



## Dados de elementos climáticos para a conservação de sítios arqueológicos na área do Parque Nacional Serra da Capivara – PI.

Leandro SURYA<sup>1</sup>; Danilo MAGALHÃES<sup>2</sup>; Renê Jota Arruda de MACÊDO<sup>3</sup>

**Resumo:** Por meio desta pesquisa, buscou-se compreender a influência das variáveis climáticas nos processos de transformações naturais em sítios arqueológicos visando a conservação preventiva. Neste sentido, quatro sítios com a presença de registros rupestres (Toca do Pajaú, Toca da Entrada do Pajaú, Toca do Barro e Toca do Paraguaio), em abrigo sob rocha, localizados no Desfiladeiro da Capivara, no Parque Nacional Serra da Capivara-PI foram monitorados por um ano. Nestes locais foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar, assim como os provenientes de duas estações meteorológicas (estação São João do Piauí e estação São Raimundo Nonato). Em seguida, os dados foram armazenados e processados no *software* RStudio, nos quais identificaram-se os valores de amplitudes. Os resultados indicam três grupos de amplitudes: área de chapada, área limite do cânion e área interior do cânion. Os sítios presentes na área limite do cânion necessitam de maiores cuidados e monitoramento, pois sofrem maior efeito das variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** Monitoramento, Linguagem R, Registro rupestre.

**ABSTRACT:** *Through this research, we sought to understand the influence of climatic variables on the processes of natural transformations in archaeological sites aiming at preventive conservation. In this sense, four sites with rock painting (Toca da Entrada do Pajaú, Toca do Pajaú, Toca do Barro, and Toca do Paraguaio), located in the Desfiladeiro da Capivara, at the Serra da Capivara-PI National Park were monitored for one year. In these locations, data from temperature and relative humidity of the air, as well as from two meteorological stations (São João do Piauí station and São Raimundo Nonato station) were collected. Then, the data were stored and processed into the RStudio software, in which the amplitude values were computed. The results suggest three groups of amplitudes namely the plateau area, the canyon boundary area, and the inner canyon area. The sites placed on the boundary areas of the canyon need more care in the monitoring processes because they are more affected by the studied variables.*

**Keywords:** *Monitoring, R Language, Rock painting.*

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Arqueologia - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

<sup>2</sup> Colegiado de Arqueologia e Preservação Patrimonial - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

<sup>3</sup> Colegiado de Ciências da Natureza - Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Autor para correspondência: Leandro Surya.

Universidade Federal do Vale do São Francisco – Laboratório de Preservação Patrimonial  
Rua João Ferreira dos Santos s/n, Bairro Campestre, São Raimundo Nonato – PI, Brasil,  
CEP: 64770-000. E-mail: leandro.surya@univasf.edu.br

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo do clima em Arqueologia é comumente associado a noção de características passadas envolvendo a paisagem e a vegetação. Diversos autores apresentam esta perspectiva, para Bahn e Renfrew (1998), Gaspar (2003) e Prous (2006) a arqueologia além de estudar o modo de vida dos grupos humanos, nos tempos pretéritos, através da sua materialidade, também busca compreender como era o ambiente em que viviam e como o clima influenciou na vida social. Etchevarne (2000, p.115) afirma que “os ciclos climáticos com grande alternância impuseram aos grupos pré-históricos uma dinâmica socioeconômica relacionada com o ritmo da natureza, de onde retiravam o seu sustento para a perpetuação da espécie”.

Neste sentido, este trabalho busca utilizar as variáveis climáticas de maneira oposta à arqueologia tradicional. Pretende a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar melhorar a compreensão dos processos de transformação e conservação de sítios arqueológicos. Como premissa, assumiu-se a posição de que a exposição dos sítios arqueológicos às variações climáticas é um fator determinante em sua conservação.

A área escolhida para a pesquisa é o Desfiladeiro da Capivara, um cânion localizado na área do Parque Nacional Serra da Capivara (Figura 1). Partiu-se do princípio que o efeito do clima seria mais brando nos sítios localizados no interior do cânion, pois possuiriam mais umidade e, conseqüentemente, menores temperaturas internas em relação as áreas de chapada. Para avaliar esta

questão foram monitorados quatro sítios na área do Desfiladeiro da Capivara, dois deles a Toca do Pajau – TP e a Toca da Entrada do Pajau – TEP – estão localizados mais próximos da área periférica do cânion. Os outros dois são os sítios Toca do Barro – TB – e Toca do Paraguaio – TPO – localizados na área mais central do cânion. Os dados relacionados à área de chapada foram coletados em duas estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – localizados nas cidades de São Raimundo Nonato e São João do Piauí. Todos os sítios em estudo são do tipo abrigo, tendo o arenito como rocha base nas maiores porções dos seus espaços. O arenito é composto por diversas frações de areia e silte, muito friável.

O efeito que as variações climáticas causam nos sítios arqueológicos, especialmente naqueles que contêm registro rupestre, é motivo de preocupação, pois se supõe que a mudança climática deteriora o registro e o sítio como um todo.

Segundo Lage *et al.*, (2017, p.99):

O fato de encontrarem-se expostos ao tempo, os sítios e os acervos gráficos sofrem agressões que deixam marcas. [...] Assim é fundamental que sejam efetuados estudos na paisagem do entorno, mensurando as condições climáticas e ambientais em que se encontram os sítios, na tentativa de identificar a origem dos problemas de conservação.

Monitorar as variáveis decorrentes do clima em regiões onde estão sítios arqueológicos é necessário, pois dessa forma é possível compreender se realmente há influência

do clima sobre os artefatos e o registro rupestre, este último tem persistido graças às “condições especiais de conservação que atravessaram milênios superando os efeitos do desgaste dos agentes naturais, como água, vento e umidade” (PESSIS, 1999, 2006).

Os processos naturais que causam a degradação e a decomposição são obras do intemperismo que aparecem na forma física, química e biológica. Segundo (LAGE *et al.*, 2005) os raios solares, a água e o vento estão entre os agentes que mais ocasionam o intemperismo. Os sítios de registro rupestre, da Serra da Capivara, estão localizados no semiárido nordestino, a água, mesmo não sendo uma ameaça constante devido aos breves períodos de chuva, deixa marcas visíveis tanto nas pinturas rupestres quanto nos paredões rochosos.

Os efeitos da insolação provocam o aumento da temperatura nas rochas, podendo resultar em possíveis fissuras e deslocamento, além de descolorir as pinturas presentes em sítios que não se localizam em abrigo sob rocha. A consistente ação do vento é responsável pela abrasão, erosão, deposição de areia e poeira sobre os painéis rochosos com registro rupestre (LAGE *et al.*, 2005).

Os insetos representam a ação biológica que também degrada as pinturas rupestres, uma vez que constroem suas casas sobre as mesmas (LAGE *et al.*, 2005). De acordo com Toledo (2001) e Torres, Neto e Menezes (2012): as variações na temperatura causam expansão e contração térmica no paredão rochoso, gerando processos de fragmentação, resultando em possíveis deslocamento.

De acordo com Lage *et al.*, (2005, p. 29):

Os sítios de pinturas rupestres, no entanto, correm riscos permanentes de degradação, tanto por fatores antrópicos como por fatores naturais [...], como o vento, a chuva, a insolação, a presença de insetos e microrganismos, só serão controladas através de uma política de conservação mais direta por meio de trabalhos de preservação e monitoramento.

A preservação do sítio arqueológico acontece por meio de ações preventivas e intervencionistas, dando ênfase as pinturas rupestres, pois elas se localizam tanto em abrigo sob rocha, quanto em paredões rochosos ao ar livre, por isso, acabam sofrendo um impacto maior dos agentes naturais e muitas vezes antrópicos, portanto é necessário que tenham uma atenção maior (LAGE *et al.*, 2005).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Nos quatro sítios em estudo foram instalados *dataloggers* (modelo Akso) que registravam a temperatura (em graus Celsius) e a umidade relativa do ar (em porcentagem) gravando um dado de cada variável por hora, resultando, após um ano de medições, em oito planilhas com 8.760 pontos cada uma. Os *dataloggers* foram posicionados nas áreas de sombra (sem receber diretamente luz solar) a altura média de um metro do piso em cada um dos sítios. Os sítios são preparados para visita turística e possuem passarelas de madeira, local que serviu de ponto para fixação dos equipamentos.

A escolha dos sítios se deu a partir da noção de que os sítios TP e TEP

estariam mais suscetíveis aos efeitos do clima que ocorre na chapada por sua proximidade ao início do cânion. Por sua vez, os sítios TB e TPO por estarem localizados na área mais próxima ao centro do cânion sofreriam um menor

efeito com as variáveis climáticas, apresentando valores menores de temperatura e umidade relativa do ar. Na Figura 2 é possível identificar a distribuição dos sítios arqueológicos existentes no Desfiladeiro da Capivara.

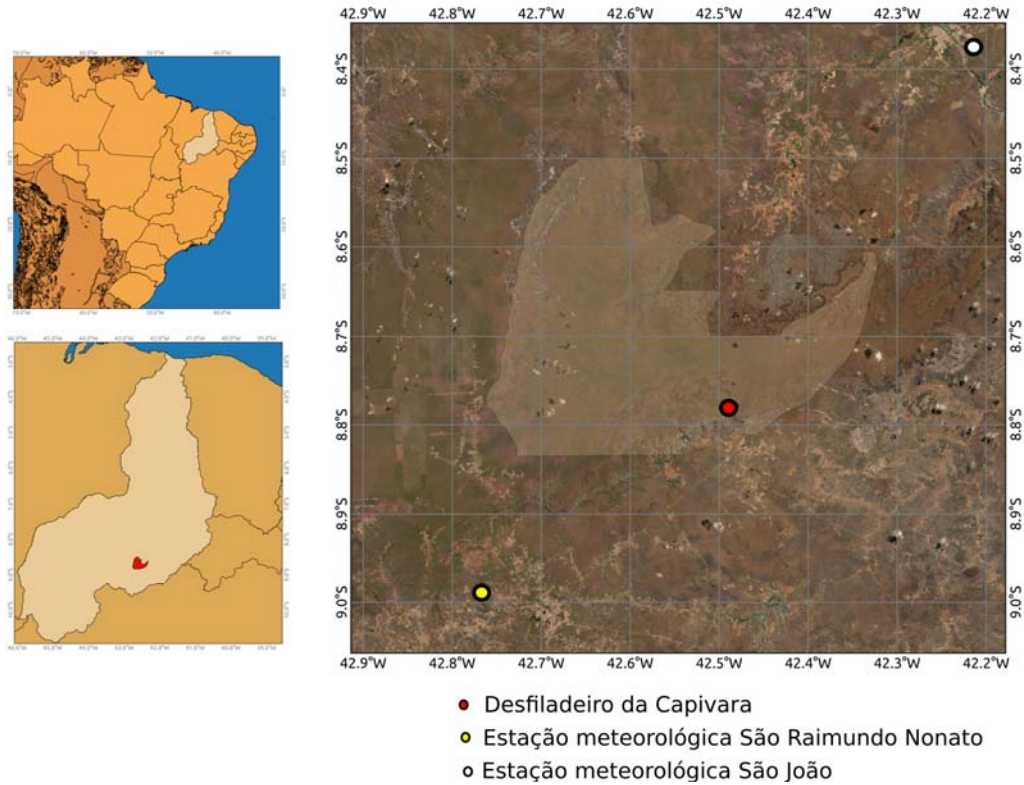


Figura 1: Localização do Parque Nacional Serra da Capivara e das estações meteorológicas em estudo. Fonte: Junção de imagens ESRI (2018) e IBGE (2018).

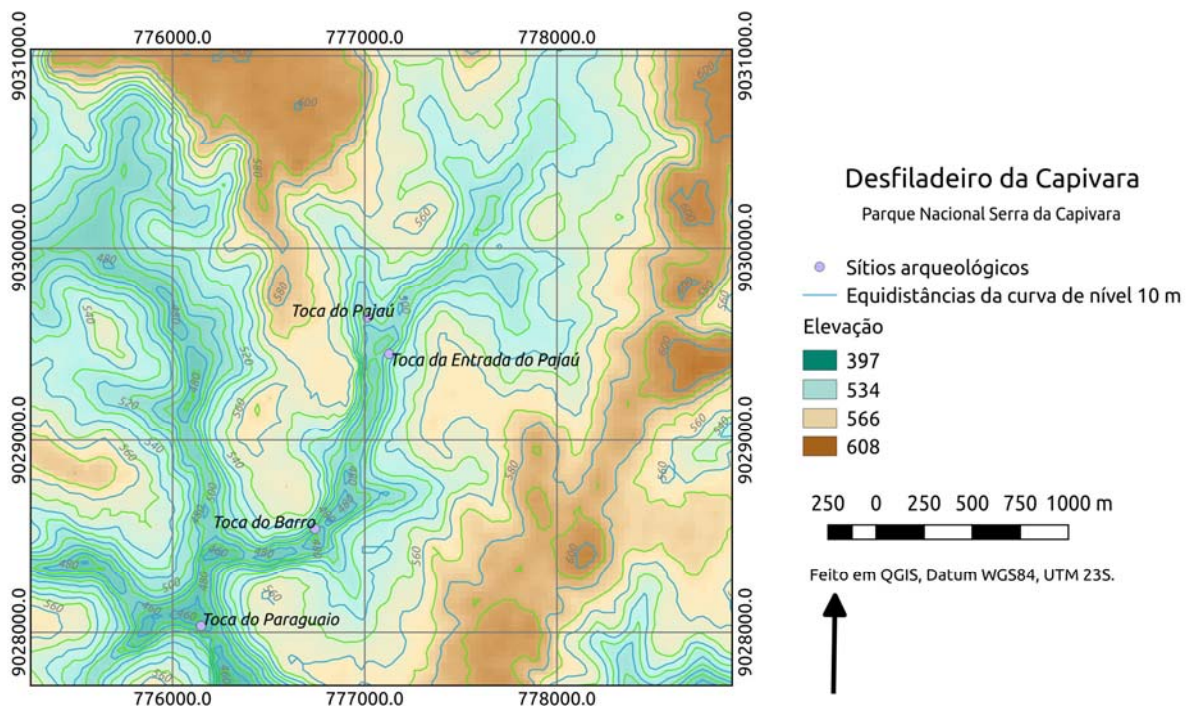


Figura 2: Localização dos sítios arqueológicos no Desfiladeiro da Capivara. Fonte: Os autores.

Os dados foram tratados no software RStudio e um script foi desenvolvido para tratamento dos dados. Este script identificou, entre outras funcionalidades, os valores máximos e mínimos para cada dia do ano, separando os valores mensais das amplitudes de temperatura e umidade relativa do ar para cada sítio em estudo. O script também produziu os mesmos dados para as duas estações meteorológicas utilizadas nesta pesquisa. A escolha das estações automáticas de São Raimundo Nonato – SRN – e São João do Piauí – SR – se deu devido a serem as mais próximas da área em estudo.

*Tabela 1: Amplitudes e temperatura das estações meteorológicas de São Joao e São Raimundo Nonato.*

Mês	Ano	SJ	SRN
Abril	2017	17,3	20,3
Maio	2017	17,5	15,7
Junho	2017	12,8	16,1
Julho	2017	16,4	18,6
Agosto	2017	16,7	19,4
Setembro	2017	15,4	20,6
Outubro	2017	15,3	19,3
Novembro	2017	16,2	21,2
Dezembro	2017	16,6	19,4
Janeiro	2018	16,9	18,5
Fevereiro	2018	17,7	18,7
Março	2018	18,8	20,4

*Fonte: Os autores.*

Com os *dataloggers* também não ocorreu nenhum tipo de falha durante o período de coleta de dados. As Tabelas 3 e 4 apresentam os valores das amplitudes coletadas para os sítios. Observa-se que os sítios TB e TPO na maior parte das vezes possuem valores mais baixos de amplitudes de temperatura e umidade relativa do ar que

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estações meteorológicas do INMET de SJ e SRN não apresentaram falhas nos dados coletados (suas planilhas não continham células sem valor), a partir dos valores identificados nas Tabelas 1 e 2 é possível perceber como os efeitos de amplitudes para as duas variáveis estudadas são mais elevadas na estação SRN. Durante os doze meses avaliados, nenhum valor de amplitude de SJ superou as medidas para SRN.

*Tabela 2: Amplitudes de umidade relativa do ar das estações meteorológicas de São Joao e São Raimundo Nonato.*

Mês	Ano	SJ	SRN
Abril	2017	71,2	77
Maio	2017	73,2	75,4
Junho	2017	70,8	75,1
Julho	2017	72,1	75,2
Agosto	2017	51,8	75
Setembro	2017	66,4	73,7
Outubro	2017	57,1	68,1
Novembro	2017	44,7	63,5
Dezembro	2017	47	65,7
Janeiro	2018	66,7	56,4
Fevereiro	2018	70,9	75,5
Março	2018	70,9	75,7

*Fonte: Os autores.*

os sítios TP e TEP. Isto indica que a área mais central do cânion possui variações mais amenas nas diferenças de temperatura e umidade durante as 24 horas do dia. Por exemplo, ao relacionar as amplitudes de umidade e temperatura do mês de abril para as estações de SJ (71,2%; 17,3° C) e SRN (77 %; 20,3° C) com as dos sítios TB (61,1 %; 9,7° C) e

TPO (56,3 %; 9,1° C) para o mesmo período, é possível perceber que apesar de todos os locais possuírem amplitudes compatíveis com o clima semiárido, as áreas abrigadas pelo cânion estão bem mais protegidas.

Os três conjuntos de valores de amplitude térmica podem ser

visualizados nas Figuras 3 e 4. Na ordem de valores SRN e SJ são mais altos que TP e TEP, que por sua vez, são maiores que TB e TPO. Este efeito é mais uma vez explicado pela relação espacial entre as áreas de chapada (estações SRN e SJ), áreas limítrofes do cânion (sítios TP e TEP) e áreas mais protegidas no interior do cânion (sítios TB e TPO).

Tabela 3: Amplitudes de temperatura dos sítios TP, TEP, TB e TPO.

Mês	Ano	TP	TEP	TB	TPO
Abril	2017	18	14,4	9,7	9,1
Maio	2017	17,8	13,6	9,9	10,6
Junho	2017	15,6	13,1	9,5	11
Julho	2017	17,7	15,4	10,5	10,2
Agosto	2017	20	14,3	10,1	12,1
Setembro	2017	20,1	13	10,5	10,7
Outubro	2017	20,2	12,6	11,1	9,9
Novembro	2017	22	13,5	11,2	11,2
Dezembro	2017	20,6	13,9	12,4	11,6
Janeiro	2018	20,8	14,5	11,7	10,7
Fevereiro	2018	14,7	9,8	8	8,2
Março	2018	17,7	11,8	14,1	12,3

Fonte: Os autores.

Tabela 4: Amplitudes de umidade relativa dos sítios TP, TEP, TB e TPO.

Mês	Ano	TP	TEP	TB	TPO
Abril	2017	66,4	60,4	61,1	56,3
Maio	2017	65,1	59,2	58	57,2
Junho	2017	56,8	55,2	51,6	53,1
Julho	2017	56,8	51,1	48,1	46,4
Agosto	2017	60	52,8	52,1	51,9
Setembro	2017	60,2	48,7	46,9	42,6
Outubro	2017	54,3	52,4	45,7	46
Novembro	2017	71,2	59,3	59,8	58,1
Dezembro	2017	72,1	61	62,5	63,1
Janeiro	2018	74,4	67,5	72	67,5
Fevereiro	2018	56,4	47	45,7	42,3
Março	2018	57,5	49,4	60,3	52,2

Fonte: Os autores.

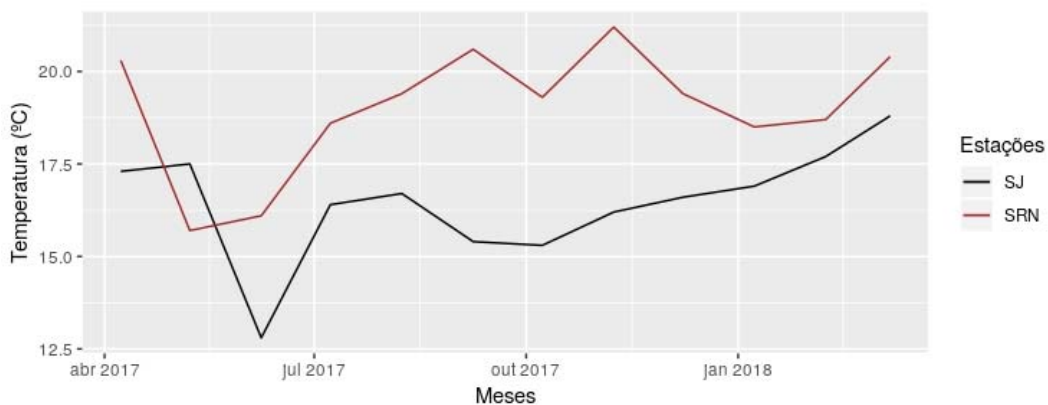


Figura 3: Representação gráfica dos dados de amplitude térmica das estações de São João e São Raimundo Nonato. Fonte: Os autores.

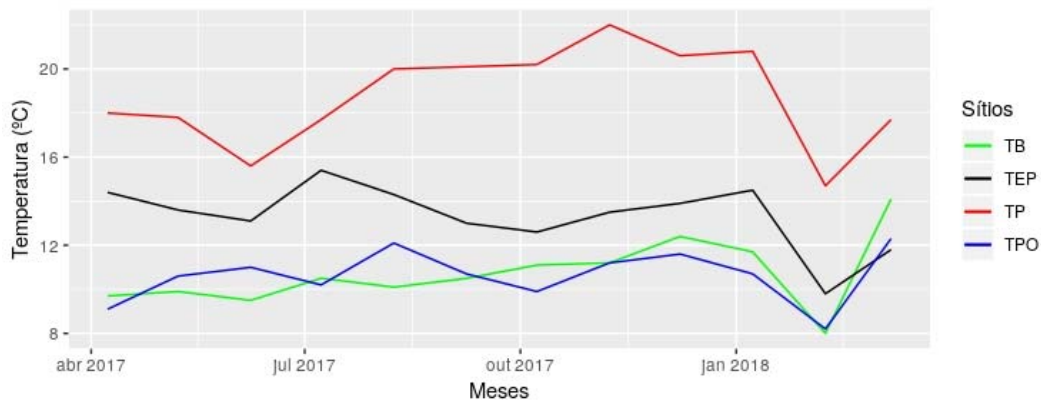


Figura 4: Representação gráfica dos dados de amplitude térmica dos sítios arqueológicos TP, TEP, TB e TPO. Fonte: Os autores.

O mesmo efeito ocorre quando analisamos as Figuras 5 e 6. Estas representam os valores dos dados de amplitude da umidade relativa do ar. Os três conjuntos podem ser novamente observados, apesar dos valores do sítio TEP estarem mais próximos do conjunto formado por TB e TPO – mas, ainda é

nítida a diferença durante a maior parte do ano. A estação SJ também apresenta entre os meses de outubro e janeiro valores menores de amplitude, provavelmente devido ao período mais seco do ano. De qualquer forma, os valores globais ainda são suficientes para poder agrupar se no conjunto SRN e SJ.

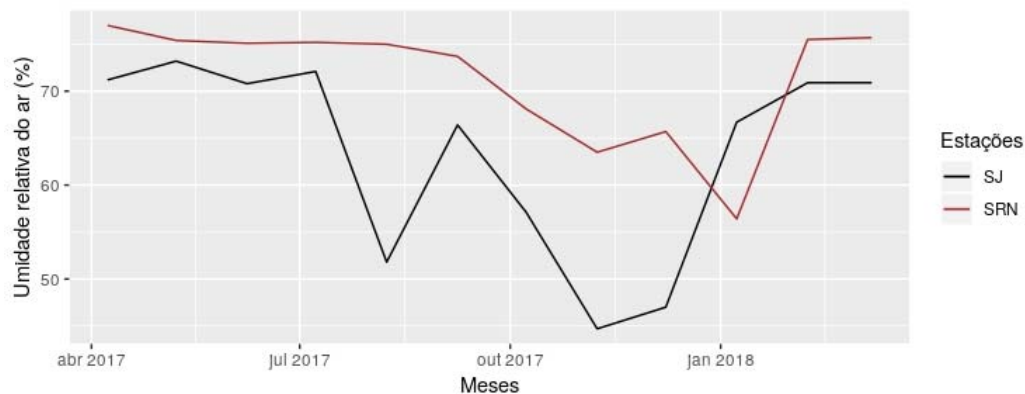


Figura 5: Representação gráfica dos dados de amplitude de umidade relativa do ar das estações de São João e São Raimundo Nonato. Fonte: Os autores.

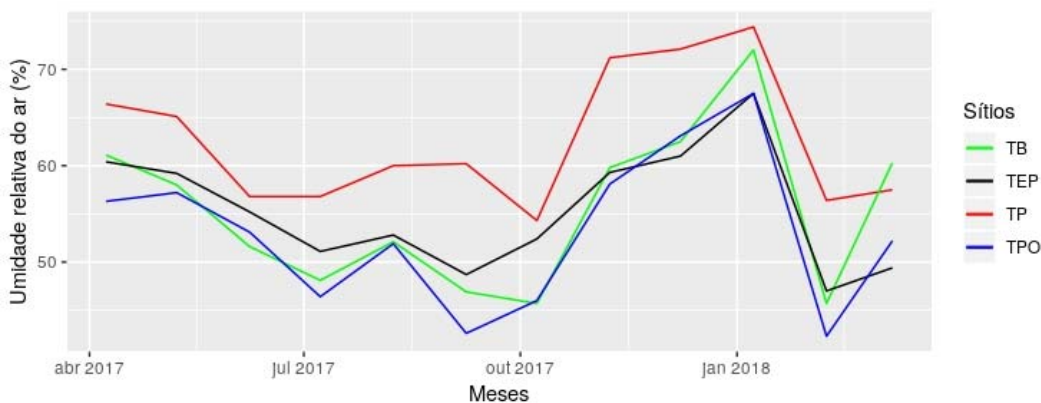


Figura 6: Representação gráfica dos dados de amplitude de umidade relativa do ar dos sítios arqueológicos TP, TEP, TB e TPO. Fonte: Os autores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um monitoramento anual das variáveis climáticas de umidade relativa do ar e temperatura foram realizados em quatro sítios arqueológicos na região do PARNA. Os três conjuntos identificados servem como um indício para as questões ligadas a conservação dos sítios arqueológicos, que permitem direcionar os cuidados dos arqueólogos conservadores para melhor preservar e monitorar os ambientes nos quais encontram-se os registros rupestres. A exposição dos sítios arqueológicos às variações climáticas é um fator determinante em sua conservação. Maiores atenções devem ser direcionadas para os sítios TP e TEP, que se apresentam mais desgastados pelos efeitos das variações amplitude de umidade e temperatura. Todavia, os sítios TB e TPO, apesar dos resultados indicarem menor intensidade das variáveis climáticas, devem ter os devidos cuidados e monitoramento para preservação do patrimônio arqueológico.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao CNPQ, ao ICMBio, ao IBAMA e ao INMET, por proporcionarem condições para o desenvolvimento da pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHN, P. e RENFREW, C. Arqueología: teorías, métodos, y práctica. Madrid: Akal. 1998.
- BEASLEY, C. R. Bioestatística usando R, apostila de exemplos para o biólogo. UFPA. Bragança, 2004.
- ETCHEVARNE, C. A ocupação humana do Nordeste brasileiro antes da colonização portuguesa. Revista USP, n. 44, p. 112-141, 2000.
- GASPAR, M. A arte rupestre no Brasil. Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed, 2003.
- LAGE, M. C. S. M.; BORGES, J. F.; ROCHA JR, S. Sítios de registro rupestre: monitoramento e conservação. Mneve Revista de humanidade. Dossiê Arqueologias Brasileira. V.6, n.13. Dez2004/jan2005.
- LAGE, M. C. S. M, et al. arte rupestre pré-histórica: algumas medidas de conservação. In: CAMPOS, Guadalupe do Nascimento. Preservação do Patrimônio Arqueológico: desafios e estudos de caso. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2017.
- PESSIS, A. M. Pré-História da Região do Parque Nacional Serra da Capivara. In: TENÓRIO, M. C. (Org.) Pré-História da Terra Brasilis. Rio de Janeiro: UFRJ, 1999.
- PESSIS, A. M. Um mergulho no passado: A renovação de um pacto. In: CLIO ARQUEOLÓGICA N°21. Vol.2; PESSIS, MARTIN, LIMA, GUIDON, GUERIN, FAURE, 195-284, 2006.
- PROUS, A. O Brasil antes dos brasileiros: a pré-história de nosso país. Rio de Janeiro: Jorde Zahar Ed. 2006.