

# PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO FRENTE OS EFEITOS DA ALTERAÇÃO CLIMÁTICA

Luana Campos\*

Victor Marchezini\*\*

Ana Paula Martins do Amaral Cunha\*\*

Demerval Aparecido Gonçalves\*\*

## Resumo

A existência de uma alteração climática global em processo é não só um consenso científico, mas uma realidade em muitos países ao redor do mundo. Contudo, é preciso ter claro que os efeitos desta alteração, sejam por influência antrópica ou como parte de ciclos naturais, são diferentes para cada área geográfica. Essa diversidade é tão múltipla como a própria geografia da terra e, por esse motivo, deve ser estudada na sua especificidade local, para obtenção de estimativas mais consolidadas dos impactos que os efeitos dessa alteração provocam e provocarão sobre cada aspecto da vida, incluindo os bens do patrimônio cultural. Dentre os bens do patrimônio cultural brasileiro, destacaremos aqui as particularidades do patrimônio arqueológico cuja diversidade de material, de suporte e de locais de ocorrência representam a dificuldade de uma abordagem em âmbito nacional dos impactos provocados por eventos extremos associados a secas, inundações e deslizamentos, que tendem a ser intensificados pelas mudanças climáticas. Neste sentido, uma proposta inicial de abordagem será a elaboração de uma classificação tipológica que identifique os bens mais vulneráveis de acordo com cada região, essencialmente trabalhando com áreas suscetíveis a secas, inundações e deslizamentos. Para a identificação de áreas suscetíveis a secas serão considerados indicadores de seca estimados por dados de sensoriamento remoto, compreendendo o período de 1982 a 2018. Para a identificação de áreas sujeitas a inundações e deslizamentos serão considerados mapeamentos de risco elaborados no Plano Nacional de Gestão de Risco e Respostas a Desastres (PNGRD). A partir das análises foi possível mapear os sítios arqueológicos em áreas com maior recorrência de

---

\* Professora recém-doutora do Mestrado em Preservação do Patrimônio Cultural do CLC: Escola do Patrimônio do IPHAN, Av. Presidente Vargas, 3131, sala 1402, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: lcampos.ms@gmail.com e membro do Comitê Científico do ICOMOS Brasil sobre Mudanças Climáticas - CCIBR/MC.

\*\* Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

eventos de secas e seu grau de exposição e proximidade em relação a áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos. Contudo, ainda é preciso identificar os cenários de riscos futuros nas áreas onde estão estes sítios arqueológicos.

Palavras-chave: mudança climática; patrimônio arqueológico; eventos extremos; impactos.

## Introdução

Secas, inundações, deslizamentos, terremotos, erupções vulcânicas sempre ocorreram na história da Terra. A paleoclimatologia é uma das ciências que contribui para o conhecimento desses efeitos e, por vezes, das causas das mudanças climáticas também nos tempos atuais. Sua principal contribuição está na aplicação de análises *multiproxy* para a obtenção de dados que permitam mensurar as alterações em escalas *centennial* e *millennial*. Esse conhecimento da longa duração proporciona conhecimentos de períodos anteriores ao surgimento da espécie humana, e é através dele que podemos afirmar que o clima da terra passou por grandes alterações ao longo da sua existência, os chamados estágios e interestágios glaciares (CRONIN, 1999; 2010). A última glaciação, ou “era do gelo”, terminou por volta dos 12 mil anos BP, com final do estágio isotópico 2 (WESCHENFELDER *et al.*, 2008), dando início ao período interstadial chamado de Holoceno. O Holoceno é um período geológico climaticamente instável, durante o qual ocorreram eventos climáticos (cíclicos ou eventuais), os quais podem apresentar características diversas em nível global e também em nível regional/local. Apesar de menos estudados, devido às dificuldades de resolução cronoestratigráfica, os efeitos dos eventos climáticos holocênicos são observáveis e provocam impactos também nas relações socioculturais. As principais oscilações ocorridas até o momento no Holoceno foram o ciclo de Bond, o evento 8.2, o Máximo Termal do Holoceno, o evento 4.2 (CAMPOS, 2015), o Aquecimento do Período Medieval (ZHOU *et al.*, 2011) e a Pequena Idade do Gelo (UNKEL *et al.*, 2007), todas com impactos significativos para a cultura e o comportamento humano no período respectivo.

É justamente quando esses impactos acometem as sociedades humanas, sua economia, cultura, organização social que se aponta para um risco de desastre ou catástrofe. Desastre é o resultado danoso entre um fenômeno natural - por exemplo, terremoto - e uma dada organização social com vulnerabilidades (moradias precárias, por exemplo) expressas no território, o qual vivencia perdas e danos significativos - mortes diante da queda das moradias precárias após terremotos - que passam a constituir uma crise coletiva (MARCHEZINI *et al.*, 2018).

Nem sempre esses fenômenos naturais podem ter um potencial de causar danos, isto é, constituírem-se como uma ameaça e/ou perigo. Inundações, por exemplo, não tem sempre sinônimo de desastre, posto que seus efeitos podem ser benéficos para a produção de alimentos. Diversas civilizações se beneficiaram das inundações para a produção de alimentos, para abastecimento humano, geração de energia etc. O clima sempre foi um elemento constitutivo das civilizações e se tornou parte de muitas reflexões, em diversos campo do conhecimento científico.

Desde o fim do século XIX estudos científicos evidenciam a influência do ser humano no sistema climático, o que hoje já é considerado um consenso. Registros mostram que as emissões recentes de gases do efeito estufa são as mais altas em toda a história (IPCC, 2014). O aumento desses gases intensifica o efeito estufa natural da terra, causando o aumento das temperaturas e, conseqüentemente, alterações em toda a dinâmica oceano-atmosfera. Uma das evidências das mudanças climáticas é a ocorrência de eventos extremos mais intensos e frequentes. De acordo com o relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC 2012), os extremos climáticos são parte natural do sistema climático, no entanto, as mudanças climáticas levam às alterações na frequência, intensidade, extensão espacial e duração dos eventos climáticos extremos (IPCC 2007; TRENBERTH 2011A; PETERSON *et al.*, 2012). Simulações com modelos climáticos mostram, por exemplo, o aumento da evapotranspiração potencial (ABTEW; MELESSE, 2013) em algumas partes do globo como consequência do aquecimento global. Na ausência de precipitação, o aumento da evapotranspiração pode causar a intensificação de eventos de seca. Estudos recentes mostram que o aquecimento acima de 4°C acima dos níveis pré-industriais poderia causar, por exemplo, secas mais recorrentes e intensas em muitas regiões do globo, incluindo terras áridas (MARENGO *et al.*, 2018).

As mudanças climáticas intensificam também a ocorrência dos eventos extremos - como inundações e deslizamentos. De acordo com o Plano Nacional de Adaptação, as mudanças exacerbadas no ciclo hidrológico pelo aquecimento global tendem a acentuar os riscos de perigos existentes, como inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e limitações de fornecimento de água potável (PNA, 2015 *apud* RIBEIRO; SANTOS, 2016).

Os efeitos das mudanças climáticas são fatores que podem causar impactos em diferentes setores, sendo necessárias pesquisas científicas para compreendê-los a fim de planejar ações que possam mitigá-los. Dentre estes setores está o patrimônio cultural.

Algumas pesquisas realizaram estudos de caso de desastres em cidades com bens edificados tombados (MARCHEZINI *et al.*, 2018), propondo algumas políticas preventivas como, por exemplo, a criação de sistemas de alerta de risco de desastres (MARCHEZINI *et al.*, 2019). Entretanto, ainda são necessárias pesquisas que identifiquem como outros tipos de bens culturais podem estar suscetíveis a estes eventos extremos. Assim, esse trabalho tem o objetivo de analisar o risco de desastres associados a secas, inundações e deslizamentos em sítios arqueológicos. Inicialmente faz-se uma caracterização do patrimônio cultural arqueológico no Brasil. Em seguida, descreve-se os materiais e métodos utilizados para analisar os sítios arqueológicos em áreas suscetíveis a secas, inundações e deslizamentos. Na quarta seção apresentam-se os principais resultados da análise. Por fim, discute-se as principais conclusões do estudo e recomendam-se estudos futuros no tema.

## 2. Patrimônio Cultural Arqueológico

O Estado brasileiro dispõe de vários instrumentos legais para garantir a proteção e salvaguarda dos mais diversos bens culturais materiais de valor excepcional existente em seu território. O mais conhecido deles é o Decreto-Lei nº 25/1937, que institui o ato administrativo do tombamento (CASTRO, 2011) que já contemplou mais de 1.260<sup>1</sup> bens culturais, tomados individualmente ou em conjunto, nos seus mais de 80 anos de promulgação.

Além dos bens culturais materiais também são protegidos, por legislação específica os bens de natureza imaterial (Decreto nº 3.551/2000), os bens do patrimônio ferroviário da RFFSA<sup>2</sup> (pela Lei nº 11.483/2007) e os bens arqueológicos (Lei nº 3.924/1961).

Tratando especificamente sobre os bens arqueológicos, objeto deste artigo, a “lei dos sambaquis”, como ficou conhecida a Lei nº 3.924/1961, define que as jazidas arqueológicas ou pré-históricas de qualquer natureza são consideradas, para todos os efeitos bens patrimoniais da União (BRASIL, 1961), o que inclui os bens arqueológicos identificados e os que ainda permanecem desconhecidos. Segundo a interpretação de Mário Pragmácio Telles (2010), com base nesta lei não há necessidade de aplicação de instrumentos administrativos para a incidência desta proteção, ou seja, é desnecessário

<sup>1</sup>

Disponível

em:

<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/BENS%20TOMBADOS%20E%20PROCESSOS%20EM%20ANDAMENTO%202019%20MAIO.pdf> . Acesso em: 21 ago. 19.

<sup>2</sup> Rede Ferroviária Federal S.A.

declarar protegido um bem arqueológico, pois todos os bens já são protegidos pela referida norma.

Tendo clara essa condição de salvaguarda dos bens arqueológicos cabe um breve panorama sobre as características do patrimônio arqueológico conhecido no território nacional.

De acordo com o Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos - CNSA, mantido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, existem cerca de 15.260 sítios arqueológicos<sup>3</sup> conhecidos institucionalmente no Brasil, abrangendo cronologicamente sítios históricos, pré-coloniais e de contato. A cultural material<sup>4</sup> dos sítios também é distinta. As principais ocorrências<sup>5</sup> no território brasileiro são de sítios sambaquis, sítios rupestres, sítios cerâmicos, sítios líticos, cerritos, casas subterrâneas, geoglifos, abrigo sob rocha, acampamentos e paradeiros e sítios históricos (BASTOS; SOUZA, 2008).

Apesar do expressivo número de sítios cadastrados, ele não representa a totalidade dos vestígios arqueológicos existente no país, pois costuma-se dizer que o número de sítios de um lugar é proporcional à quantidade de arqueólogos neste local. Assim, os locais com menos pesquisadores tendem a apresentar menos sítios, visto que, por sua natureza, a maioria dos bens arqueológicos encontra-se soterrada e demanda de achados fortuitos ou de pesquisas sistemáticas para sua identificação.

O foco deste artigo é tratar um pouco sobre os sítios arqueológicos conhecidos e cadastrados pelo CNSA<sup>6</sup>, em particular os sítios arqueológicos que apresentam maior vulnerabilidade aos efeitos das alterações climáticas, apesar de compreendermos que todas os elementos da cultura material estão, de alguma forma, expostos aos efeitos das mudanças climáticas.

Nesse sentido, optamos por abordar três categorias de sítios das quais consideramos mais susceptíveis: os sítios sambaquis, os sítios rupestres e alguns sítios históricos.

---

<sup>3</sup>Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/geoserver/web/wicket/bookmarkable/org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage?3>. Acesso em: 22 ago. 2019.

<sup>4</sup>Ver LIMA, 2011.

<sup>5</sup> A Portaria 241/1998 apresenta 27 opções de tipologia.

<sup>6</sup>Atualmente o cadastro está sendo agregado ao Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão – SICG, disponível ao público pelo GeoServ: <http://portal.iphan.gov.br/geoserver/web/?jsessionid=F485793D45A63D5776BC67BC8E9C677F?wicket:bookmarkablePage=:org.geoserver.web.demo.MapPreviewPage>. Acesso em: 28 ago. 2019.

Os sítios sambaquis correspondem a amontoados com forma arredondada de conchas, ossos de peixe e mamíferos (FIGUTI, 1993; GASPAR, 2004) sedimentadas com presença de artefatos e, por vezes, com enterramentos. São encontrados maioritariamente em zonas litorâneas e regiões estuarinas continentais, fator que os coloca na zona de risco da elevação do nível do mar.

Os sítios rupestres, em particular os sítios com pinturas, são feitos por técnicas de adição em suporte rochoso de pigmentos com cores distintas, secos ou pastosos, através de pincéis, dedos, sopros ou carimbos (VIANA *et al.*, 2016). Estes sítios são localizados principalmente em locais de abrigos ou grutas, pois acredita-se que as pinturas localizadas nos sítios a céu aberto, ou as pinturas de algumas gravuras (LEITE, 2017), tenham desaparecido por efeitos das intempéries. A condição abrigada das pinturas as tornam, supostamente, mais protegidas, contudo o aumento da incidência de incêndios ou mudanças bruscas de temperatura (HERRÁEZ, 1996; CAMPOS & BUCO, 2014) podem descaracterizar os sítios ou comprometer as amostras para futuras pesquisas.

Por fim, os sítios arqueológicos pós-coloniais, ou seja, aqueles sítios construídos por grupos humanos após o ano de 1500, com técnicas não nativas, e, pelas suas condições de preservação, só são reconhecíveis pela aplicação dos métodos arqueológicos<sup>7</sup>. Trataremos aqui especificamente dos sítios em ruínas, localizados principalmente nas zonas rurais e urbanas, que apresentam técnicas construtivas de adobe, tijolos cerâmicos, pedras, cantarias, taipa de pilão, pau-a-pique, enxaimel ou tabique (COLIN, 2010) em condições de arruinamento e fragilidade para uma particular infiltração causada por condições de aumento da precipitação.

### 3. Materiais e métodos

Para a análise deste artigo foram utilizadas bases de dados de diferentes instituições como Iphan, Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Por meio do Iphan, foram obtidas as coordenadas geográficas dos sítios arqueológicos disponíveis na base de dados do Sistema Integrado de Conhecimento e Gestão (SICG) aberta ao público pela plataforma GeoServe. O SICG recebe o Cadastro Nacional de Sítios, criado pela Portaria nº 241/1998, conforme determinações da Lei nº 3.924/1961,

---

<sup>7</sup> Definição da Carta para Proteção e a Gestão do Patrimônio Arqueológico ICOMOS/ICAHM, Lausanne 1990.

como instrumento de gestão e socialização do patrimônio arqueológico nacional, alimentada constantemente pelas novas descobertas submetidas ao IPHAN por meio das Fichas de Registro de Sítios Arqueológicos. Os dados utilizados nesta pesquisa foram trabalhados sobre o critério “tipo de sítio”, que é fornecido, geralmente em campo, pelo pesquisador ou gestor responsável pelo preenchimento da ficha com base nas tipologias estabelecidas pela portaria. Dentre os sítios cadastrados foram então selecionados 03 subgrupos (sítios rupestres, sambaquis e ruínas) resultando numa base de dados com 1.194 sítios arqueológicos.

A base de dados de áreas suscetíveis a inundações e deslizamentos foi compilada pelo Cemaden a partir de mapeamentos realizados e mantidos por parceiros institucionais, sobretudo pela CPRM e órgãos de defesa civil estaduais e municipais. Esses dados são representados em forma de vetores e são categorizados nas três principais tipologias de ameaças naturais: movimentos de massa, hidrológico e solapamento.

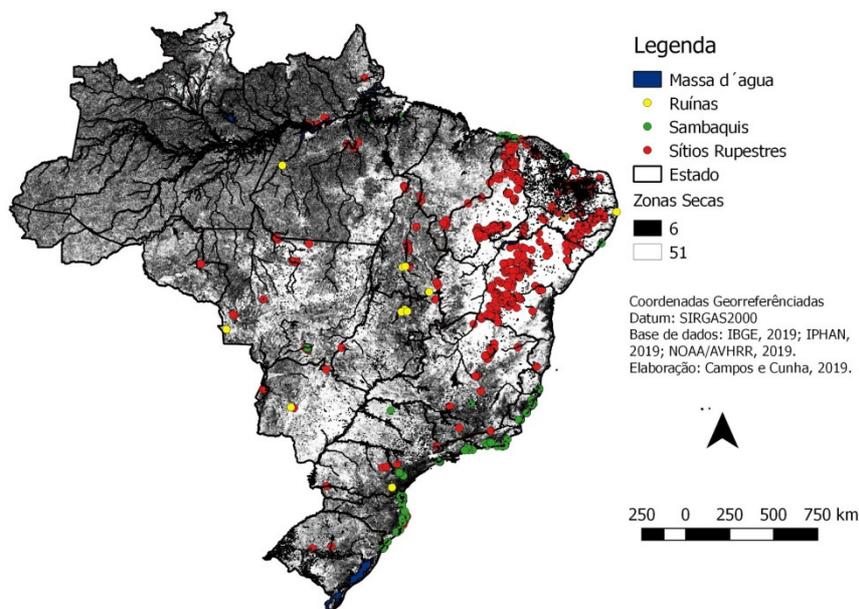
Além desses, com a finalidade de identificar as áreas mais atingidas pelas secas nos últimos 38 anos, foi utilizado um mapa de recorrência elaborado por meio de um indicador de seca estimado por meio de imagens de satélite. O indicador de seca considerado no presente estudo é o Índice de Saúde da Vegetação (VHI). O VHI é calculado a partir do Índice de Condição da Vegetação (VCI) e Índice da Condição da Temperatura (TCI). O VHI tem sido utilizado para a identificação de eventos de secas, bem como para avaliação da severidade e duração (SEILER *et al.*, 1998). Para a elaboração do mapa de recorrência de secas, uma série temporal de VHI de 1981 a 2019 foi utilizada. O índice foi então categorizado em diferentes intensidades de seca conforme Kogan *et al.* (2002). A partir das imagens classificadas, os eventos de secas severa à excepcional foram quantificados para todo o período analisado, sendo obtido então um mapa de recorrência de eventos de secas para todo o Brasil. Por meio de tal mapa é possível identificar as áreas que têm sido mais recorrentemente afetadas pelas secas.

Essas bases de dados foram cruzadas para analisar a exposição dos sítios arqueológicos frente a eventos de inundação, deslizamentos e secas. A seguir compartilhamos os principais resultados da análise.

#### **4. Diagnóstico de riscos e desastres ao Patrimônio Arqueológico**

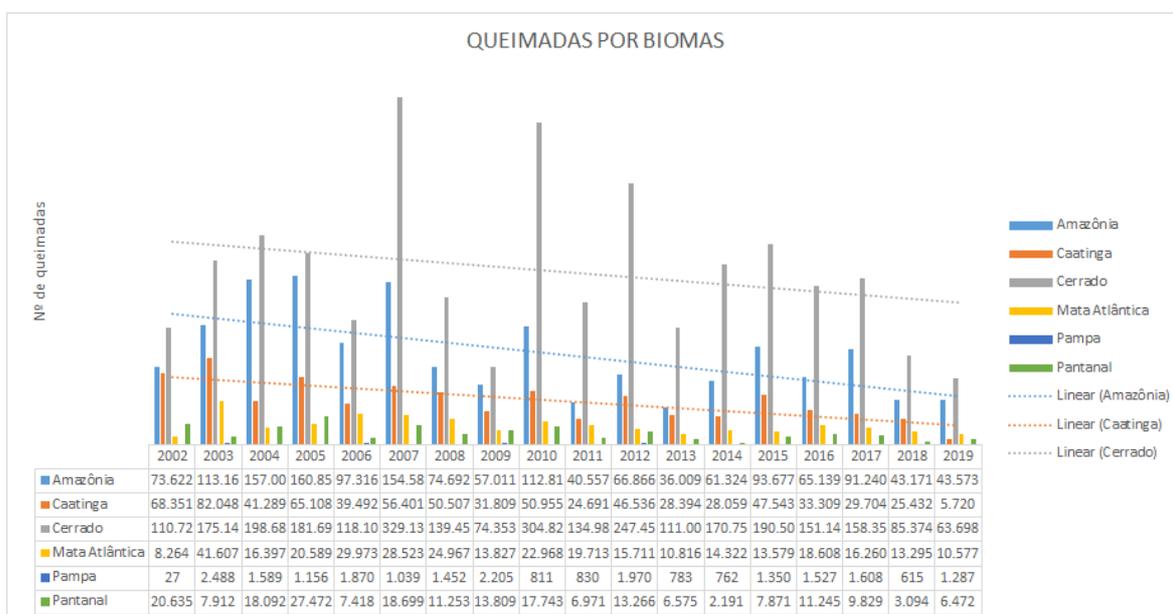
No mapa (Figura 1) resultado do cruzamento entre as coordenadas dos sítios arqueológicos e o mapa das áreas com maior ocorrência de secas, dos últimos 38 anos,

foi possível observar que o tipo de patrimônio arqueológico encontrado nas áreas mais críticas é majoritariamente de sítios rupestres, localizados principalmente na Região Nordeste do país (Figura 1). Outro tipo de risco que também afeta diretamente os sítios rupestres, em particular os localizados nas áreas desertificadas, são os deslocamentos de suporte, pois as rochas sedimentares são muito sensíveis à amplitude térmica que caracteriza as regiões desérticas (CAMPOS; BUCO, 2014).



**Figura 1** - Mapa georreferenciado dos tipos de patrimônio arqueológicos

O período das secas também se faz acompanhar por outras ameaças, como queimadas que, se descontroladas, podem evoluir para incêndios. De acordo com as informações do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Cerrado é o bioma com mais ocorrência de incêndios dos últimos 18 anos no Brasil, seguido pela Amazônia e, em terceiro lugar, pela Caatinga (Figura 2) que, além do estado de desertificação em algumas áreas (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012), ainda apresenta considerável número de ocorrência de focos de incêndio. Esses biomas também são considerados os mais propensos a incêndios quando comparados a outros da América do Sul (SANTOS *et al.*, 2014, LIBONATI *et al.*, 2015).



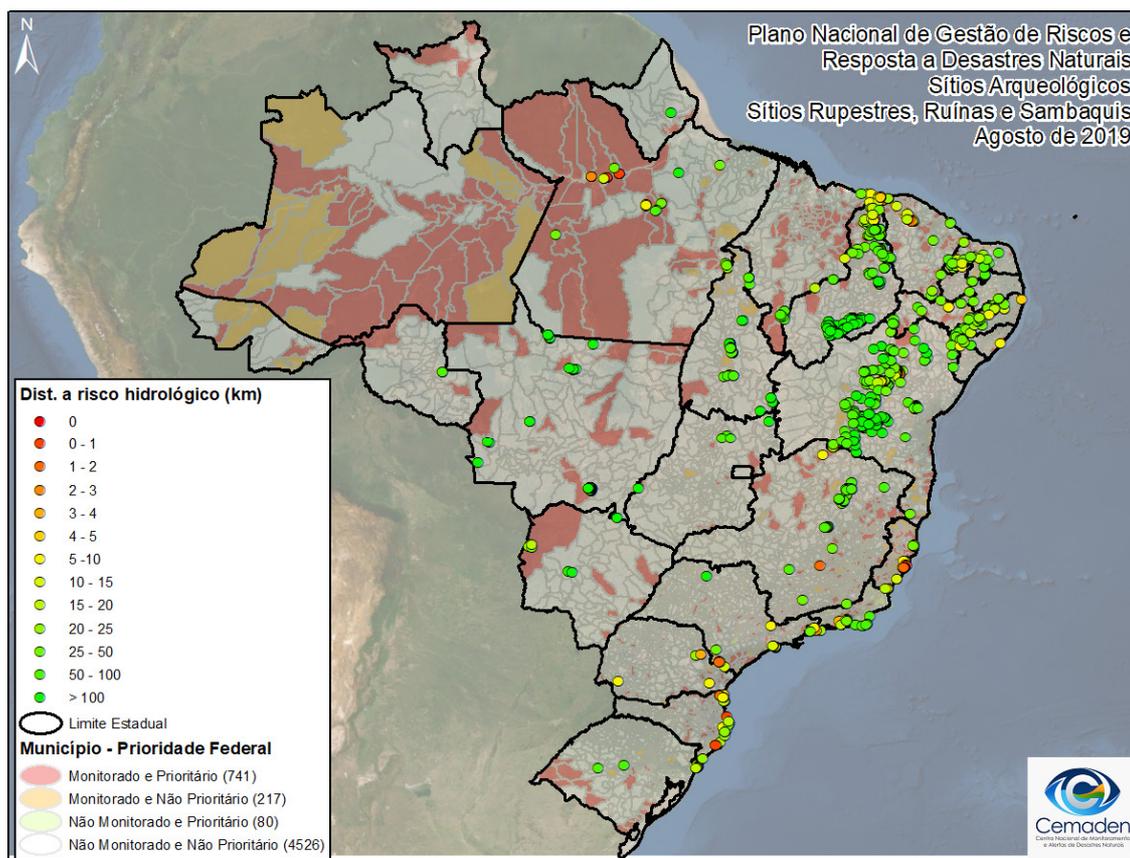
**Figura 2 -** Ocorrência de queimadas por tipos de biomas, no Brasil.

**Fonte:** INPE (2019). Disponível em <<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/qa1km/>>. Acesso em: 03 set. 2019.

A ocorrência de incêndios no entorno dos sítios rupestres, particularmente nos sítios com pinturas, pode ser extremamente prejudicial ao patrimônio arqueológico, dificultando a aplicação de métodos de datação direta devido à contaminação com gás carbônico (HEDGES *et al.*, 1998), como também pelo risco de destruí-las por completo devido à impregnação de fuligem sobre as pinturas, como já se observou recentemente na reserva do Parque do Lajeado, no Tocantins<sup>8</sup> (GLOBONEWS, 2019).

Com relação à localização dos tipos de patrimônio arqueológico em áreas sujeitas à inundação fluvial - associada ao transbordamento de rios - foram consideradas a base de dados do Cemaden e base de dados de sítios rupestres, sambaquis e ruínas. A partir da análise, foi possível inferir os sítios sambaquis são os que estão em zonas de maior vulnerabilidade, isto é, com menor distância em relação a áreas mapeadas como sujeitas à inundação de rios (Figura 3). Alguns destes patrimônios arqueológicos encontram-se em municípios monitorados pelo Cemaden e com histórico de desastres, isto é, considerados como prioritários para monitoramento no âmbito do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Respostas a Desastres.

<sup>8</sup> Após a entrega deste artigo foi registrado outro incidente, agora na Bolívia. Disponível em: <https://rpp.pe/mundo/latinoamerica/bolivia-los-incendios-forestales-afectan-historicos-sitios-rupestres-en-santa-cruz-robore-noticia-1217849Los?fbclid=IwAR1W-Oi5FrcoCem5RjrbZH0SU3NwKzn9sA8NNMfuEpZEZ5SwrreWbpxSITE>. Acesso em: 10 set. 2019.



**Figura 3** - Distância de sítios arqueológicos, sítios rupestres, ruínas e sambaquis em relação a áreas mapeadas como suscetíveis à inundação

**Fonte:** Elaboração própria, com base em dados do Iphan e Cemaden.

Para além da inundação fluvial, é importante considerar outros tipos de inundação que podem se tornar mais frequentes e intensas em decorrência das mudanças climáticas. De acordo com pesquisas paleoambientais o nível do mar subiu cerca de 100m desde o final da última glaciação (MEIRELES *et al.*, 2005), principalmente no período conhecido com transgressão flandriana (SOARES *et al.*, 2009), fator que pode continuar acontecendo devido ao aumento exponencial da temperatura registrado nos últimos anos com parte da mudança de temperatura global (KOKOT *et al.*, 2004). As projeções feitas pelo IPCC no Quinto Relatório de Avaliação (AR5) indicam que as mudanças ocorrerão mesmo em diferentes cenários de emissão e que, caso se mantenham os níveis atuais, a previsão para o final do século seria um aumento de 2,6 a 4,8°C na temperatura média global, com incremento de 0,45 a 0,82m no nível do mar (RIBEIRO; SANTOS, 2019). Não só o aumento do evento do mar será cada vez mais significativo como também as inundações e erosões costeiras, sobretudo com ocorrência de ventos e tempestades na costa brasileira. Além do impacto nas zonas costeiras, o aumento do nível do mar irá

impactar também as zonas estuarinas, colocando em risco muitos sítios que hoje não se encontram na zona de risco, em particular os sítios da região norte do país cuja proximidade com áreas alagadiças é mais evidente.

O aumento da temperatura também provoca um aumento da temperatura da água do mar, que aumenta a ocorrência de chuvas torrenciais, principalmente em zonas tropicais, que podem provocar escorregamentos de encostas e alagamentos (RIBEIRO, 2008 *apud* RIBEIRO; SANTOS, 2019), inclusive sobre o patrimônio arqueológico, como os sítios ruínas. Não só o mapeamento do patrimônio é importante, como também o melhoramento das bases de dados de áreas sujeitas a deslizamentos. A análise preliminar deste artigo, uma amostra com base nos mapeamentos disponíveis para os 958 municípios monitorados pelo Cemaden, não apresentou resultado significativo de risco de deslizamento em áreas com patrimônio arqueológico.

## **5. Conclusões e recomendações**

Quando se trata de risco ao patrimônio arqueológico é preciso ter em consideração que o valor de um fragmento pode ser igual ao valor de uma cultura, pois a falta de elementos materiais pode limitar a compreensão. Ao considerar todo sítio arqueológico como bem da união, independente de instrumentos administrativos, a Lei 3.924/1961 promoveu esse cuidado com os elementos materiais do modo de vida dos grupos pretéritos. Esse cuidado, nos dias atuais e no futuro próximo, demanda considerar outros fatores de risco que podem ameaçar o patrimônio arqueológico nacional. Por isso, conhecer o risco é fundamental para a formulação de políticas preventivas e a salvaguarda de uma parte significativa da história e identidade do Brasil.

Neste artigo compartilhamos alguns resultados da análise de risco do patrimônio cultural arqueológico a eventos de inundações, deslizamentos e secas. A análise revelou que atualmente alguns sítios susceptíveis aos efeitos das mudanças climáticas já se encontram em áreas de risco, sujeitas a secas intensas e cada vez mais frequentes, como também de intensificação de precipitações que podem deflagrar inundações e deslizamentos.

Os riscos associados ao aumento de áreas secas também se relacionam a outras ameaças, como incêndios e queimadas, que podem impactar os tipos de patrimônio arqueológico, sobretudo os sítios rupestres, em especial os sítios com pinturas. Neste caso o trabalho preventivo com as brigadas ambientais pode ser uma ação simples e

eficiente no sentido de proteger as áreas dos sítios arqueológicos com a criação de zonas limpas de vegetação na proximidade dos sítios.

Com relação ao risco hidrológico é preciso considerar que os países com menos zonas de alerta aos efeitos das mudanças climáticas serão os que mais sofrerão, justamente pela falta de experiência em ações preventivas frente às calamidades. Nesse caso é preciso intensificar a difusão de informações sobre sistema de respostas e buscar criar uma cultura de resiliência junto aos agentes que atuam direta ou indiretamente como o patrimônio cultural.

### Agradecimento

Os autores agradecem a colaboração de Pedro Paiva Youssef – IPHAN.

### Referências

BASTOS, Rossano L.; SOUZA, Marise C. *Normas e Gerenciamento do Patrimônio Arqueológico*. Brasília: IPHAN, 2008.

BRASIL. *Lei nº 3.924* de 26 de julho de 1961. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/l3924.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/l3924.htm)>. Acesso em: 21 ago. 2019.

CAMPOS, Luana; BUCO, Cristiane. “pé de Deus”, hoje gravura, ontem efeito das intempéries. *Revis. Santuários, Cultura, Arte, Romarias, Peregrinações, Paisagens e Pessoas*, v. 2, n. 1, p. 53-58, 2014.

CAMPOS, Luana. *Paeloclima e comportamento humano no Holoceno: um estudo comparativo entre Brasil e a Península Ibérica*. Tese (Doutorado em quaternário, materiais e culturas), UTAD, Portugal, Vila Real, 2015.

COELHO, Christianne C. de Souza Reinisch. *Sambaquis e museus: Relações entre acervos in situ e ex situ*. TCC à Graduação de Museologia da UFSC. Florianópolis, 2017.

COLIN, Sílvio. *Técnicas construtivas do período colonial*. Disponível em <https://st2.ning.com/topology/rest/1.0/file/get/3163498197?profile=original>. Acesso em: 28 ago. 2019.

CRONIN, T. M. *Principles of paleoclimatology*. New York: Columbia University Press Books, 1999.

CRONIN, T. M. *Paleoclimates: understanding climate change past and present*. New York: Columbia University Press, 2010.

FIGUTI, Levy. O homem pré-histórico, o molusco e o sambaqui: considerações sobre a subsistência dos povos sambaquieiros. *Rev. Mus. Arq. E Etno. USP*, v. 3, p. 67-81, 1993.

GASPAR, Madu. *Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2004.

GLOBONEWS. Pinturas rupestres são afetadas por vandalismo e incêndios, no Tocantins. Disponível em: <http://g1.globo.com/globo-news/jornal-globo->

news/videos/t/videos/v/pinturas-rupestres-sao-afetadas-por-vandalismo-e-incendios-no-tocantins/7591775/. Acesso em: 02 set. 2019.

HEDGES, R. E.; RAMSEY, Christopher Bronk; VAN KLINKEN, G. J.; PETTITT, P.B.; NIELSEN-MARSH, CHRITINA; ETCHEGOYEN, Alberto; NIELLO, J. O. Fernandez; BOSCHIN, M. T.; LLAMAZERES, A. M. Methodological issues in the 14C dating of rock paintings. *RADIOCARBON*, v. 40, n. 1, p. 35-44, 1998.

KOKOT, Roberto R.; CODIGNOTTO, Jorge O.; ELISSONDO, Manuela. Vulnerabilidad al ascenso del nivel del mar em la costa de la provincia de Río Negro. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, v. 59, n. 3, p. 477-487, 2004.

HERRÁEZ, Juan Antonio. La conservación precentiva del arte rupestre. In. IGLESIAS GIL, J. M. (Ed.) *Curso sobre el patrimonio histórico*, 1996. p. 197-208

LEITE, Marinete Neves. Os sítios de pinturas e gravuras rupestres na região sertaneja centr-norte do Ceará, Brasil: similaridade, contraste e inserção na paisagem. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Arqueologia, UFPE, Pernambuco, 2017.

LIBONATI, R.; DACAMARA, C. ; SETZER, A. ; MORELLI, F. ; MELCHIORI, A. An Algorithm for Burned Area Detection in the Brazilian Cerrado Using 4 µm MODIS Imagery. *REMOTE SENSING*, v. 7, p. 15782-15803, 2015.

LIMA, Tania Andrade. Cultura material: a dimensão concreta das relações sociais. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, v. 6, n. 1, p. 11-23, 2011.

MARCHEZINI, Victor; TRAJBER, R.; CONCEICAO, R. S.; MENDES, T. S. G.; NEGRI, R. G. Desafios para uma agenda de prevenção de desastres em sítios históricos: o caso de São Luiz do Paraitinga, SP. *PATRIMÔNIO E MEMÓRIA* (UNESP), v.14, p. 375-400, 2018.

MARCHEZINI, Victor; IWAMA, Allan Yu; PEREIRA, Danilo Celso; CONCEIÇÃO, Rodrigo Silva; TRAJBER, Rachel; OLIVATO, Débora. *Designing a Cultural Heritage Articulated Warning System (CHAWS) strategy to improve disaster risk preparedness in Brazil*. Disaster Prevention and Management, 2019. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/DPM-07-2018-0227/full/html>. Acesso em: 18 jan. 2020.

MEIRELES, Antonio Jeovah. A.; ARRUDA, Maíra Gomes Cartaxo; GORAYEB, Adryane; THIERS, Paulo Roberto. Integrações dos indicadores geoambientais de flutuações do nível relativo do mar e de mudanças climáticas no litoral cearense. *Mercator – Revista de Geografia da UFC*, v. 4, n. 8, p. 109-134, 2005.

MOTOKI, Akihisa; SICHEL, Susanna Eleonora; CAMPOS, Thomas Ferreira da Costa; SOARES, Rodrigo. Taxa de soerguimento atual do arquipélago de São Pedro e São Paulo, Oceano Atlântico Equatorial. *Ver. Minas*, v. 62, n. 3, p. 3331-342, 2009.

PEREZ-MARIN, Aldrin Martin; CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça B.; MEDEIROS, Salomão Sousa M.; TINÓCO, Leonardo Bezerra M.; SALCEDO, Ignácio Héran. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? *Parc. Estrat.*, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

RIBEIRO, Suzana Kahn; SANTOS, Andrea Souza (eds.) *Mudanças Climáticas e Cidades – Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas*. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ, 2019.

SANTOS, Paula Resende; SILVÉRIO, Ana Cláudia de Mello; PEREIRA, Gabriel; ROCHA, Leonardo Cristian; CARDOZO, Francielle da Silva. Análise da frequência da incidência de

queimadas na América do Sul para o Período de 2000 a 2012. *Revisa Territorium Terram*, v. 2, n. 4, p. 101-112, 2014.

SEILER, R.A.; KOGAN F.; SULLIVAN, J. AVHRR-Based vegetation and temperature condition indices for drought detection in Argentina. *Advances in Space Research*, v. 21, p. 481-484, 1998.

TELLES, Mário Ferreira de Pragmácio. *Direitos culturais e a proteção jurídica do patrimônio arqueológico brasileiro: notas sobre a lei 3.924/61*. 2010(?). Disponível em: <[http://www.direitosculturais.com.br/artigos\\_interna.php?id=43](http://www.direitosculturais.com.br/artigos_interna.php?id=43)>. Acesso em: 21 ago. 19.

UNKEL, Ingmar; KADEREIT, Annette; MÄCHTLE, Bertil; EITEL, Bernhard; KROMER, Bernd; WAGNER, Günther; WACKER, Lucas. Dating methods and geomorphic evidence of paleoenvironmental changes at the eastern marginsof the South Peruvian coastal desert (14°30'S) before and during the Little Ice Age. *Quaternary Internacional*, v. 175, n. 1, p. 3-28, 2007.

VIANA, Verônica; BUCO, Cristiane; SANTOS, Thalison; SOUSA, Luci Danielli A. Arte Rupestre. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Orgs.). *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. (verbete).

WESCHENFELDER, Jair; CORRÊA, Iran C. S.; TOLDO JR, Elirio E.; BAITELLI, Ricardo. Paleocanais como indicativos de eventos regressivos quaternários do nível o mar no sul do Brasil. *Revi. Bras. Geofís.*, v. 26, n. 3, p. 367-375, 2008.

ZHOU, TianJun; LI, Bo; MAN, WenMin, ZHANG, LiXia; ZHANG, Jie. A comparison of the Medieval Warm Period, Little Ice Age and 20th century warming simulated by the FGOALS climate system model. *Chinese Science Bulletin*, v. 56, n. 28-29, p. 3028-3041, 2011.