ANAIS do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia
Eldorado SP, 15-19 de julho de 2015 - ISSN 2178-2113 (online)

O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/33cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:
SILVA, K.B.; BARBOSA, E.P.; MATTOS, J.B.; CRUZ, L.A.; MARQUES, E.L.S.; REGO, N.C.; BARBOSA, J.W.. Caracterização climática da Gruta do Lapão, Santa Luzia – BA e suas contribuições para estudos espeleológicos. In: RASTEIRO, M.A.; SALLUN FILHO, W. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 33, 2015. Eldorado. *Anais*... Campinas: SBE, 2015. p.173-180. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais33cbe/33cbe_173-180.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

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

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA GRUTA DO LAPÃO, SANTALUZIA – BA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS

CLIMATE CHARACTERIZATION OF LAPÃO CAVE, SANTA LUZIA - BA AND THEY CONTRIBUITIONS TO ESTUDIES CAVES

Kaique Brito SILVA (1); Elvis Pereira BARBOSA (2); Jonatas Batista MATTOS (3); Liz do Amaral CRUZ (3); Eric de Lima Silva MARQUES (2); Neylor Calasans REGO (1); José Wildes BARBOSA (1)

(1) Lab.de Climatologia da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus BA.
(2) Núcleo de Estudos e Pesquisas Arqueológicas da Bahia - NEPAB, Ilhéus BA.
(3) Instituto de Geociências (UFBA), Salvador, BA.

Contatos: kbritofb96@hotmail.com; Jon-mattos@hotmail.com.

Resumo

Microclima de cavernas surge como um indicador da capacidade das mesmas serem habitats para organismos *in loco*, de sua história geológica e de sua relação ecossistêmica com o ambiente externo. Diferente da dinâmica superficial terrestre, as cavernas sugerem uma condição microclimática estável conhecida como estado estacionário. O objetivo deste trabalho foi indentificar a temperatura e umidade relativa do ar da Gruta do Lapão, Santa Luzia – BA e discutir acerca dos fatores condicionantes de seu microclima. Termômetros e termohigromêtros foram instalados em cinco pontos da caverna. A temperatura apresentou uma oscilação de 1,6 ºC, com um valor médio de 20,8 °C. As partes que demonstraram variações estão sujeitas a fatores exógenos. A umidade do ar girou em torno dos 90% devido às condições hidrológicas e inexistência de circulação do ar. Este trabalho revela informações sobre a mais importante caverna da região, e contribue para fortalecer o acarbouço técnico-científico de estudos espeleológicos, ainda incipientes no sul da Bahia.

Palavras-Chave: Espeloclima; Lapão; Sul da Bahia.

Abstract

Microclimate of caves appears how indicator of their capacity are habitats for organisms in locus, *it's geological history and ecosystem relationship with the external environment. Trouht terrestrial lithospheric dynamics, the caves suggest stability microclimate. The objective of this study was identification of their temperature and relative humidity of Lapão Cave, Santa Luzia - BA and discuss about the factors conditioners of their speleoclimate. Thermometers and termohigrometers were installed in five points Cave. The temperature showed an oscillation of 1.6 ° C, with a mean value of 20.8 ° C. The parties that have shown a slight warming are subject to exogenous factors. The humidity was around 90% due to hydrological conditions and lack of air circulation. This work reveals information about the most important cave of region, and contributes to strengthen the scientifc chest of caving studies also incipientes in southern Bahia.*

Key-words*: Sspeleoclimate; Lapão; South of Bahia.*

1. INTRODUÇÃO

Na perspectiva ambiental atual que sugere uma melhor compreensão e preservação dos diversos lugares do planeta, há um ambiente que demonstra condições peculiares e especiais: as cavernas (lapas, grutas, dentre outros). Unidades ambientais passíveis de várias análises e discussões, são ambientes os quais segundo Herries et al. (2006) não registram apenas um momento no tempo social da história humana, mas uma série de eventos biológicos e geológicos que cobrem a formação da vida no sistema cárstico.

Ambientes subterrâneos acessíveis em superfície são constituídos por diversas transformações geológicas, muitas vezes com elevada presença de agentes intemperizadores como a água, gerando assim a sua própria atmosfera. Por estarem confinadas sob rochas, estão menos susceptíveis a processos climáticos externos, tendo como padrão atmosférico um considerável grau de estabilidade que determina a origem de microclimas. Bourges et al. (2006) justifica que possíveis estabilidade do microclima cavernícola se dão em função de seu habitual estado estacionário, com dependência de fluxos térmicos, hídricos e gasosos.

A necessidade de conhecer esta atmosfera subterrânea é de alta relevância e se sustenta por permitir compreender a história geológica ali registrada, além da interação rocha-água, água-atmosfera, rocha-atmosfera que contribuem não somente com a gênese dos espeleotemas, mas também da hidrogeologia conforme expõe Mimi e Assi (2009). Desse modo, há uma notável percepção de um ambiente com características diferenciadas que atribui ao carste um perfil de fragilidade perante distúrbios de origem externa. Isso fortalece a afirmação de que as cavernas e todo o sistema subterrâneo necessitam de uma atenção especial constante, como afirma Goldscheider (2005).

Estes diferentes microclimas, segundo Cigna (2004), estão condicionados a fatores como falta de energia solar, ausência de luz e confinamento espacial apresentando termodinâmica constante quando comparados a sistemas atmosféricos de superfície. O ambiente se torna seletivo, com baixa biodiversidade, distribuição assimétrica de minerais como um todo e sem condições para um estabelecimento de pedosfera. De acordo com Lenton (1998) a atmosfera de subsuperfície em condições ótimas tende a se estabilizar pela incapacidade da biosfera em regular o ambiente em processos de retroalimentação.

No Brasil, os estudos de espeleoclimas têm crescido exponencialmente. Os avanços nessas pesquisas vislumbram um cenário de preservação e conservação das cavernas em prol de elementos biológicos, geológicos e ecológicos que mantém relação conspícua com o espeleoclima (LOBO, 2010).

Partindo para uma abordagem regional, a Gruta do Lapão localizada no Sul da Bahia é um arcabouço completo no que concerne a estudos espeleoclimáticos. Em um cenário geológico regional que pouco possibilita a formação de cavidades, esta gruta desponta como paisagem peculiar (KARMAN, 1996). Dentre suas diversas contribuições, a variação microclimática surge como um possível indicador do atual estado de conservação biológica, paleontológica e hidrológica cavernícola. Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho foi identificar os padrões microclimáticos da gruta e discutir suas variações em função de sua localização e suas implicações socioambientais.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

A Gruta do Lapão está localizada no município de Santa Luzia, na região Sul do Estado da Bahia (Figura 1). Localizada entre as coordenadas geográficas de 15° 25' 44’ S e 39° 20' 02’, está inserida num clima úmido subúmido segundo a classificação de Thornthwaite (1948) e Tropical de Floresta (KOPPEN, 1948). A vegetação nativa em seu entorno é a Mata Atlântica, especificamente porções de florestas ombrófilas densas. A pluviosidade média anual registrada na região é de 1.806,5 mm, com distribuição regular durante o ano (sem estação seca). As temperaturas médias anuais giram em torno de 24 ºC. Um fato peculiar é que a mesma se encontra no topo da Serra do Lapão (562 metros de altitude) (ESRY, 2014).

Sua constituição geológica é predominantemente de Carbonato de Cálcio, com presenças de metagrauvacas e conglomerados da formação Salobro. Está nos domínios da Fazenda Lapão, numa área de 44 hectares. Em ato voluntário, o atual proprietário transformou a fazenda em uma Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN. Existe um anseio junto ao órgão de gestão ambiental do estado para que a mesma seja promovida a uma Área de Preservação Ambiental - APA.

Na perspectiva de conservação da biodiversidade, no que concerne a presença de fauna, ainda não há um estudo detalhado sobre a Bioespeleologia da gruta. Entretanto, em caratér preliminar, é possível identificar espécies que trafegam na zona de contato caverna-floresta, em suas “entradas”. Aproveitando a formação científico-acadêmica de alguns expedicionistas, nas campanhas de campo para realização do presente trabalho foram observadas ocorrências de: morcegos (espécies *Glossophaga soricina e Carollia perspicillata)*, aracnídeos aranha-marrom (*Loxosceles sp.*) e caranguejeira (*Theraphosidae sp.*), anfíbios da família *Hylidae sp.* (rãs), a cobra-verde (*Philodryas olfersii*), preás (roedores da espécie *cavia aperea*) e os felinos onça-pintada (*Panthera onca*) e Jaguatirica (*Leopardus pardalis*). Segundo Silveira (2004), a presença de onça-pintada denota um equilíbrio ambiental no ecossistema, pois tal espécie apresenta-se como topo de cadeia, onde sua predação necessita de um estado conservativo de espécies-base.

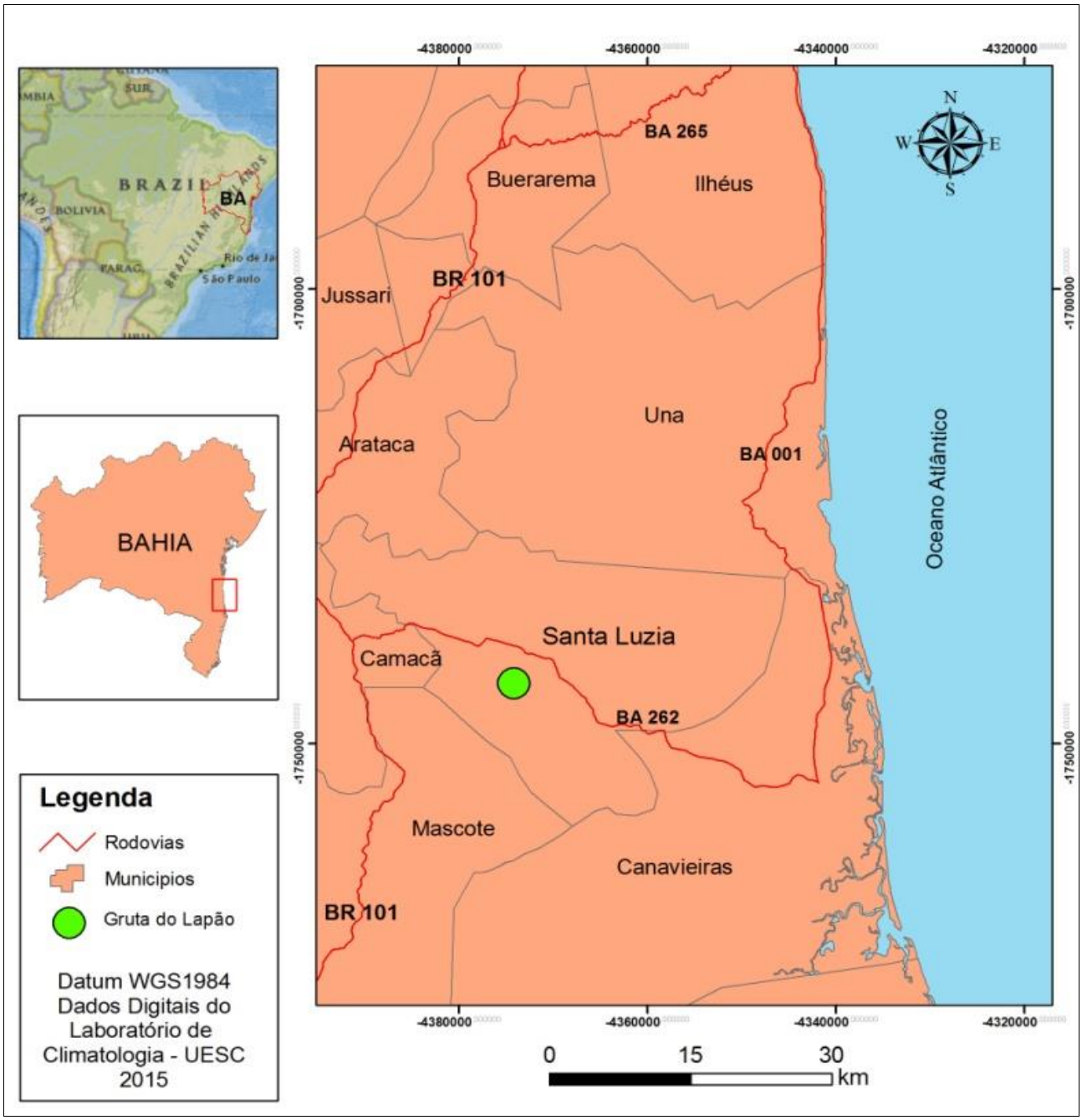

Figura 1. Localização da Gruta do Lapão.

2.2 Caracterização da Gruta

A caverna possui quatro compartimentos bem distintos: galeria principal com 190 metros (considerada sentido norte) de desenvolvimento, ramificação leste com 65 m conectado ao salão intermediário (a noroeste) com 61 m, e salão final sentido nordeste, com 175 m, apresentando um desenvolvimento total de 491 m de comprimento (Figura 2).

A galeria principal é a entrada, cuja altura é de 21 m e apresenta largura de 22 m em uma forma de "V", com blocos solapados ao centro. Um córrego serpenteia a parte lateral direita da galeria e a distância entre as margens em alguns trechos é de 7 metros em datas sucessivas a eventos pluviométricos.

Em seguida, a ramificação leste conta com um aclive de 20° a 35 °, e uma altura de 36 metros, e aí percorre o mesmo rio que perpassa entre os lajedos de calcário e atinge o salão principal. Caracteriza-se por três fendas, existindo formações de estalagmites e estalactites e presença de blocos abatidos.

A zona intermediária apresenta diversos espeleotemas em formação, chamados de "couve-flor" pelos visitantes. O declive é bastante íngreme

com ângulo de 47°. Nessa área, uma fenda no teto da caverna permite entrada de correntes de ar, além de diversos organismos oriundos da floresta local.

O salão final, menor que o principal, é acessível por uma fenda no fim do declive. Tem-se aqui a presença de blocos abatidos em maior quantidade. Os desabamentos são intensos e a quantidade de sedimentos argilosos é abundante, indicativo de transporte oriundo da abertura final. A luminosidade e o calor penetram também pela claraboia situada no centro do salão, repleto de musgos, colônias de morcegos, abundância de guano e espécies de aracnídeos e insetos. A Figura 3 mostra algumas paisagens presentes ao longo dos compartimentos da Gruta do Lapão.

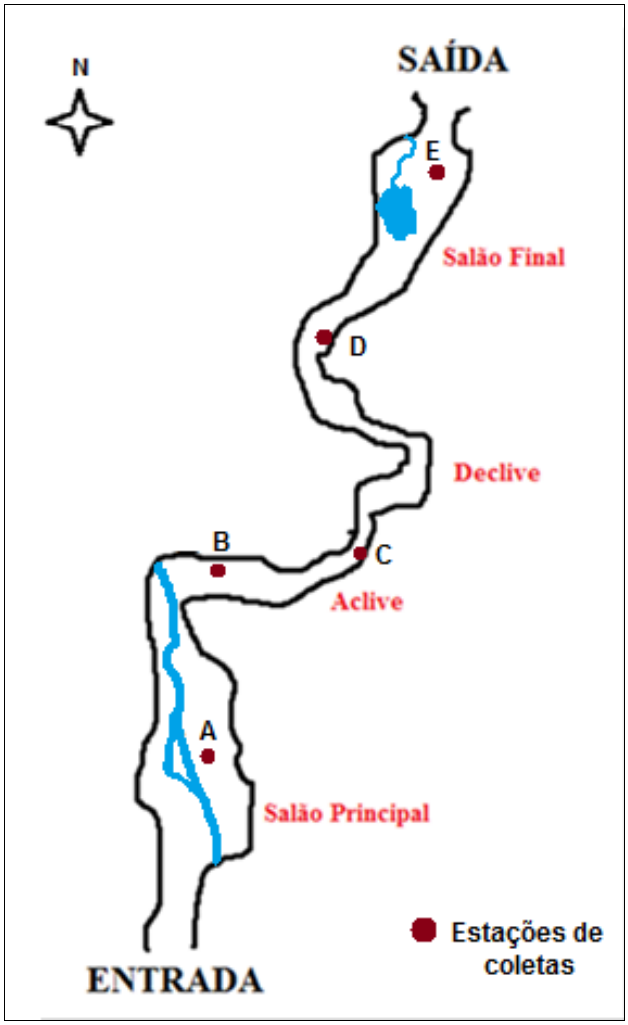

Figura 2. Esboço da Caverna: as letras indicam coletas microclimáticas.

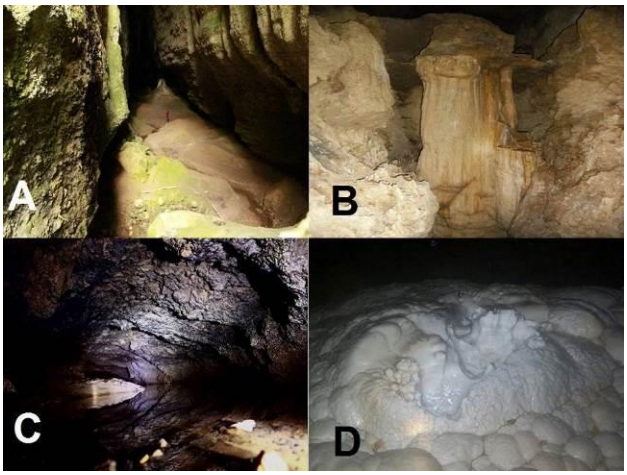

Figura 3. A): Salão principal; B): Aclive; C) Fenda de acesso ao compartimento final; D) Formação de espeleotemas na seção intermediária.

2.3 Expedição e coleta de dados

As visitas de campo foram realizadas por pesquisadores das instituições parceiras: Núcleo de Estudos e Pesquisas Arqueológicas – NEPAB, Laboratório de Climatologia da Universidade de Santa Cruz – UESC e Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia – UFBA durante os meses de Março e Junho de 2014.

Foram obtidos dados de Temperatura e Umidade relativa do ar através de Psicômetros e Termohigrômetros Digitais *Oregon Scientfic* instalados ao longo da caverna durante o período de quatro meses. (Figura 2). Os aparelhos apresentam acurácia de 0,1 % para umidade relativa do ar e 0,02ºC para temperatura. Tais aparelhos contam com banco de dados internos, com capacidade de armazenamento de 4080 conjuntos diários, onde uma conexão USB permite o resgate das informações exportadas em formato de arquivo .xls manipuláveis no *software Excel*. Para efeitos de comparação, dados do INPE (2014) correspondentes ao clima regional (municípios do entorno a gruta) foram obtidos através de seu banco de dados digital.

O ponto de coleta "A" foi instalado ao centro do salão de entrada, caracterizado pela influência de fatores externos como luminosidade e correntes de ventos. O "B" definido no início do aclive, caracterizado pelo começo da zona de ausência total de luz. O "C" instalado no ponto mais alto do aclive, sob a formação de uma fenda denominada de "apaga vela". O ponto "D" foi definido no fim do declive, onde a luminosidade retorna através da "boca" do são final. Por fim, o ponto "E" foi instalado no salão final sob a clarabóia.

O tratamento e análise dos dados de temperatura e umidade do ar foram realizados em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG. Essa ferramenta permite revelar as variações de temperatura e umidade através de mapas coropléticos de concentração e densidade térmica. Obtidos os dados, realizou-se uma geoestatística aplicada através do método de Krigagem. Esse procedimento permitiu correlacionar os dados de temperatura e umidade através de regionalização de variáveis (LANDIM et al 2002). Ou seja, os pontos de temperatura e umidade desconhecidos na caverna, são submetidos a relações entre as estações de coletas mais próximas, gerando informações microclimáticas que recobrem toda a gruta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o levantamento dos dados disponíveis no banco de dados das estações instaladas no período de quatro meses, traçou-se uma média dos resultados das observações. Notaram-se variações microclimáticas estritamente ligadas as diferentes morfologias que compõe a Gruta. Observou-se de antemão uma grande dinâmica ao longo da Gruta (Tabela 1) possívelmente condicionada em função de fatores exógenos ao ambiente cavernícola, um comportamento termo-hígrico comum em cavernas segundo Goldscheider (2005).

Tabela 1. Temperatura e umidade média observada.

Estações	Temp ºC	Umidade %
A	20,5	87
B	20	84
C	21,3	91
D	20,7	93
E	21,6	94,1

3.1 Temperatura

A temperatura variou dentro do intervalo de 1,6 ºC (Figura 4). Variação de cunho imperceptível ao observador, mas em geral condicionante para presença ou ausência de diversos organismos que habitam as cavidades (ONAC e CONSTATIN, 2008).

O Salão de entrada (estação A) apresentou temperaturas médias em torno de 20.7°C. Esta zona sofre influência direta do ambiente externo numa relação sistêmica com elementos da Floresta. As temperaturas externas ao longo do período de coleta, dias precedidos e sucedidos giravam em torno dos 24 ºC. A posição topográfica da caverna (526 metros de altitude) favorece um arrefecimento no ambiente devido às correntes provenientes do oceano, fator observado pelo fato de que a cidade de Santa Luzia (na base da serra) apresentou temperatura média de 25,5ºC no período observado. Outro fator que explica um leve aumento na temperatura (comparado as partes mais frias) é a luminosidade natural, fonte primária de calor.

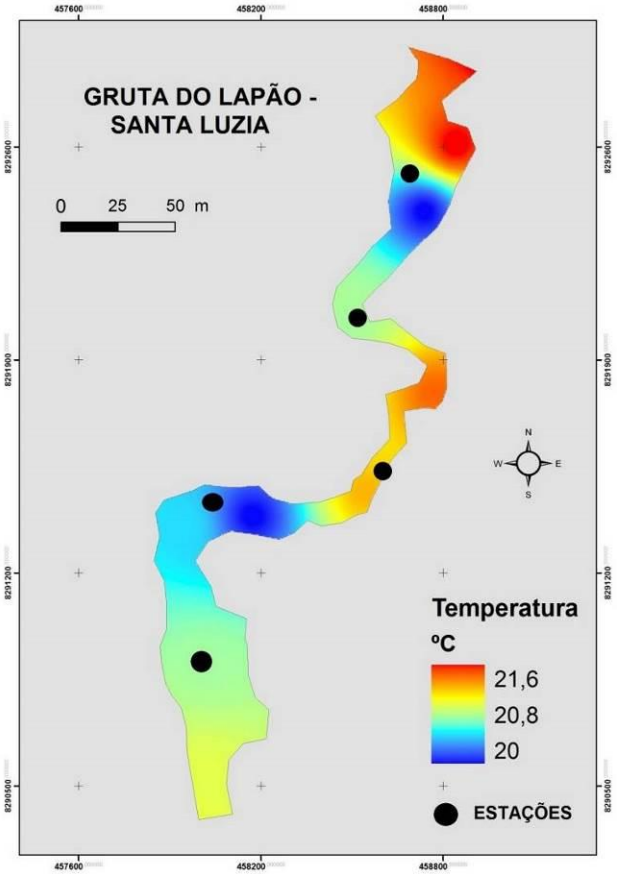

Figura 4. Dados de temperatura.

Na estação B observou-se a primeira ocorrência de temperatura na casa de 20 ºC. Aqui, a luminosidade é inexistente. A distância da entrada da caverna faz com que a temperatura diminua gradativamente. O aclive presente entre esta estação e a compartimentação da estação C faz com que o leve fluxo de calor não atinja essa porção mais baixa. O salão nessa área ainda apresenta dimensão (altura e largura) semelhante a do salão principal. Para entender melhor a influência direta das dimensões na temperatura, cabe frisar a seguinte particularidade percebida ao longo da gruta: Quanto menor o salão, mais vapor d'água se concentra, promovendo uma densidade de partículas que, em movimento, aumentam a temperatura do ambiente, ainda que seja numa escala de micro temperaturas. Esse comportamento é utilizado para explicar também os valores de umidade relativa (próximo tópico). O processo apresentado é inversamente proporcional na gruta (maior dimensão, mais ameno), que é o caso desse compartimento. A título

de curiosidade, nessa zona em dias de verão há relatos da presença de onças pintadas em busca de locais mais arrefecidos.

Na estação C observou-se um dos pontos de maior temperatura (21,3 ºC). Esse comportamento é explicado através de dois processos: 1): A cavidade nessa zona apresenta abertura de menor diâmetro da gruta (80 centímetros), concentrando mais vapor d'água. Essa concentração elevada de elementos no ar o aquece devido à movimentação e atrito das partículas presentes, onde a turbulência molecular gera calor; 2): Existe uma fenda na parte superior ("teto") que promove uma pequena relação com o ambiente externo à caverna. Segundo o proprietário da APA e guia da expedição, em dias de verão percebe-se um leve fluxo de ventos quentes sob a abertura. Entretanto, a fenda é relativamente estreita, com forma irregular e atinge o ambiente externo após 18 m de altura, não permitindo a entrada de luminosidade. A temperatura externa média de 24 ºC, mas o fluxo de calor não atinge a cavidade devido aos "filtros", que é a vegetação externa e dimensão da fenda.

A estação D identificou temperaturas de 20 ºC, sendo esse compartimento juntamente com o da estação B os pontos de temperaturas mais baixas. As características cavernícolas são parecidas entre ambas: Aqui a luminosidade ainda é inexistente e está localizada imediatamente após o declive da zona intermediária da caverna. Com suas dimensões mais amplas comparada ao compartimento anterior, permite uma concentração de vapor d'água menor, que condiciona temperaturas mais amenas.

Por fim, a estação E instalada no salão final da gruta foi quem apresentou a temperatura mais elevada (21,6 ºC). Aqui está presente uma grande abertura na parte superior da caverna, conhecida como clarabóia. A luminosidade é presente e intensa durante o período diurno, produzindo calor. A parte final da gruta detém de um paredão de 30 m de altura, utilizado inclusive para escaladas. A coloração esbranquiçada, clássica do calcário, funciona como uma grande reprodutora de albedo, formando também assim um ambiente mais aquecido em relação a partes mais interioranas da caverna. Aqui é a única zona com presença de guano. Segundo Marques et al. (2013), a decomposição do guano com liberação de gás metano é um a fator que, em específica escala de observação, pode-se atribuir aquecimento de cavernas.

3.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa apresentou variação contínua e em alguns pontos inversamente proporcional aos dados de temperatura. As médias de umidade atingem 88%, justificadas de forma geral pelo clima das zonas tropicais chuvosas mais a disponibilidade hídrica nos ambientes internos e externos a caverna (Figura 5).

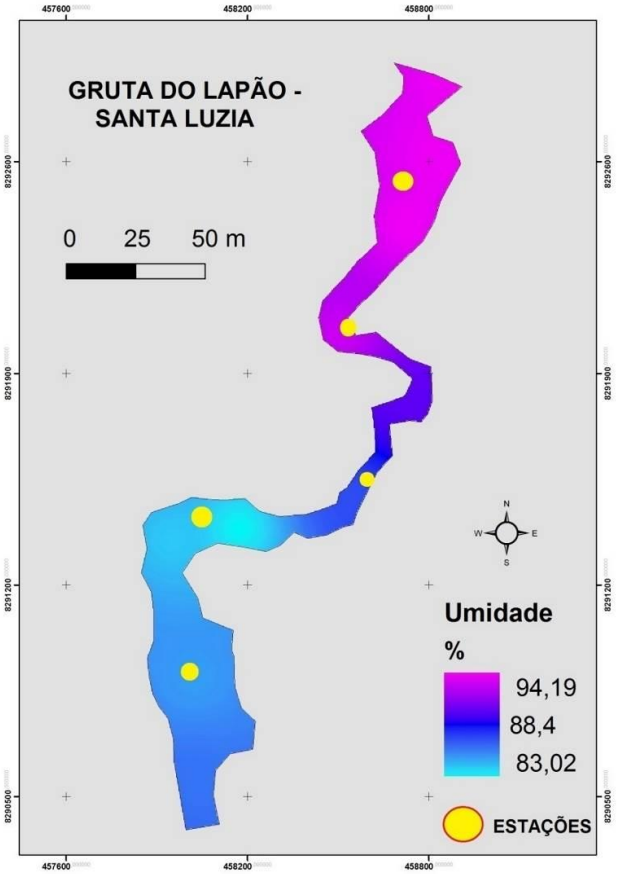

Figura 5. Variação da umidade relativa do ar.

Em todas as compartimentações da gruta há presença de água na forma de riachos, lagos de ressurgência e escorrimentos favorecendo a evaporação. Além disso, o teto da caverna está sob a floresta ombrófila externa. Cabe frisar que a região não possui estação seca definida, permitindo assim a disponibilidade hídrica ao ambiente durante todo o ano. Essas características somadas ao substrato estritamente sedimentar do calcário e conglomerados permitem o processo de fluxo de base, que é a intrusão hidrológica condicionada pelas zonas de fraqueza e dissolução química, que molda a caverna (SILVA, 2009).

Outro fator importante é a não circulação de ventos capazes de dissipar o vapor d'água que se concentram ao longo dos compartimentos, considerando que tal movimento desagrega o vapor d'água na micro-atmosfera da gruta. Dessa forma,

os pontos de saturação são constantes, notados a partir da umidade perene das paredes muitas vezes confundidas com infiltrações do fluxo de base.

Observando a Figura 5, percebe-se um aumento da umidade sentido norte da caverna: Esse comportamento é explicado em três momentos: 1) No entorno das estações A e B (umidade 84 %) está presente um riacho perene e possivelmente uma contribuição da evapotranspiração da Floresta; 2) Na zona intermediária estão presentes apenas escorrimentos oriundos da percolação. Entretanto, os dutos aqui são relativamente estreitos, com dimensões reduzidas (cerca de 80 centímetros de diâmetro) que concentram todo o vapor d'água produzido em seu escopo; 3) Na compartimentação norte (final) da caverna, está presente um lago de ressurgência que é alimentado em algumas épocas por um riacho sazonal. Aqui, possivelmente retorna a contribuição da evapotranspiração da floresta, fechando a explicação das taxas de umidade relativa do ar em torno dos 94%.

4. CONCLUSÕES

A Gruta do Lapão apresentou variações microclimáticas. Onde ocorreram aumento nos valores de temperatura, fatores exógenos foram detectados apontando mudanças no que concerne a atmosfera homogênea de cavernas.

O comportamento da umidade relativa do ar revelou que o contexto hidrogeológico e pluviométrico dos ambientes intra e extra cavernícolas da Gruta do Lapão são totalmente condicionados pelo Bioma Mata Atlântica e o regime pluviométrico regional ao qual a mesma está inserida. Como a gruta está inserida em um roteiro turístico regional, as condições não apresentam riscos aos visitantes no sentido de desconforto térmico.

A contribuição da Gruta do Lapão, através dos dados microclimáticos levantados, é elementar: posteriores estudos aplicados a microorganismos podem revelar que essa pequena variação de temperatura e umidade pode determinar presença ou ausência de espécies, um leque para a Bioespeleologia; no que concerne a transformação paisagística da caverna ao longo de tempos geológicos, os dados de temperatura e espeleohidrografia podem remontar cenários ou simular condições futuras, um leque para a Geoespeleogia.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Climatologia da Universidade Estadual de Santa Cruz pela disponibilidade dos aparelhos; A Max do Carmo, ambientalista, proprietário da Fazenda do Lapão; Ao Grupo Sul Baiano de Espeleologia, por estudos preliminares; A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia pelo financiamento.

BIBLIOGRAFIA

BOURGES, F.; GENTHON, P.; MANGIN, A.; D'HULST, D. Microclimates of l'Aven d'Ornac and other French limestone caves (Chauvet, Esparros, Marsoulas). **International Journal of Climatology**, v.26, p.1651-1670. 2006.

CIGNA, A. A. Climate of caves. In: GUNN, J. (Ed.) **Encyclopedia of caves and karst science**. London: Taylor & Francis, p.467-475. 2004.

DE WAELE, J; GUTIERREZ, F; AUDRA, P. Karst geomorphology: from hydrological functioning to paleoenvironmental reconstructions. **Geomorphology**, v. 229, p. 1-2. 2015

GOLDSCHEIDER, N. Karst groundwater vulnerability mapping: application of a new method in the Swabian Alb, Germany. **Hydrogeology Journal**, 13, 555–564, 2005.

HERRIES, A. I. R; ADAMS, J. W; KUYKENDALL, K. L; SHAW, J. Speleology and magnetobiostratigraphic chronology of the GD 2 locality of the Gondolin hominin-bearing paleocave deposits, North West Province, South Africa. **Journal of Human Evolution,** v. 51, p. 617-631, 2006.

KARMANN, I.;PEREIRA, R.F.; FERRARI, J. A. Índice de rugosidade: parâmetro morfométrico da intensidade de relevo. Exemplo do carste da bacia do Rio Una, Bahia. XXXIX **Congresso Brasileiro de Geologia**, Anais... vol. 4, p. 575-579, 1996.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia**. Mexico, ed. Fondo de La Cultura Economica. 133 p.

LANDIM, P. M. B.; STURARO, J. R.; MONTEIRO, R. C. **Krigagem ordinária para situações com tendência regionalizada**. Rio Claro: DGA, IGCE, UNESP, 2002. Texto didático 06. 2010.

LENTON, T. M. Gaia and natural selection. **Nature**, v.394, p.439-447, 1998.

LOBO, H. A. S. Histórico das pesquisas espeleoclimáticas em cavernas brasileiras. **Espeleo-Tema**, v. 21, n. 2, p. 131-144, 2010. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v21_n2_131-144.pdf>.

MARQUES, E.L.S.; et al.. Análise da comunidade de actinomycetales no sedimento e água de gotejamento de cavernas, Paripiranga (BA). In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) **Congresso Brasileiro de Espeleologia**, 32, 2013. Barreiras. Anais... Campinas: SBE, p.71-76. 2013. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_071-076.pdf>.

MIMI, Z. A.; ASSI, A. Intrinsic vulnerability, hazard and risk mapping for karst aquifers: A case study. **Journal of Hydrology**, 364, 298-310, 2009.

ONAC, B. P; CONSTANTIN, S. Archives of climate and environmental change in Karst. Guest Editorial. **Quaternary International**, v. 187, p. 1-4, 2008.

SBE. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC)**. Campinas: SBE, 2013. Disponível em: <www.cavernas.org.br>. Acesso em: 01 jan. 2013.

SEPE M, Di TRAPANI G. Cultural tourism and creative regeneration. **International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research**. Vol. 4 no.3. 2010.

SILVA, K. B; BARBOSA, E. P; MATTOS, J. B. Geoturismo e ciência em cavernas: as contribuições do Poço Azul de Milú, Chapada Diamantina – BA. In: In: RASTEIRO, M.A.; MORATO, L. (orgs.) **Congresso Brasileiro de Espeleologia**, 32, 2013. Barreiras. Anais... Campinas: SBE, p.13-20. 2013. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_007-012.pdf>.

SILVA R.F.G. Estimativa de parâmetros hidrodinâmicos de aquíferos em áreas de embasamento através de métodos indiretos. **Dissertação de Mestardo**. Departamento de Geologia – UFOP. 109p Ouro Preto, 2009.

SILVEIRA, L. Ecologia comparada e Conservação da Onça-pintada (*Panthera onca*) e Onça-parda (*Puma concolor*), no Cerrado e Pantanal. Tese de Doutorado em Biologia Animal. Universidade de Brasília. 2004, 240 p.

THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geogr. Rev**, v.38, p.55-94, 1948.