

VARIAÇÃO DIÁRIA DE TEMPERATURA E UMIDADE EM DIFERENTES PONTOS DA CAVERNA FURNA NOVA

Saulo Tasso Araujo da Silva¹, José Espínola Sobrinho², George Bezerra Ribeiro³,
Leonardo Brasil de Matos Nunes⁴, Leonardo Lelis de Macedo Costa⁵

¹Meteorologista, D. Sc. em Meteorologia, Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Mossoró, RN, saulo@ufersa.edu.br;

²Engenheiro Agrônomo, D. Sc. em Recursos Naturais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Mossoró, RN, espinola@ufersa.edu.br;

³Engenheiro Eletricista, M. Sc. em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Tecnologista Sênior,
UFERSA/INPE, Mossoró, RN, george@ufersa.edu.br;

⁴Analista Ambiental, especialista em gestão e manejo ambiental em sistemas florestais, ICMBio,
Mossoró, RN, Leonardo.nunes@icmbio.gov.br

⁵Médico Veterinário; D. Sc. em Ciência Animal, Professor, Universidade Federal Rural do Semi-Árido,
Mossoró, RN, leolelis@ufersa.edu.br;

RESUMO: O estudo teve como objetivo caracterizar o microclima da caverna Furna Nova, localizada no Parque Nacional da Furna Feia, Mesorregião Oeste do Rio Grande do Norte. Para isso, em dois pontos no interior da caverna foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa, conectados a registradores automáticos. Os dados registrados foram comparados aos de uma estação meteorológica instalada na superfície, próximo à entrada da caverna. As temperaturas médias foram de 28,72; 26,14 e 24,81°C, no ambiente externo, no salão visitável e adjacente, respectivamente. A umidade relativa média foi de 27,42; 74,02 e 80,74%. A caverna Furna Nova é caracterizada por uma temperatura média do ar inferior ao valor médio registrado na superfície e grande estabilidade. A umidade relativa apresenta valores elevados e estáveis, aumentando de acordo com a distância e a profundidade em relação à superfície.

PALAVRAS-CHAVE: microclima, espeleologia, ambiente cavernícola.

DAILY TEMPERATURE AND HUMIDITY VARIATION IN DIFFERENT POINTS OF FURNA NOVA CAVE

ABSTRACT: The aim of this study was to characterize the microclimate of Furna Nova cave, Located in the Furna Feia National Park, west region of Rio Grande do Norte state. For this, at two places inside the cave air temperature and relative humidity sensors connected on automatic recorders were installed. The recorded data were compared to those of a weather station installed on the surface near the entrance to the cave. Mean temperature were 28.72; 26.14 and 24.81°C, in surface, visitable and adjacent halls, respectively. Mean relative humidity was 27.42; 74.02 and 80.74%. Furna Nova cave is characterized by average air temperature below the mean value recorded on the surface and stability. Relative humidity show high and stable values, increasing according to the distance and depth relative to the surface.

KEY-WORDS: Microclimate, speleology, cave environment.

INTRODUÇÃO

A caverna de Furna Nova, está localizada no parque nacional da Furna Feia, uma unidade de conservação de proteção integral da natureza, localizada na Mesorregião do Oeste Potiguar e Microrregião de Mossoró, Rio Grande do Norte-RN, com uma área de aproximadamente 8.494 hectares distribuída pelos municípios de Baraúna e Mossoró.

Criado em 2012, a Furna Feia é o primeiro parque nacional do Rio Grande do Norte e sua administração está a cargo do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Segundo Banducci Jr&Lobo (2012), as cavernas apresentam-se como atrativos turísticos, despertando a atenção e o interesse crescente de diferentes categorias de visitantes. Assim, o espeleoturismo ou turismo em cavernas representa uma modalidade diferenciada de turismo que pode ser classificada ao mesmo tempo como turismo ecológico, científico e de aventura (VERÍSSIMO et al, 2005). Porém, para que seja possível a identificação de impactos de visitas sobre o ambiente dentro da caverna e a sua gestão, deve-se conhecer o seu microclima sem a ação antrópica (FREITAS, 2010). Desta forma o objetivo do estudo foi analisar a variação diária de temperatura e umidade relativa do ar em diferentes pontos da caverna Furna Nova.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados na caverna da Furna Nova (coordenadas 05° 02' 03" S e 37° 34' 16" W), por um período de 48 horas, entre os dias 16 e 18 de setembro de 2016, dentro período seco para a região. Dataloggers dos modelos Campbell Scientific CR10X, CR1000 e CR3000, todos equipados com sensores de temperatura e umidade relativa do ar modelo Campbell Scientific HMP45C foram instalados no ambiente externo próximo à entrada da caverna e em dois outros pontos, no seu interior: Num salão amplo denominado “salão visitável”, onde se encontram espeleotemas tipo cortina, e que tem aproximadamente 16 m de profundidade em relação à superfície e possui uma pequena claraboia; e em um salão menor, vizinho a este, denominado “salão adjacente”, que se encontra em um nível mais profundo, de aproximadamente 25 m. e não tem comunicação direta com o meio externo (Figura 1).

O sensor utilizado possui acurácia de $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$, para medições de temperatura entre 0 e 40°C, e de $\pm 2\%$ para medições de umidade relativa do ar entre 0 e 90%. Foram realizadas leituras a cada 5 segundos e registrados os valores médios a cada 10 minutos e a cada hora.

A análise de variância foi baseada no método dos quadrados mínimos (HARVEY, 1960). Utilizando-se o programa “R”, para composição do arquivo, exame de distribuição de frequência dos dados, estatística descritiva e análise de variância conforme Littell et al. (1991). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) e aplicado o teste de Tukey (1%) para comparação das médias de temperatura e umidade relativa.

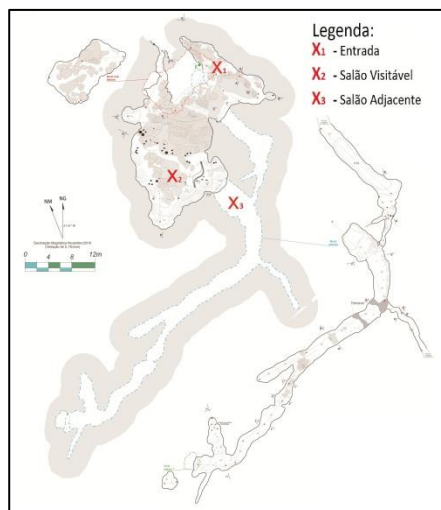


Figura 1: Mapa da caverna Furna Nova, com identificação dos pontos de monitoramento dos parâmetros microclimáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 1 e 2 estão apresentados os valores estatísticos dos parâmetros avaliados, temperatura do ar e umidade relativa, onde constam as médias, máxima, mínima, amplitude e desvio padrão dos três ambientes observados: externo, salão visitável e salão adjacente.

Tabela 1: Tabela da temperatura do ar média, desvio padrão, amplitude, máxima e mínima no ambiente externo e nos salões visitável e adjacente da caverna Furna Nova.

	Média (°C)	Desvio	Amplitude (°C)	Mínimo (°C)	Máximo (°C)
Externo	28,72 ^a	4,13	13,36	23,72	37,08
Visitável	26,14 ^b	0,03	0,22	26,07	26,29
Adjacente	24,81 ^c	0,03	0,19	24,76	24,95

Letras diferentes representam diferença estatística na coluna, $p < 0,01$.

A temperatura do ar no ponto externo à caverna apresentou maior média ($28,72 \pm 4,13^\circ\text{C}$), pois está sujeita as variações provocadas pela incidência de radiação solar, e apresentou grande amplitude ($13,36^\circ\text{C}$), já o salão visitável apresentou temperatura média intermediária ($26,14 \pm 0,03^\circ\text{C}$), pois sofre pouca influência de radiação solar e apresenta profundidade de aproximadamente 16 m, o que permite ter pouca variação de energia nesse ambiente. Já o salão adjacente apresentou menor temperatura do ar ($24,81 \pm 0,03^\circ\text{C}$), com menor amplitude, o que também se justifica pela inexistência de radiação solar e pela profundidade (25 m). Também, observou-se que o salão adjacente, por ser mais profundo e não possuir claraboia, funciona com uma “armadilha fria” conforme definido por Cigna (2004), retendo o ar mais frio e, portanto, apresentando valores menores de temperatura.

Quanto à umidade relativa, Tabela 2, a menor média apresentada foi no ponto externo à caverna ($57,42 \pm 16,62\%$), onde foi registrada grande amplitude ($49,77\%$) e

“A Agrometeorologia na Solução de Problemas Multiescala”

valor máximo de 74,70%. O salão visitável apresentou umidade relativa média intermediária ($74,02 \pm 0,81\%$) entre o adjacente e o externo. Já o salão adjacente apresentou maior média de umidade relativa ($80,74 \pm 1,60\%$). Destaca-se o fato da amplitude registrada no salão adjacente (7,10%) ter sido maior que no salão visitável (3,14%), mesmo com menor variação de temperatura.

Os valores observados estão em consonância com Badino (2004) e Cigna (2004) que descrevem cavernas como ambientes quase fechados, nos quais as trocas de energia com o exterior são pequenas e dependem, essencialmente, do fluxo de água e de ar entre a superfície e o interior da caverna e cuja temperatura interna é muito estável e tende ao valor médio da temperatura da atmosfera local.

Tabela 2: Tabela da umidade relativa média, desvio padrão, amplitude, máxima e mínima no ambiente externo e nos salões visitável e adjacente da caverna Furna Nova.

	Média (%)	Desvio	Amplitude (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Externo	57,42 ^c	16,62	49,77	24,93	74,70
Visitável	74,02 ^b	0,81	3,14	72,12	75,26
Adjacente	80,74 ^a	1,60	7,10	78,30	85,40

Letras diferentes representam diferença estatística na coluna, $p < 0,01$.

Para melhor compreensão da variação diária de temperatura no ambiente externo e no interior da caverna - salões visitável e adjacente - foram calculadas as médias horárias para todo o período e os dados foram dispostos em gráficos da variação de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e da umidade relativa do ar (%) em função da hora do dia (Figuras 2.a e 2.b). Nestes pode-se observar a grande variação diária de temperatura e umidade relativa no ambiente externo, bem como uma grande estabilidade destas variáveis no interior da caverna, verificando-se as variações meteorológicas diárias da superfície refletem-se de forma muito reduzida na caverna.

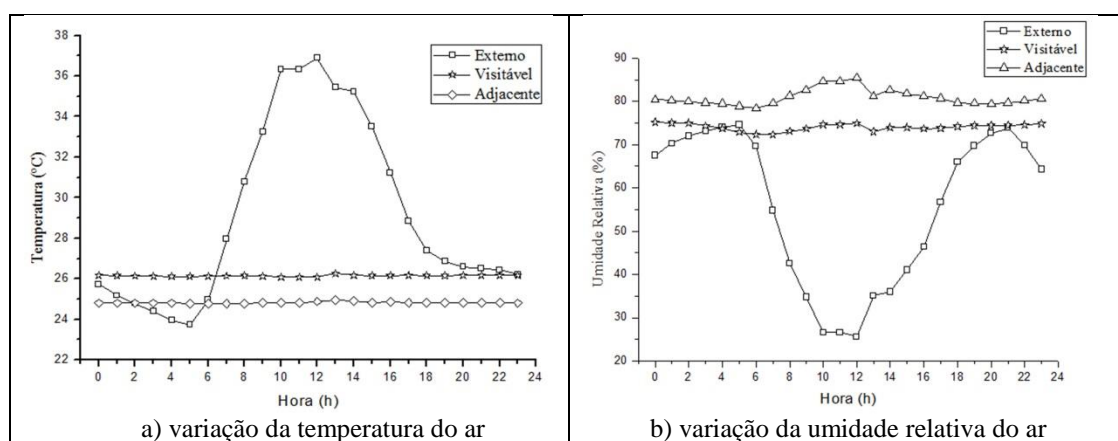


Figura 2: Gráfico da variação da temperatura do ar (a) e da umidade relativa (b), média de cada hora, no ambiente externo à caverna Furna Nova e em seus salões visitável e adjacente.

Diferentemente do que se observa na maioria das cavernas, onde o fluxo de água costuma ser o fator de maior influência nas variações meteorológicas internas (BADINO, 2010), pode-se inferir que na Furna Nova o fluxo de ar com o ambiente externo, apesar

de limitado devido à própria morfologia da cavidade – que possui apenas uma pequena entrada e uma também pequena claraboia – apresentou-se como fator preponderante na definição das variações do microclima interno, uma vez que as medições foram realizadas no período seco e não foram identificados fluxos de água na caverna.

CONCLUSÕES

A caverna Furna Nova é caracterizada por uma temperatura média do ar um pouco inferior ao valor médio diário registrado na superfície. A temperatura é bastante estável, sendo a amplitude reduzida conforme a distância e profundidade do ponto monitorado em relação à entrada.

A umidade relativa apresenta valores elevados e estáveis no interior da caverna, aumentando de acordo com a distância e a profundidade em relação à superfície, onde o ar apresenta-se sempre mais seco.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Chico Mendes – ICMBIO, pelo apoio logístico à realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BANDUCCI JÚNIOR, A.; LOBO, H. A. S.; Turismo em caverna e as representações do mundo subterrâneo, **Revista de Turismo y Patrimônio Cultural**, Tenerife-Espanha, v.43, n. 5, p. 585-594. 2012.

BADINO, G. Cave temperatures and global climatic change. **International Journal of Speleology**, Bologna, v.33, n.1, p.103-114, 2004.

BADINO, G. Underground meteorology – “What’s the weather underground?”. **Acta Carsologica**, Postojna, v.39, n.3, p.427-448, 2010.

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

FREITAS, C.R. de. The role and the importance of cave microclimate in the sustainable use and management of show caves. **Acta Carsologica**, Postojna, v.39, n.3, p.477-489, 2010.

LITTELL R.C.; FREUND R.J.; SPECTOR P.C., **SAS System for linear models**. ed. 3, SAS Institute, Cary, N.C. 1991.

VERÍSSIMO, C.U.V et al.. Espeleoturismo e microclima da gruta de Ubajara, CE. **Estudos Geológicos**, Recife, v.15, p.244-253, 2005.