CNC with more precise data. Vertical techniques were used with anchoring and fractions, necessary to avoid the friction of the rope with the cavity nesting rock, ignimbrite, highly fractured and abrasive. It was also used speleotropic techniques that allowed to provide speleometric parameters, as well as to represent its morphology in order to provide indications of the processes involved in its genesis. It remains to clarify the origin of the calcium carbonate that has generated carbonate speleothems in the Baleia cave.

Key-words: sea cave; ignimbrite; continental island; vertical techniques; carbonate speleothems.

1. INTRODUÇÃO

A Toca da Baleia (SC-31) está localizada no maciço costeiro do Pântano do Sul, no sul da Ilha de Santa Catarina, porção insular do Município de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina (Figura 1). O acesso inicial se dá por trilha partindo-se da praia do Matadeiro em direção à praia da Lagoinha do Leste, com duração média de 2h, e o acesso à cavidade requer o uso de técnicas verticais.

Os relatos dos moradores locais tentam explicar o nome dado à caverna, tendo sido um deles desmistificado durante um reconhecimento de campo: uma história dizia que havia um orifício no

teto da cavidade, equivalente a uma claraboia, e que em períodos de ressaca, as ondas se chocavam no interior da caverna, provocando um esguicho de água do mar por este orifício, semelhante ao de uma baleia. Este fenômeno existe em cavernas marinhas, conhecido como “blowholes”, consistindo no spray resultante de ondas que pode ocorrer em claraboias ou mesmo na entrada das cavernas marinhas (BUNNELL, 2008).

Em base à análise de imagens aéreas, percebeu-se uma sombra que poderia ser tal orifício, entretanto durante o trabalho de campo constatou-se apenas uma pequena cavidade sem comunicação

com a Toca da Baleia, com uma surgência ativa na visita, conforme mostra a Figura 2A. Outro relato afirma que há muitos anos, uma baleia encalhou nas proximidades da caverna, resultando em tal toponímia. Ainda durante o trabalho de campo, supôs-se que o nome estivesse relacionado à rocha residual erodida pela ação marinha, em frente à cavidade, que vista do mar, assume a forma de uma baleia (Figura 2B).

A exploração da Toca da Baleia teve como objetivo realizar a topografia da caverna marinha, bem como contribuir com o banco de dados do Cadastro Nacional de Cavernas - CNC. Outra tentativa anterior de reconhecimento da caverna foi realizada no ano de 2016, porém sem sucesso pela ausência de ancoragens naturais seguras para o emprego de técnicas verticais, por conta da rocha (ignimbrito) possuir granulação fina e estar extremamente fraturada, formando verdadeiras lâminas, apresentando um risco de ruptura da corda.

A Toca da Baleia possui relevância científica pela presença de espeleotemas carbonáticos, provavelmente de origem externa à caverna, uma vez que o ignimbrito, rocha na qual a cavidade

formou-se é de origem ígnea vulcânica, com ausência total na sua composição química de uma assembleia de minerais carbonatados (CaCO_3). Além disso, a toca da Baleia é atualmente a maior furna da Ilha de Santa Catarina, apresentando cerca de 90m de desenvolvimento horizontal.

2. METODOLOGIA

A seguir são descritos os procedimentos metodológicos envolvidos na exploração da Toca da Baleia, que compreenderam o planejamento do trabalho de campo, a montagem da via e acesso à furna e a topografia.

2.1. Planejamento do trabalho de campo

O planejamento do trabalho de campo teve início com a formação da equipe composta por quatro espeleólogos, que dependia de membros com conhecimento em técnicas verticais para instalar os *spits* - peça de aço introduzida na rocha de forma permanente que serve para fixar ancoragens por meio de parafusos (MENIN e VIANA, 2008).

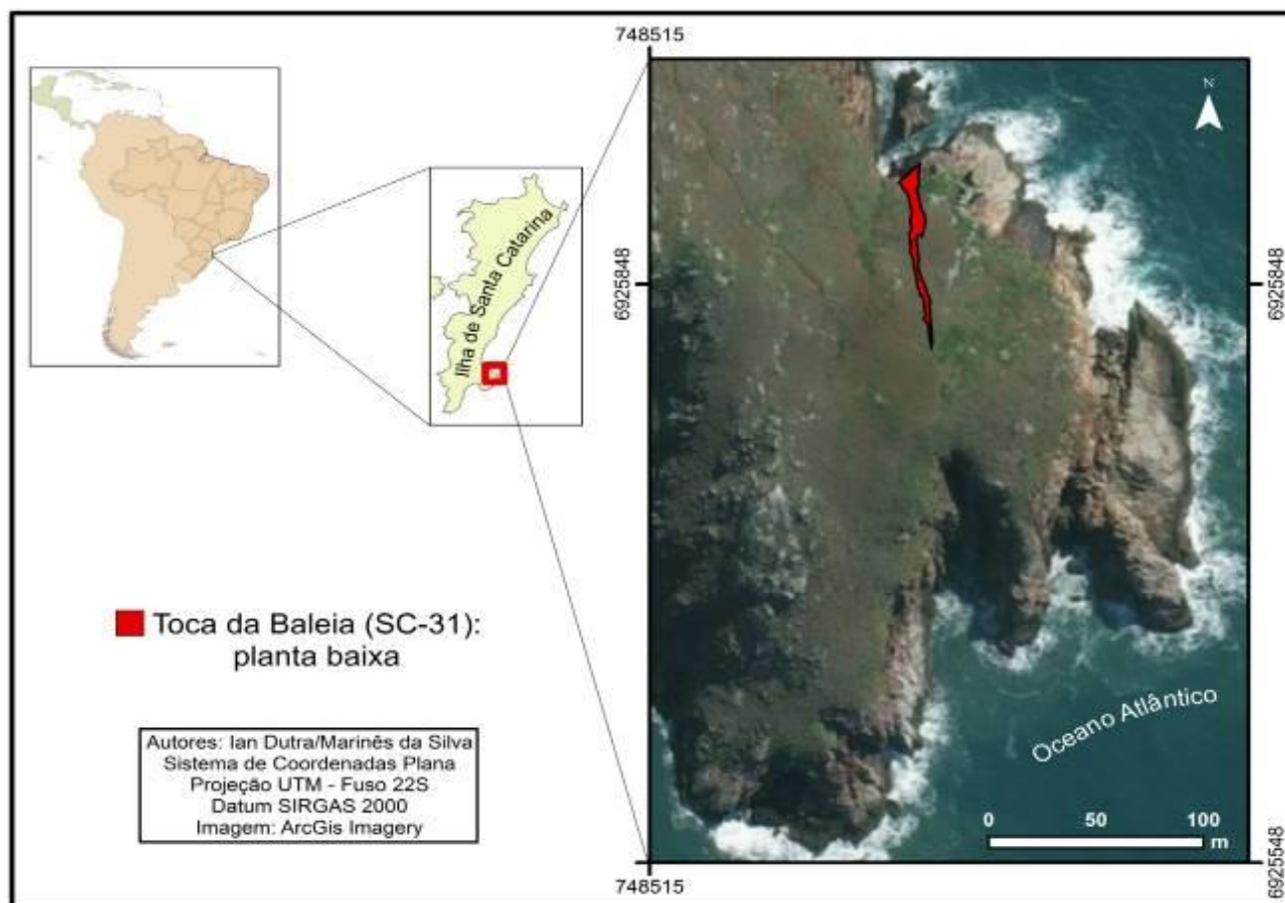


Figura 1: Mapa de localização da Toca da Baleia no costão do morro do Matadeiro, no sul da Ilha de Santa Catarina, onde é possível visualizar o desenvolvimento da cavidade através da planta baixa.



Figura 2: (A) Espaço que acreditava-se ser o orifício no teto da caverna (Foto de Marinês da Silva, 2017); (B) Porção residual de rocha localizada em frente à entrada da cavidade e com forma semelhante ao dorso de uma baleia (Foto de Alejandro Ballester, 2017).

Montada a equipe, tiveram início as análises de imagens aéreas e terrestres da Toca da Baleia e dos relatos dos espeleólogos acerca da tentativa de acesso realizada em abril de 2016, para que fosse traçada uma estratégia. Na véspera do trabalho de campo, os equipamentos, a alimentação e a hidratação foram separados e conferidos, tendo sido utilizado equipamento individual, corda semi-estática de 150m, furadeira à bateria, kit de grampeação e fitas de ancoragem.

Também foi realizado um treino em ambiente residencial para testar os equipamentos e aprimorar as técnicas dos espeleólogos.

2.2. Montagem da via e o acesso à furna

Para a montagem da via de acesso à caverna (Figura 3) foi necessária a instalação de oito *spits* e chapeletas.

O primeiro ponto de ancoragem foi fixado a cerca de 70m da entrada da cavidade, utilizando-se fitas na rocha (Figura 4A), para garantir a segurança na aproximação do pórtico da cavidade. Nos pontos seguintes, a rocha foi perfurada com furadeira à bateria (Figura 4B) para instalar os *spits* e as chapeletas (Figura 4C) e, finalmente, foram montadas as ancoragens (Figura 4D). Foi utilizada também uma ancoragem natural com duas fitas fixadas em dois bicos de pedra, equalizando assim a tensão sobre as ancoragens naturais. O processo de

fracionamento foi repetido por seis vezes, devido a necessidade de proteger a corda do atrito com a rocha, além de dividir a descida em lances, permitindo que a equipe descesse e/ou subisse na mesma corda, simultaneamente.

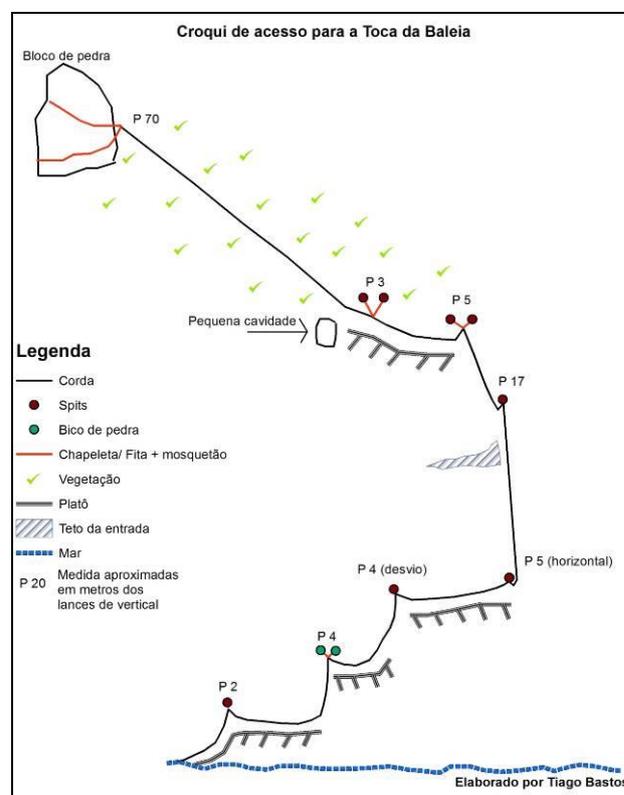


Figura 3: Croqui de acesso para a Toca da Baleia.

2.3. Topografia

A topografia da cavidade foi realizada com base no Curso Prático de Topografia (MAGALHÃES, 1997). Dentre os equipamentos utilizados para o levantamento topográfico destacam-se o GPS *Garmin Map 64S* para obtenção das coordenadas geográficas da entrada da caverna; trena a *laser Bosch* para extrair as medidas das estações topográficas e bússola *Suunto Tandem* para medir o azimute das estações e as inclinações do piso da caverna, alcançando-se o grau de precisão 4C da *British Cave Research Association - BCRA*. As medidas foram anotadas em uma ficha para posteriormente serem confeccionados os croquis planta baixa, perfil longitudinal e cortes transversais e concomitante com a topografia, a cavidade foi fotografada.



Figura 4: Metodologia utilizada no referido trabalho de campo à Toca da Baleia. (A) Ancoragem natural com fitas; (B) Perfuração da rocha para instalação de *spits*; (C) Instalação de chapeletas; (D) Ancoragem montada; (E) Espeleólogo em atividade após a fixação das chapeletas e cordas (Fotos de Marinês da Silva, 2017).

3. A TOCA DA BALEIA

A Toca da Baleia (Figura 5) consiste em uma cavidade natural subterrânea possivelmente formada a partir de descontinuidades pré-existentes no ignimbrito - rocha piroclástica ácida, da Suíte Vulcano-plutônica Cambirela, com cerca de 600 Ma AP - em conjunto com a erosão costeira provocada pela ação das ondas.

A ação das ondas nos costões rochosos da face leste da Ilha de Santa Catarina tem ocorrido nos dias atuais, associada no passado geológico recente aos ciclos regressivo-transgressivos do nível relativo do mar ocorridos durante o Terciário tardio e Quaternário (Pleistoceno e Holoceno).

Existe ainda a possibilidade da descontinuidade principal que condiciona a cavidade ter sido preenchida por uma intrusão de diabásio, uma vez que há ocorrências dessas intrusões preservadas nas adjacências da caverna, com orientação semelhante à orientação da Toca da Baleia, conforme mostra a Figura 6.



Figura 5: Vista para sul da entrada da Toca da Baleia, tendo o pórtico uma altura aproximada a 20m (Foto de Edson Hostins, 2016).



Figura 6: Vista para sul do costão onde está localizada a Toca da Baleia, com setas amarelas indicando intrusões de diabásio com orientação semelhante ao desenvolvimento da caverna (Foto de Tiago Bastos, 2017).

Além disso, o contato geológico entre o ignimbrito e a intrusão, a zona de fraqueza da rocha, pode ter facilitado a erosão e a formação da cavidade onde se instalou a Toca da Baleia. Aliado a esses fatores, ocorreu o solapamento do teto e das paredes, resultando na deposição de blocos angulosos em toda a extensão da caverna.

A caverna possui morfologia em planta baixa linear e afunilada a partir de sua entrada, evidenciando um ambiente de maior energia onde existe a influência da erosão costeira através das ondas. Orientada aproximadamente N-S, condicionada por descontinuidade subvertical com a mesma orientação, a Toca da Baleia se desenvolve linearmente por 100m, e horizontalmente por 90m. Seu desnível de 8,92m é pronunciado na porção proximal, também associado a maior energia e à morfologia em planta baixa e em corte, observada na seção J-J' (Figura 7).

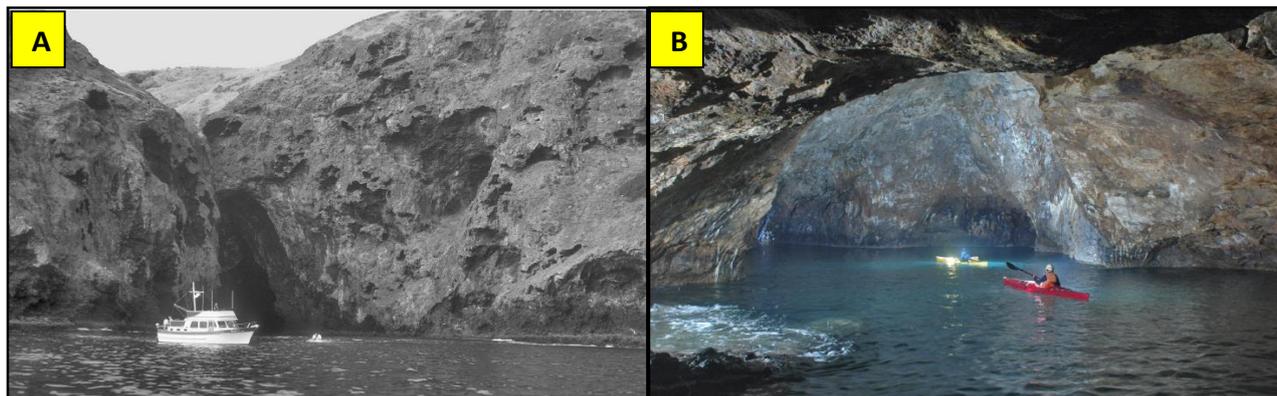


Figura 8: (A) Vista para sul da entrada da *Painted cave*, Ilha de *Santa Cruz*, Califórnia, desenvolvida em basalto; (B) interior da *Painted cave* (extraídas de BUNNEL, 2008).

Devido à descontinuidade que guiou a espeleogênese ser subvertical, a morfologia das passagens da Toca da Baleia é alongada neste sentido, com teto alto e volume aproximado de 3.267m³. Essa descontinuidade marcante está presente em toda a Ilha de Santa Catarina, sendo possível estar associada às falhas originadas durante o processo de abertura do Atlântico sul, no Mesozoico (TOMAZZOLI *et al.*, 2003).

A caverna pode ter sua gênese também associada a elementos endógenos do maciço rochoso, através de processos de solifluxão (*pipping*) de sedimento nesta zona de fluxo rápido (descontinuidade subvertical) e carregado para fora a partir da entrada da caverna, em um nível inferior.

A Toca da Baleia pode ser categorizada como uma *wave-cut cave*, nos termos de Palmer (2007), devido sua gênese estar relacionada à força erosiva das ondas concentradas em um costão rochoso, um contexto geomorfológico de um maciço pronunciado para o oceano. A furna marinha foi formada ao longo de uma descontinuidade pelo impacto de ondas na escarpa rochosa do costão. De acordo com o referido autor, uma vez que já existe uma abertura, no caso da Toca da Baleia associada à descontinuidade subvertical, o efeito percussivo das ondas de entrada é enorme.

Devido ao similar contexto geológico, geomorfológico e espeleogenético, a Toca da Baleia apresenta morfologia em planta baixa, cortes e em perfil semelhante à *Painted cave*, localizada em escarpa de basalto, na Ilha de Santa Cruz, Califórnia, EUA (BUNNEL e VESELY, 1983), apresentada nas figuras 8A e 8B.

A *Painted cave* apresenta 370m de desenvolvimento, guiada por uma falha proeminente visível no teto da caverna conferindo um entalhe em forma de “V” invertido, forma também identificada na Toca da Baleia. Os autores atribuem a

espeleogênese à erosão costeira em zonas de fraqueza nas escarpas rochosas criadas por falhas e definem a entrada como similar a uma catedral, o que também ocorre na Toca da Baleia.

Na Toca da Baleia ocorrem diversos depósitos químicos carbonáticos, em paredes associadas à descontinuidade subvertical, com a ocorrência de processos hidrológicos de percolação e exsudação. Na caverna citada por Bunnel e Vesely (1983) também foram registrados depósitos de calcita ao longo do desenvolvimento da estrutura geológica.

Os depósitos químicos carbonáticos, ou espeleotemas carbonáticos, presentes na Toca da Baleia estão concentrados principalmente entre as estações A5 e A6 (Figura 9). As formas que mais se destacam são as estalactites que podem medir cerca de até 30cm de altura e 10cm de diâmetro, havendo também escorrimentos, coraloides e estalagmites.



Figura 9: Espeleotemas carbonáticos localizados entre as estações A-5 e A6, com destaque para as estalactites (Foto de Tiago Bastos, 2017).

Verificou-se também que alguns espeleotemas ainda se encontram ativos, sendo possível observar uma estalagmite em formação (Figura 10).



Figura 10: Estalagmite em formação
(Foto de Tiago Bastos, 2017).

A origem do carbonato de cálcio que forma os espeleotemas ainda não foi totalmente esclarecida pelos pesquisadores. Sabe-se apenas que a rocha onde se formou a cavidade e na qual estão esses depósitos, não contém carbonato de cálcio em sua composição. Assim, acredita-se que a fonte desse mineral seja externa e que esteja depositado acima do teto da cavidade, dissolvido no solo, ou constituindo uma lente de calcário que foi soerguida com a formação da Suíte Vulcano-plutônica Cambirela, ou ainda pode ser como uma possibilidade mais remota, uma deposição de conchas e lama carbonática por ocasião de um mar transgressivo.

O carbonato de cálcio disponível em contato com a água meteórica, após formar uma solução, percolou pelas fraturas da rocha, recristalizando no interior da Toca da Baleia. Esse fenômeno também está presente em, pelo menos, outras três cavernas marinhas da Ilha de Santa Catarina.

Outro elemento encontrado na Toca da Baleia foi um bloco rolado na porção distal da cavidade (Figura 11). O alto grau de arredondamento e esfericidade desse bloco destoa dos demais blocos abatidos presentes no piso da caverna, que são angulosos, conforme anteriormente mencionado.

4. CONCLUSÕES

Atualmente, a Toca da Baleia é a maior caverna marinha da Ilha de Santa Catarina e as atividades de exploração foram fundamentais para a coleta de parâmetros morfométricos. As furnas de abrasão marinha constituem o resultado da morfodinâmica costeira presente em toda a Ilha de Santa Catarina e áreas adjacentes.

A orientação N-S da Toca da Baleia, a mesma orientação predominante da Ilha de Santa Catarina, além de outros indícios, evidenciam como essa cavidade constitui o reflexo de um fenômeno de evolução geomorfológica costeira: A) depósito de

abatimento a leste da caverna, observado na Figura 1, associado ao dismantelamento de um dique de diabásios devido à erosão diferencial; B) presença de um corredor de diáclase na mesma estrutura da caverna, visível a partir de sua entrada, segmentando o costão rochoso em uma outra ilha de menor envergadura (Figura 12).



Figura 11: Bloco indicado com uma seta amarela, apresentando alto grau de arredondamento e localizado no setor terminal da Toca da Baleia
(Foto de Marinês da Silva, 2017).



Figura 12: Vista para NNE com detalhe para o processo de segmentação de uma parte do costão rochoso a partir de um corredor de diáclase escavado pela erosão costeira na mesma estrutura da Toca da Baleia (Foto de Tiago Vilaça, 2017).

Com relação à espeleogênese, a principal descontinuidade identificada é a falha N-S, que está também impressa em toda a Ilha de Santa Catarina e por vezes preenchida por intrusões de diabásio. O desenvolvimento dessa falha, possivelmente, está associado à abertura do Atlântico sul, entretanto, essa marcante descontinuidade pode ter desenvolvido canalículos/cavidades oclusas, que foram capturados posteriormente pela ação das ondas, ampliando a cavidade.

As técnicas de exploração e mapeamento geológico/topográfico utilizadas trazem a evidência

do patrimônio espeleológico de Santa Catarina, que está em franca expansão devido às recentes explorações e estudos desenvolvidos pelo Espeleo Grupo Teju Jagua e Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas.

Apesar do acesso por cordas dificultar a visitação, os espeleotemas encontrados na Toca da Baleia são frágeis, estando alguns localizados no piso da cavidade, podendo ser pisoteados facilmente, o que sugere a elaboração de medidas de preservação desse patrimônio.

REFERÊNCIAS

- BUNNELL, D. 2008. Vertical sea caving. National Speleological Society, **NSS News**, p.10-30. Disponível em:
<http://www.goodearthgraphics.com/virtcave/seacaves/pubs/January%202008%20NSS%20News%20return%20to%20painted%20cave.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.
- BUNNELL, D.; VESELY, C. 1983. The amazing caves of Santa Cruz Island. National Speleological Society, **NSS News**, p.86-89.
- MAGALHÃES, E. D. 1997. **Curso prático de Topografia**. Brasília: EGB. Disponível em:
http://files.labtopope.webnode.com/200000414-76f0b77ed1/APOSTILA_EGB_topografia-de-caverna.pdf. Acesso em: 20 mar. 2017.
- MENIN, D.; VIANA, D. 2008. **Técnicas verticais para Espeleologia: manual de referência**. São Paulo: Redespeleo, 192p.
- PALMER, A. N. 2007. **Cave geology**. Dayton, Ohio: Cave Books, 454p.
- TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J.; ESTEVES, M. B. 2003. Geologia e unidades morfotectônicas da área central da cidade de Florianópolis, SC. IX CONGRESSO ABEQUA, **Anais...**Recife.