

## **Mudanças climáticas e patrimônio arquitetônico: Sítio histórico de Santa Leopoldina [ES]**

Luciana da Silva Florenzano

*Federal University of Espírito Santo, Heritage and Development (Patri\_Lab), Vitória (ES), Brazil*  
[lucianaflorenzano@gmail.com](mailto:lucianaflorenzano@gmail.com)

Renata Hermanny de Almeida

*Federal University of Espírito Santo, Heritage and Development (Patri\_Lab), Vitória (ES), Brazil*  
[renatahermanny@gmail.com](mailto:renatahermanny@gmail.com)

**ABSTRACT:** Este artigo discute os impactos das mudanças climáticas no patrimônio arquitetônico, considerando os eventos meteorológicos extremos como as inundações e precipitações elevadas e alertando para a condição de risco do Sítio histórico de Santa Leopoldina, localizado na região centro-serrana do Estado do Espírito Santo. Situado às margens do Rio Santa Maria da Vitória, o sítio sofre o impacto de recorrentes inundações responsáveis pela inundação total e parcial dos edifícios situados no corredor histórico da cidade. Considerando que projeções confiáveis para o futuro devem consistir na compreensão das características destes eventos para que medidas de salvaguarda sejam efetivadas; em uma aproximação desta problemática, o artigo aborda eventos meteorológicos extremos e os impactos em sítios históricos, trazendo em seguida parâmetros climáticos da região de Santa Leopoldina. Os dados foram coletados no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) e na Agência Nacional de Águas (ANA) e tratados em Excel por meio da elaboração de gráficos. Em uma perspectiva alargada, traz como objetivo a discussão quanto ao posicionamento da sociedade frente as mudanças climáticas e as consequências no patrimônio arquitetônico.

**Keywords** *Patrimônio, sítio histórico, inundações, Santa Leopoldina.*

## 1. EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS E OS IMPACTOS EM SÍTIOS HISTÓRICOS

A redução dos efeitos gerados por mudanças climáticas globais é um dos grandes desafios do século XXI. Em esfera global, a discussão toma força no cenário do desenvolvimento sustentável como projeto âncora desse século. Em meio a esse contexto, as alterações climáticas alargam-se gradativamente e registram-se eventos meteorológicos extremos, em espaços de tempo cada vez mais curtos; embora existam poucas demonstrações da correlação das mudanças climáticas com os eventos dessa natureza. Ademais, a ocorrência desses eventos demonstra grande poder de destruição nas cidades e a fragilidade de medidas de contenção, prevenção e enfrentamento do homem a esses processos de degradação.

De forma geral, verifica-se aumento global no número de desastres naturais a partir da década de 1970 (TOMINAGA, 2009). No Brasil, Tominaga (2009) observa que os principais eventos relacionados a desastres naturais se relacionam à dinâmica externa da Terra, como inundações e enchentes, escorregamentos de solos e/ou rochas e tempestades. A ocorrência desses fenômenos está associada a precipitações pluviométricas intensas e prolongadas, especialmente na época chuvosa do inverno, na região nordeste, e do verão, nas regiões sul e sudeste (TOMINAGA, 2009).

Tominaga (2009) destaca que, de acordo com dados do *The International disaster database* (EM-DAT)<sup>1</sup>, o Brasil está na lista dos países mais atingidos por inundações e enchentes, ocupando o 10º lugar em número de vítimas de desastres (considerando somente os desastres hidrológicos, como as enchentes e inundações). Dentro do Brasil, nas últimas décadas, as cidades mais atingidas por esses desastres naturais estão localizadas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná, Bahia, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Paraíba e Ceará (TOMINAGA, 2009).

Amaral e Ribeiro (2009, p. 41) salientam serem as inundações e enchentes “problemas geoambientais derivados de fenômenos de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica”. Sabe-se que as inundações estão relacionadas com as precipitações, cuja intensidade e distribuição influenciam diretamente na dimensão do desastre ocorrido. Contudo, vale salientar também outros fatores importantes, como o grau de saturação do solo e as características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem (AMARAL E RIBEIRO, 2009). De maneira semelhante, Tampone (2000) destaca a relação entre o aumento da frequência de enchentes e inundações e o aumento de temperatura na atmosfera, a redução da permeabilidade do solo, a construção de aterros rodoviários e ferroviários, a instalação de rede de esgoto e assentamentos humanos, entre outros eventos de transformação do território.

Eventos meteorológicos extremos podem ter efeitos potencialmente danosos sobre o território construído. Min et al (2011) salientam a provável expectativa de aumento da retenção de água atmosférica, cujo crescimento ocorre na proporção do aumento de temperatura. Assim, Min et al (2011) destacam a influência do aquecimento global para

---

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.emdat.be/>,

maior incidência de eventos extremos, como elevadas precipitações volumétricas. Portanto, Min et al (2011) ainda enfatizam a contribuição do aumento dos gases do efeito estufa para a maior ocorrência de eventos de precipitação intensa. As conclusões obtidas por Min et al (2011) são baseadas na comparação das mudanças em precipitações extremas observadas e simuladas por meio de modelos durante a última metade do século XX, analisadas com a técnica *optimal fingerprinting*.

No Brasil, com relação ao patrimônio arquitetônico, a situação é grave, pois muitas cidades históricas brasileiras são estabelecidas em margens de rios. Quando se lida com monumentos arquitetônicos, convém destacar, sua sobrevivência está diretamente relacionada às suas propriedades intrínsecas de resistência e durabilidade, aos seus materiais e às suas técnicas construtivas. Contudo, da mesma maneira, a longevidade das edificações também depende das características do lugar e dos impactos do ambiente sobre o edifício, pois estes influenciam diretamente nos danos que a edificação pode vir a ter (GURIERRI E TAMPONE, 2000). Portanto, as estratégias de reabilitação devem englobar, além do domínio sobre os materiais construtivos e métodos de intervenção, o conhecimento do meio ambiente em que está inserido o monumento.

Sabe-se que nos últimos anos ocorrem diversas inundações em diferentes regiões do Brasil e, dentre as regiões atingidas, verificam-se cidades históricas, cujos remanescentes arquitetônicos, produtos da técnica, história e estética, transmitidos por gerações precedentes; são amplamente afetados por essa problemática. Notoriamente, construções antigas são mais afetadas em desastres naturais, tendo em vista que, em muitos casos, as estruturas edificadas já estão fragilizadas. Em alguns edifícios tombados, inclusive, paredes são arruinadas, destruindo por completo o patrimônio material. Entre os sítios históricos inseridos nesta preexistência crítica para a durabilidade, destaca-se, no século XXI, no Brasil, duas cidades devastadas por inundações: Goiás Velho, no estado de Goiás e São Luiz do Paraitinga, em São Paulo. No estado do Espírito Santo, o Sítio histórico de Santa Leopoldina é acometido por diversas inundações registradas nas últimas décadas, cujas consequências culminam, paulatinamente, na destruição das edificações históricas.

## **2. SANTA LEOPOLDINA: SOBRE AS INUNDAÇÕES E OS PARÂMETROS CLIMÁTICOS DA REGIÃO**

O Sítio histórico de Santa Leopoldina está localizado na Bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória, um dos grandes mananciais do Espírito Santo, que, somado ao Rio Jucu, é responsável pelo abastecimento de água da Grande Vitória. A cidade de Santa Leopoldina é um dos primeiros núcleos urbanos a ocupar a região centro-serrana do estado do Espírito Santo, povoada inicialmente por imigrantes suíços, e, em seguida, por colonos de origem germânica, como prussianos, pomeranos e austríacos (Espírito Santo, 2009). A ocupação inicia-se em 1856, quando é fundada a colônia de Santa Maria (Schwarz, 1992); cuja sede é transferida, em 1857, para a Vila do Cachoeiro de Santa Leopoldina, nas margens do Rio Santa Maria. Ainda no final do século XIX, a Colônia é desmembrada, originando as cidades de Santa Tereza, em 1890, Afonso Claudio e Ibirapu, em 1891, e Santa Maria de Jetibá, em 1988 (Schwarz, 1992).

Santa Leopoldina é estruturada em torno do Rio Santa Maria da Vitória, cuja nascente origina-se na Serra do Garrafão, no município vizinho de Santa Maria de Jetibá, e deságua na baía de Vitória, tendo 122 km de extensão territorial. O núcleo urbano situa-se estrategicamente nas proximidades do ponto em que o rio se torna navegável, até a baía de Vitória, escolhido em vista da relação econômica como entreposto comercial, até a segunda década do século XX. Este núcleo urbano - centro da cidade - resguarda seus ares de cidade do início do século XX, com sua configuração urbana constituída, em grande parte, pelos sobrados e casarões ao longo da área central, chamada de Sede. Nesse contexto, trinta e oito imóveis estão protegidos na esfera estadual pelo processo de tombamento realizado pelo Conselho Estadual de Cultura (Figura 1), por meio da Resolução nº 5/193, e conforme inscrição no Livro do Tombo Histórico nº 32 a 68, folhas 4v a 7v (Silva et al., 2013).



Figura 1 - Imóveis tombados no Sítio Histórico e sua relação com o Rio Santa Maria da Vitória. Fonte: Queiroz, 2013

O conjunto de edificações do Sítio histórico de Santa Leopoldina está exposto a altos índices pluviométricos em determinadas épocas do ano, o que, associado a outros fatores, ocasiona o aumento do nível fluvial. As cheias do Rio Santa Maria já culminaram, em Santa Leopoldina, em diversas enchentes (Figura 2, 3, 4, 5 e 6), catalogadas desde 1949, ano de instalação da base da Agência Nacional das Águas, nas proximidades do núcleo central de Santa Leopoldina.



Figura 2 - Enchente de 1960. Fonte: Acervo Laboratório Patrimônio & Desenvolvimento – UFES





Figura 3 – Imagens da inunda o de 2009. Fonte: Disponível em: [www.youtube.com.br](http://www.youtube.com.br), acesso 22 mar 2016.



Figura 4 – Imagens da inunda o de 2012. Fonte (a): Disponível em: <http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2012/01/agua-comeca-baixar-mas-santa-leopoldina-continua-em-alerta-no-es.html>, acesso 21 mar 2016. Fonte (b): Disponível em: [www.youtube.com.br](http://www.youtube.com.br), acesso 23 mar 2016.

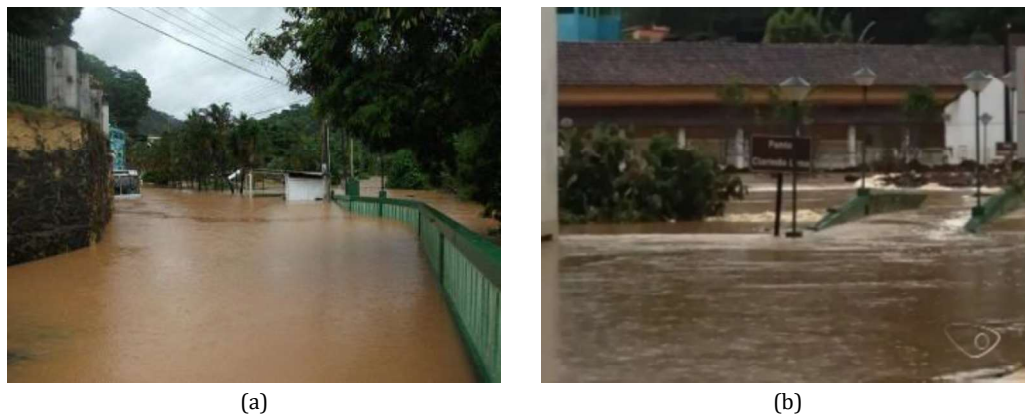


Figura 5 – Inunda o ocorrida em 2013 em Santa Leopoldina. Fonte (a): Disponível em: <http://www.folhavoria.com.br/geral/noticia/2013/12/enchente-deixa-municipio-de-santa-leopoldina-isolado.html>, acesso 23 mar 2016. Fonte (b): Disponível em: <http://g1.globo.com>, acesso 24 mar 2016.



(a)

(b)

Figura 6 – Imagens da inundação de 2013. Fonte (a): <http://www.conquistanews.com.br/sobe-para-21-o-numero-de-mortos-pelas-chuvas-no-es/>, acesso 24 mar 2016. Fonte (b): Disponível em: <http://ocamacanzinhonoticias.blogspot.com.br/2013/12/o-corpo-de-bombeiros-vai-realizar-uma.html>, acesso 24 mar 2016.

Com relação às informações climáticas, o núcleo urbano localiza-se na região de “terras quentes, acidentadas e chuvosas”, segundo classificação do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), registrando temperatura mínima, no mês mais frio, de 11,0 – 18°C; e temperatura máxima, no mês mais quente, de 30,7 a 34°C, conforme dados coletados até o ano de 1999, disponíveis no site do instituto. Ainda sobre a temperatura, de acordo com o Incaper, a temperatura máxima média mensal (entre os anos de 1961 a 2013) foi de 26-28°C. Com base nos dados obtidos pela Agência Nacional das Águas (ANA), verifica-se o volume de precipitação máxima mensal, a partir de 1949, ano de instalação da estação em Santa Leopoldina (Figura 7 e 8).

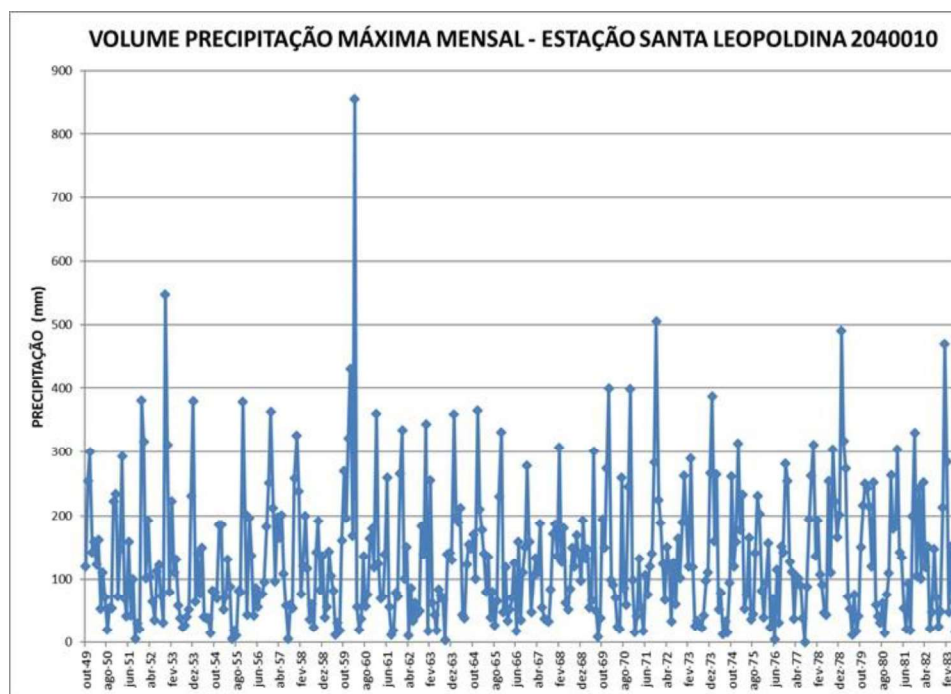


Figura 7 – Volume precipitação máxima mensal. Fonte: FLORENZANO, 2016

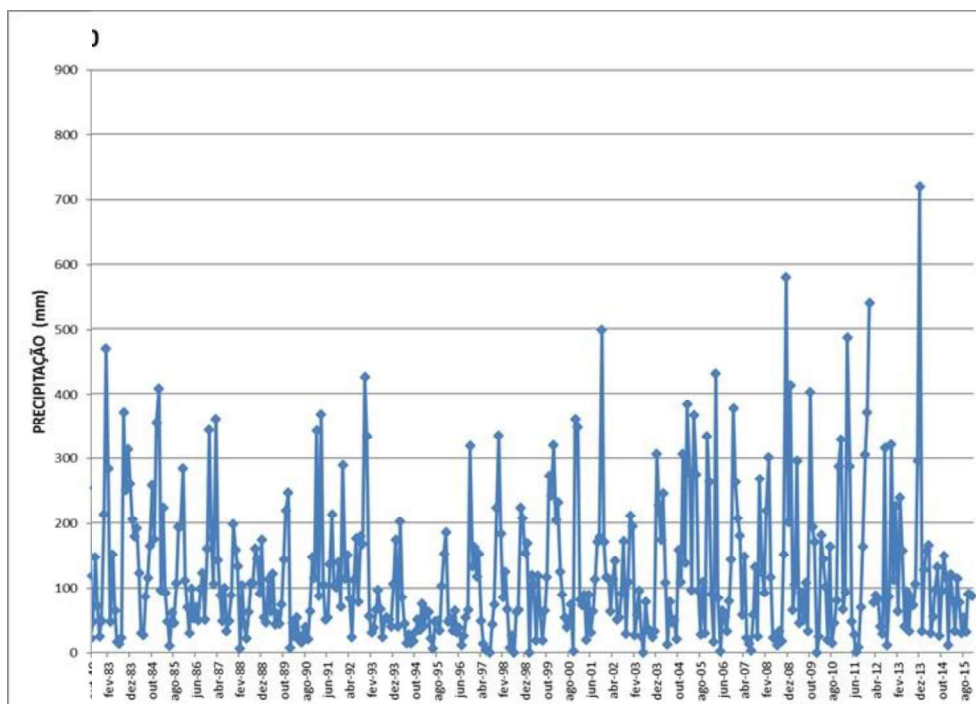


Figura 8 - Volume precipitação máxima mensal, continuação. Fonte: FLORENZANO, 2016

As figuras 7 e 8 demonstram que os picos de precipitação máxima mensal foram em outubro de 1959 e dezembro de 2013. Contudo, destaca-se que a média mensal não reflete os valores absolutos diários; podendo incidir sobre a região grande volume de precipitação em poucos dias, permanecendo sem novas ocorrências durante vários dias.

Com relação às informações sobre a umidade relativa do ar, em Santa Leopoldina não há estação de monitoramento climático por essa medida. Portanto, para análise da umidade relativa, são utilizados os dados fornecidos pelo Incaper, da estação existente mais próxima de Santa Leopoldina, localizada em Santa Teresa. Vale destacar, os dados se dividem em dois momentos: de 1977 a 2007, quando a estação ainda é convencional, e a partir de 2008, quando esta torna-se automática e tem sua localização alterada. Assim, com base nas informações fornecidas pelo Incaper, elabora-se um gráfico (Figura 9 e 10) com os valores de umidade relativa do ar das médias mensais de 1977 a 2004 e de 2007 a 2015 (não são fornecidos valores de 2004 a 2007).



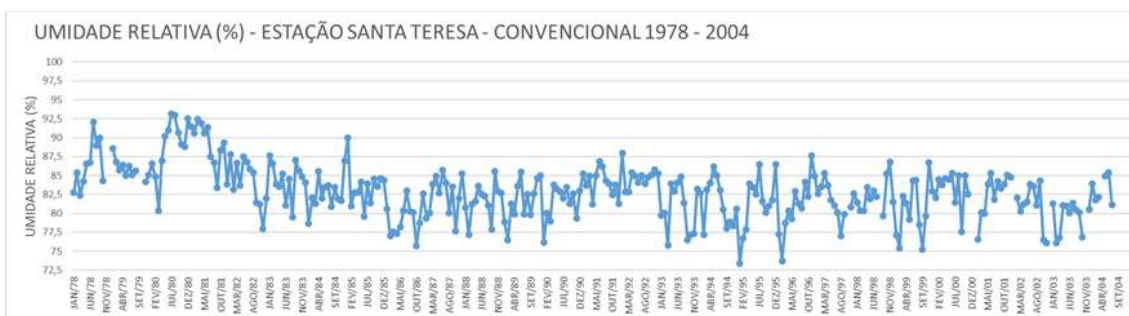


Figura 9 – Umidade relativa – Estação Santa Teresa – Convencional. Fonte: FLORENZANO, 2016



Figura 10 – Umidade relativa – Estação Santa Teresa – Automática. Fonte: FLORENZANO, 2016

A análise das figuras 8 e 9 revela alto índice de umidade relativa, registrando picos elevados em 1978, 1980 e 1981, com períodos de índices mais baixos entre 1982 e 2004, e subindo a partir de 2008 até 2015, com pico máximo de 95,69% em outubro de 2012. Sobre as inundações ocorridas no núcleo urbano de Santa Leopoldina, é possível verificar todos os níveis máximos mensais atingidos pelo Rio Santa Maria com base nos dados coletados da ANA, a partir de 1949, data de instalação da estação de Santa Leopoldina (57130000) até dezembro de 2015 (Figura 11).

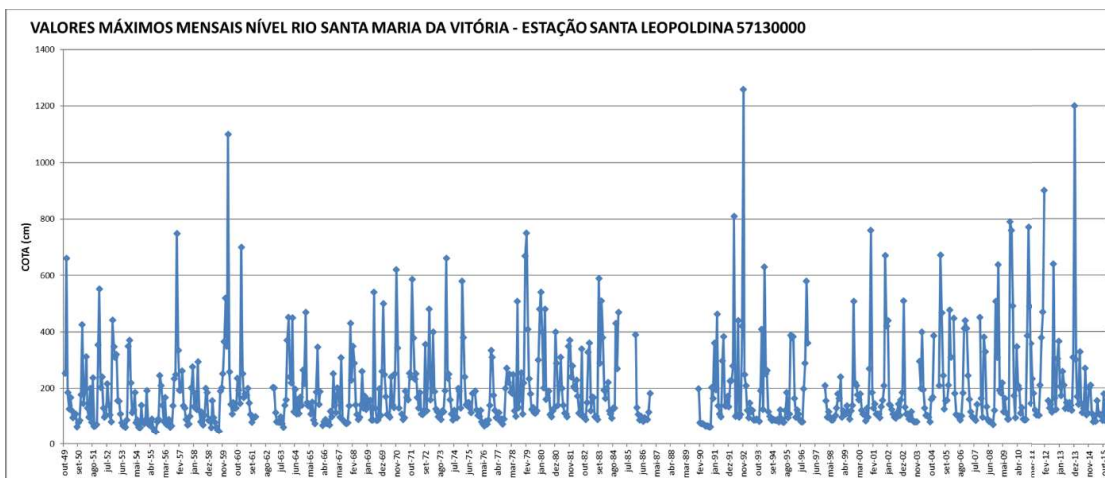


Figura 11 – Valores máximos mensais do rio Santa Maria da Vitória. Fonte: FLORENZANO, 2016

A partir de outro gráfico, é possível comparar registros de maior índice pluviométrico com os valores máximos dos níveis do Rio Santa Maria (Figura 12).



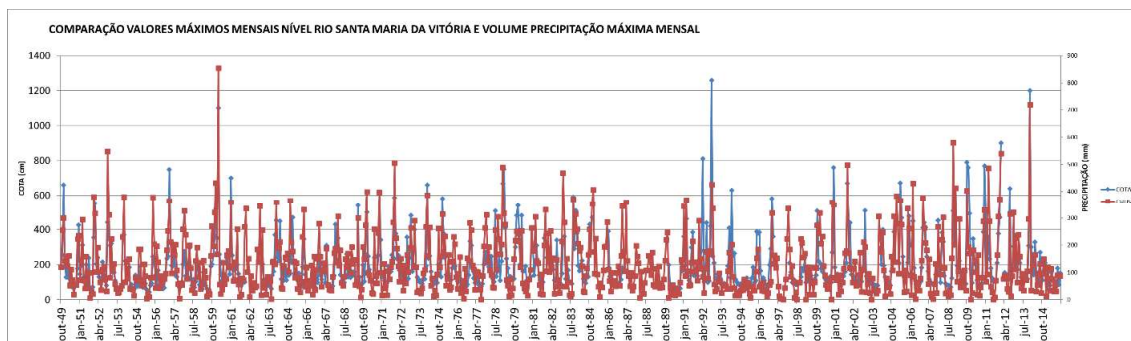


Figura 12 – Comparação nível rio e volume precipitação máxima mensal. Fonte: FLORENZANO, 2016

Por meio da figura 12 é possível verificar algumas datas de coincidência de altos índices pluviométricos e cotas elevadas do nível do Rio Santa Maria, como em março de 1960, data em que o rio atinge 11m de nível e o volume de precipitação 854mm. Entretanto, não é possível correlacionar, diretamente, as chuvas com a elevação do nível do rio, pois em datas com registro de inundação do Rio Santa Maria, como novembro de 1992, ano que o rio registra 12,58m de elevação, não há registro de grandes volumes de precipitação, sendo a média desse mês de 425,2mm. Esse resultado também pode ser reflexo da dificuldade de realizar análise dos índices de precipitação com base nos valores das médias mensais.

### 3. CONCLUSÕES

Com a interpretação analítica dos gráficos, verifica-se que, nos últimos dezesseis anos, o núcleo urbano da cidade é atingido por três inundações que impactam profundamente para a deterioração das edificações e do núcleo urbano de forma geral. Ainda, os valores das cotas de nível do Rio Santa Maria se tornam mais elevados, de forma geral, a partir de 1992, quando se registra o valor máximo de 12,58m. A partir dessa data, em 2001, registra-se nível de 7.60m; em 2009, 7.90m; em 2012, 7.60m; ou seja, um aumento considerável, atingido seu máximo em dezembro de 2013, ao atingir 12m. Portanto, pode-se concluir, comparadas ao número de ocorrências entre 1949 e 1992, as inundações estão ocorrendo com uma frequência maior, no núcleo urbano de Santa Leopoldina.

Correlacionando o aumento da frequência das inundações e das precipitações elevadas com a degradação do material construtivo, convém ressaltar a materialidade das edificações, erguidas com tijolos cerâmicos maciços oriundos de fabricação artesanal local (Florenzano, 2016). Tendo em vista se tratar de material extremamente poroso, característica, inclusive, bastante frequente nos materiais históricos<sup>2</sup>, a umidade contribui para a aceleração da degradação, devido à tensão de cristalização e às eflorescências salinas, e para a diminuição da resistência mecânica dos tijolos cerâmicos.

<sup>2</sup> Sobre a porosidade, Elert et al (2003) destacam que a porosidade dos tijolos em edifícios históricos varia entre 30-38%, o que aumenta a probabilidade de um maior teor de água circulando no material. Martinez et al (2015) observam que esta porosidade combinada com a baixa resistência mecânica torna o tijolo ainda mais suscetível às degradações. Sabe-se que a porosidade e a resistência mecânica dos tijolos cerâmicos também derivam do seu processo de fabricação, sendo os tijolos artesanais, em geral, menos compactados, mais porosos e com menor resistência à compressão.

Portanto, deve-se atentar para a condição de alerta quanto à durabilidade das edificações históricas de Santa Leopoldina. Considerando o cenário descrito, verifica-se, especialmente quando se analisa os gráficos elaborados, que a taxa de umidade da região é extremamente alta, com média aproximada de 85 a 87,5%, e que esta vem crescendo ao longo dos últimos anos, o que também ocasiona fator de risco para as edificações históricas, cujas alvenarias se encontram com teor elevado de cloretos, tendo, em alguns casos, sulfatos e nitratos; sendo esses sais solúveis que absorvem a umidade do ar devido à higroscopia (Florenzano, 2016).

Por fim, quando considera-se transmitir o Sítio histórico de Santa Leopoldina em perfeitas condições para a geração seguinte, deve-se ressaltar a tarefa multidisciplinar para que, de fato, medidas concretas de salvaguarda sejam efetivadas em conjuntos patrimoniais localizados em condições climáticas similares. As inundações têm causado grandes desastres no Brasil, gerando forte impacto negativo sobre os núcleos urbanos e a segurança da população. De fato, é possível afirmar, o país carece de uma política de monitoramento e controle dos desastres naturais para, dessa forma, perdas serem amenizadas ou até inibidas. Com relação ao patrimônio arquitetônico, a falta de conhecimento por parte do governo municipal dos impactos das mudanças climáticas nas estruturas históricas reduz as possibilidades de prolongamento da vida útil das edificações.

## REFERÊNCIAS

- Amaral, R. & Ribeiro, R. 2009. In *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico.
- Elert, K., Cultrone, G., Navarro, C. & Pardo, E. 2003. Durability of bricks used in the conservation of historic buildings – Influence of composition and microstructure. *Journal of culture heritage*.
- ESPÍRITO SANTO (Estado). 2009. Secretaria de Estado da Cultura. Conselho Estadual da Cultura. *Arquitetura / Patrimônio Cultural do Espírito Santo*. Vitória: SECULT.
- Florenzano, L. 2016. *Conservação de tijolo cerâmico em alvenarias históricas: subsídios para restauração do sítio histórico de Santa Leopoldina-ES*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo.
- Gurriere, F. & Tampone, G. 2000. *Catastrofi naturali e Beni culturali: Strategie di prevenzione e riabilitazione*. Florença: Università degli studi de Firenze.
- Min, K., Zhang, X., Zwiers, F. W. & Hegerl, G. 2011. Human contribution to more-intense precipitation extremes. In: *Nature*, v. 470.
- Marengo, J. A., Schaeffer, R., Pinto, H.S. & Zee, D.M.W. 2009. *Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil*. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS).
- Martinez, P., Soto, Melissa; Zunino, Franco; Stuckrath, Claudia; Lopez, Mauricio. 2015. Effectiveness of tetra-ethyl-ortho-silicate (TEOS) consolidation of fired-clay bricks manufactured with different calcination temperatures. *Construction and Building Materials*.
- Schwarz, F. 1992. *O Município de Santa Leopoldina*. Vitória: Traço Certo Editora.
- Silva, J. P. da; Mazzini, M., Almeida, R. H. de, & Queiroz, R. Z. 2013. Recurso informacional no monitoramento da conservação da ambiência de sítios históricos urbanos - Ensaio no Sítio Histórico de Santa Leopoldina. In *ARQUIMEMÓRIA 4*, Salvador.
- Tampone, G. Damages to monuments by flooding and flows of water: Types of damage to architectural monuments caused by flooding. In *Catastrofi naturali e Beni culturali: Strategie di prevenzione e riabilitazione* (a cura di Francesco Gurrieri e Gennaro Tampone). Florença: Università degli studi de Firenze.
- TOMINAGA, L. K. 2009. Desastres naturais: porque ocorrem? In: *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. São Paulo: Instituto Geológico.