



## DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO POR ESCANEAMENTO LASER: THEATRO SÃO JOÃO DA LAPA - PR

### *ARCHITECTURAL HERITAGE DOCUMENTATION WITH LASER SCANNING:*

### *THEATRO SÃO JOÃO DA LAPA - PR*

MEDINA, Alex Soria<sup>1</sup>,  
VEIGA, Luís Augusto Koenig<sup>2</sup>,  
MEDINA, Simone da Silva Soria<sup>3</sup>  
BRAUN, Gabriel<sup>4</sup>

### Resumo

A preservação do patrimônio histórico é um tema de grande relevância para uma sociedade que busca proteger e valorizar as manifestações culturais e arquitetônicas do passado. É fundamental garantir a documentação desses bens para gerações futuras, assegurando que eles permaneçam acessíveis e compreendidos em seu contexto histórico, cultural e social. A ferramenta utilizada para obtenção da documentação e preservação apresentado neste trabalho é o *Laser Scanner Terrestre* (LST), que consiste de uma tecnologia tridimensional de alta precisão que permite capturar detalhes de edificações gerando nuvens de pontos que representam suas superfícies. Essa tecnologia é capaz de registrar com precisão milimétrica detalhes arquitetônicos, superfícies, geometrias e estruturas complexas. A aplicabilidade desta técnica constitui o tema deste artigo e o estudo foi desenvolvido nas dependências do Theatro São João da Lapa. Como resultado é apresentado uma nuvem de pontos obtida a partir dos dados, um modelo 3D e desenhos técnicos, como planta baixa, corte longitudinal e análise de perícia.

**Palavras-chave:** patrimônio histórico; levantamento arquitetônico; laser scanner terrestre.

### Abstract

The preservation of historical heritage is a topic of great relevance for society, which seeks to protect and enhance the cultural and architectural manifestations of the past. It is essential to guarantee the survival of these assets for future generations, ensuring that they remain accessible and understood in their historical, cultural and social context. The tool used for its documentation and preservation is the *Terrestrial Laser Scanner* (LST). LST is a high-precision 3D method that capture geometric details of historic buildings, generating point clouds that represent the surface of these structures. This technology is capable of recording architectural details, surfaces, geometries and complex structures with millimeter precision. The applicability of this

---

<sup>1</sup> UFPR, ORCID: 0000-0003-3174-4662 asmedina@ufpr.br

<sup>2</sup> UFPR, ORCID: 0000-0002-5457-8720 kngveiga@ufpr.br

<sup>3</sup> UFPR, ORCID: 0009-0006-8373-3323 moni@ufpr.br

<sup>4</sup> UFPR, ORCID: 0009-000-1186-2755 gabrielbraun@ufpr.br

technique will be the theme of this article. The study was carried out of Theatro São João of Lapa. As a result, the point cloud obtained from the laser scanner survey, 3D model, will be presented, such as technical plans, expert analysis

**Keywords:** historical heritage; terrestrial laser scanner.

## 1 Introdução

A documentação de prédios históricos desempenha um papel essencial na preservação e valorização destes para uma nação. Essas estruturas são o tesouro de um povo, que garante que os edifícios estejam em nossa memória, conferindo-lhe identidade e particularidade. São bens potencialmente incorporáveis à memória local, regional e nacional, compondo parte da herança cultural legada pelas gerações passadas às gerações futuras.

Ao reconhecer, preservar e promover o patrimônio, estamos enriquecendo a compreensão da nossa história, tradições e modos de expressão, fortalecendo o senso de pertencimento e ligação com nossas raízes passadas (PONTES, 2021). Infelizmente, são inúmeros os acontecimentos que podem vir a comprometê-los e resultar em perdas irreparáveis ou avarias significativas: incêndios, vandalismos e roubos, desastres naturais, desmoronamentos, desgaste e erosão, atos de guerra, infiltrações e umidade, acidentes durante uma obra de restauro, ataques biológicos.

Temos alguns exemplos de patrimônios históricos que sofreram perdas recentemente, como o incêndio no Museu Nacional do Brasil, no Rio de Janeiro (2018); o incêndio na Catedral de Notre-Dame, em Paris (2019); o Museu Nacional de História Natural, em Nova Delhi, na Índia (2016); a destruição de sítios arqueológicos, como Palmira, na Síria (2015) e Nimrud, no Iraque (2015); e a Guerra na Ucrânia (2022) que já destruiu inúmeras obras arquitetônicas consideradas patrimônios históricos.

Diante dessa realidade, surge a necessidade de obtenção de documentação precisa e detalhada dos patrimônios históricos, que desempenha um papel decisivo na salvaguarda dessas obras e na preservação de sua memória (CÔRTEZ, 2007). Nesse contexto, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) exerce um papel fundamental e atua na identificação, proteção, conservação, restauro e difusão do patrimônio cultural brasileiro, incluindo edifícios históricos, sítios arqueológicos, bens móveis e imateriais no Brasil. Por meio de normas, diretrizes e fiscalização, o IPHAN trabalha para garantir a integridade e autenticidade dessas estruturas, evitando intervenções inadequadas e estimulando sua valorização.

Este trabalho tem como objetivo promover a preservação do patrimônio histórico a partir da aquisição e extração de informações obtidas por técnicas de levantamento Laser Scanner e Fotogramétricas. O estudo de caso foi realizado no Theatro São João da Lapa, localizado na cidade da Lapa - PR, tombado pelo Governo do Estado do Paraná em 1969, e pelo Governo Federal em 1984, e que possui uma história que remete ao século XIX.

## 2 Área de estudo

Para a aplicação dos métodos estudados, foi utilizado como objeto de estudo, o Theatro São João da Lapa, monumento arquitetônico localizado no centro histórico da cidade da Lapa, que fica a 70 km da capital paranaense. O campo de pesquisa compreendeu a fachada externa do Teatro e todo seu interior, percorrendo entrada principal, plateia, corredores, camarotes, palco, bastidores e banheiros. O local foi escolhido por haver uma estreita relação entre a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e o IPHAN, que permitiu que o prédio fosse utilizado para esse estudo.

O edifício encontra-se estrategicamente no centro histórico da cidade, ocupando uma posição privilegiada em relação aos demais pontos turísticos e edifícios históricos. Sua presença imponente na Praça General Carneiro destaca-se em meio a um cenário de arquitetura colonial preservada.

**Figura 1** - Localização do Theatro São João da Lapa



Fonte: BRAUN, Gabriel; 2023

A localização facilita o acesso dos visitantes, estando em proximidade com estabelecimentos comerciais, restaurantes e hotéis. A região ao redor do Teatro é repleta de obras arquitetônicas de valor histórico e arborizada, proporcionando um ambiente propício para passeios e descobertas.

### 2.1 Theatro São João da Lapa

Projeto de traços únicos, o Theatro São João da Lapa é o último remanescente desse tipo de construção do século passado no Estado do Paraná. Apesar de suas arcadas e de seus camarotes sugerirem o estilo elisabetano, o Theatro é detentor de um palco italiano (PASTINA FILHO, 2006). Tem como características de Arquitetura Civil segundo o processo nº 21/69:

Utiliza internamente estrutura de madeira, disposta em forma de ferradura. O arcabouço envolvendo essa estrutura é em alvenaria de tijolo. O vão formado pelo vazio da plateia tem guarda-corpo entalado com balaústras de madeira entre cada par de esteios e, no alto destes, tábuas finas, com recorte em forma de arco pleno. A plateia é coberta por um forro treliçado de madeira, reproduzindo o antigo teto, segundo prospecção realizada durante as obras. Cobertura em telhas cerâmicas do tipo capa e canal em quatro águas, apoiada em tesouras de madeira. De planta retangular, internamente apresenta dois pisos, com foyer, plateia circundada por camarotes, palco e sanitários laterais; o segundo, com vestíbulo, camarotes que circundam o vazio da plateia, sanitários e circulação lateral pelos fundos do palco. Fachada singela de composição neoclássica com cinco vão sem arco de meio ponto, sendo três portas ao centro e duas janelas de peitoril ladeando. Todos os vãos têm andeiras de madeira e vidro. Coroa a edificação cimbalha com ornatos e platibanda com frontão triangular, ao centro.

**Figura 2 - Theatro São João da Lapa**



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

No ano de 1880, antes mesmo de ser inaugurado, o Theatro recebeu a visita ilustre do Imperador D. Pedro II, da Imperatriz Thereza Christina e de sua comitiva. A inauguração ocorreu somente alguns anos depois, em 1887, com a apresentação da Companhia Souza Bastos de Operatas.

Menos de uma década depois, em consequência da Revolução Federalista, a cidade foi palco do episódio militar conhecido por Cerco da Lapa e, o então teatro se transformou em enfermaria e foi bastante avariado (IPHAN, 2023). No início do século XX, passou por um processo de reparo e foi reaberto ao público, recebendo espetáculos amadores e posteriormente arrendado por empresários locais que o adaptaram para cinema durante três anos.

Na década de 30 recebeu a exposição regional agrícola, entre 1950 a 1975 pertenceu à Rádio Legendária e após esforços do prefeito, Sérgio Leoni, no ano seguinte (1976), retornou à posse da Prefeitura (PASTINA FILHO, 2006). Após um ano de restauro, sob supervisão dos arquitetos Cyro Corrêa de Oliveira Lyra e José La Pastina Filho, o Theatro foi entregue ao público em 5 de novembro de 1976. A partir de então, passou a ser utilizado por companhias teatrais do Estado do Paraná e de outros estados, e fora dos horários de espetáculos, manteve-se aberto à visitação (IPHAN, 2023). Desde 2020, manteve-se sem uso, desta vez por motivos de segurança, e atualmente encontra-se aberto somente para visitação.

### 3 Materiais e procedimento metodológicos

#### 3.1 Equipamentos e Softwares

Para realização do levantamento em campo foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Laser Scanner terrestre Leica BLK360
- Tablet para operação do software Cyclone Field

Para o processamento dos dados obtidos em campo foram utilizados os seguintes softwares:

- LeicaCyclone Field
- Leica BLK360 Data Manager
- Leica JetStream Viewer

Para modelagem foram utilizados os seguintes softwares:

- Autodesk ReCap
- Autodesk Revit

E, para gerar imagens ilustrativas foi utilizado o seguinte software:

- CorelDraw

#### 3.2 Procedimento metodológicos

##### 3.2.1 Aquisição dos dados

Um sistema laser scanner (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiance* – Ampliação da Luz através da Emissão Estimulada de Radiação) é um dispositivo utilizado para capturar informações tridimensionais de um objeto ou ambiente de forma precisa e detalhada a partir de pulsos de laser (CENTENO et al., 2004).

No primeiro dia de levantamento foram coletadas 96 cenas, percorrendo cada um dos camarotes, corredores, banheiros de visitantes, escadarias, escritório, hall de entrada, palco e fachada. No segundo levantamento foram escaneadas mais 35 posições (totalizando portanto, 131 cenas). Percorreu-se a fachada por outros ângulos: a área dos

fundos externa, os camarins, forro e a “passagem secreta” – a qual durante o Cerco da Lapa serviu com intuito de acolher os feridos para a área interna da edificação (Figura 3).

**Figura 3** – Levantamento laser scanner da fachada e passagem do Theatro São João – Lapa – PR



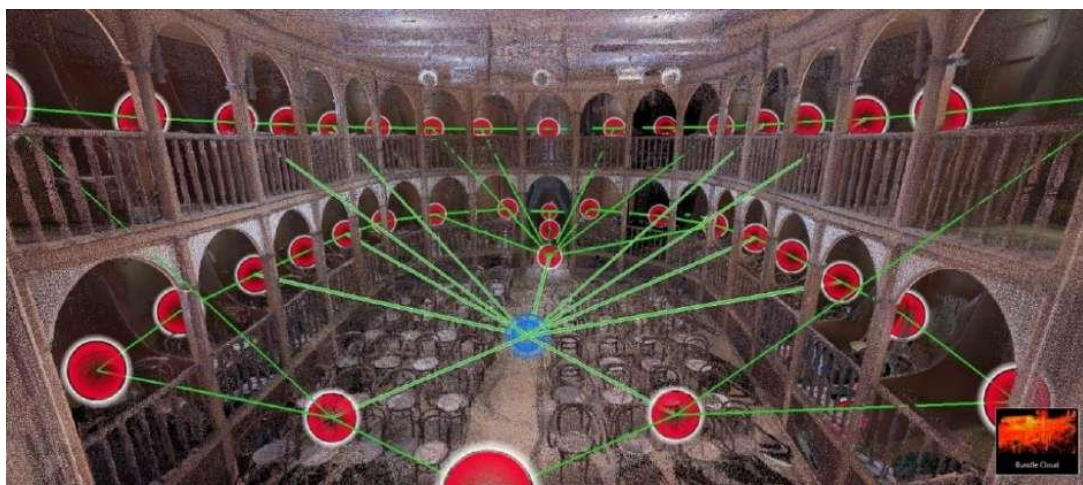
Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

### 3.2.2 Pós processamento

O registro das cenas (*setups*) se deu no *software* Leica Cyclone Register 360 e envolve a conexão (*links*) estruturada dos diferentes conjuntos de dados escaneados, não alinhados entre si, em um único modelo 3D consistente. O processo de registro pode ser realizado tanto por algoritmos computacionais quanto manualmente (neste estudo), onde são aplicadas rotações e translações para o perfeito alinhamento entre as cenas. O registro aconteceu em quatro etapas: importar as cenas (*import*), revisar e otimizar (*review and optimize*), finalizar (*finalize*) e relatório (*report*).

Na imagem seguinte é apresentado um panorama dos *links* (linhas verdes) com as cenas escaneadas (círculo vermelho) na área interna do espaço. Foi essencial garantir que os camarotes de ambos os níveis tivessem cenas em comum, podendo assim gerar um modelo ajustado e orientado.

**Figura 4** – Registro entre as cenas internas do Theatro São João da Lapa



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

Na figura 5, a seguir, temos uma apresentação de todo o levantamento realizado. Essa vista (*site map*) permite um panorama geral do Teatro, mostrando a localização de cada cena registrada em relação às outras. O *site map* facilita a navegação entre diferentes locais e auxilia na compreensão da relação espacial entre elas.

**Figura 5** – Vista Site Map do Teatro São João – Lapa – PR



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

Na Figura 6, pode-se observar a nuvem de pontos gerada a partir das 131 cenas totalizando 287.080.241 pontos com uma sobreposição média de 49% e um erro total de 6 mm.

**Figura 6**– Nuvem de pontos final do Theatro São João da Lapa



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

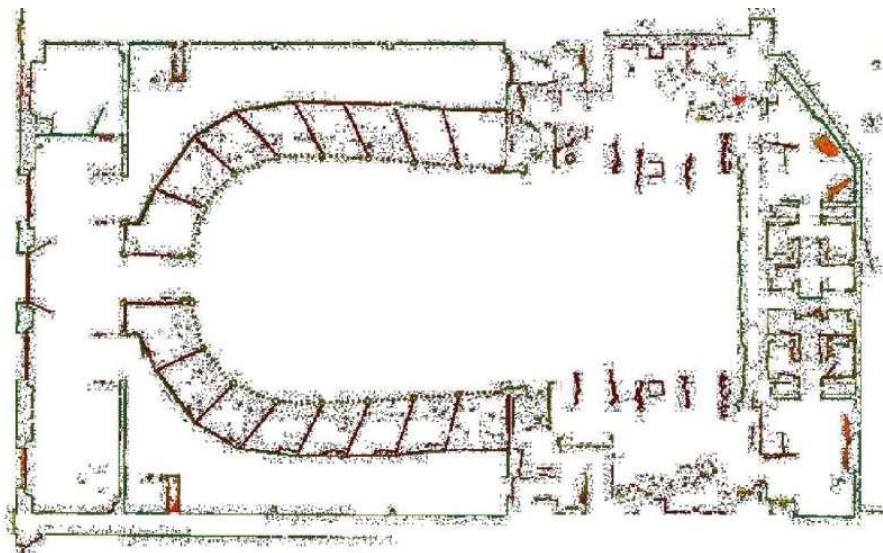
## 4 Resultados

### 4.1 Planta arquitetônica

Uma planta arquitetônica é um desenho que representa graficamente as dimensões e características do edifício ou de sua estrutura. Essa planta é geralmente elaborada por profissionais, como arquitetos, engenheiros ou conservadores do patrimônio, com o objetivo de documentar e registrar detalhadamente as características físicas do edifício, sendo também denominada de planta baixa.

Ter uma planta baixa, ou plantas em corte, contribuem para compreender a estrutura do patrimônio e permitem uma análise detalhada de suas peculiaridades. Por meio delas é possível realizar o planejamento de intervenções futuras, projetos de renovação, reabilitação e estudo de fluxo de circulação de pessoas. Porém, gerar essa representação nos métodos tradicionais (diretos), com fitas métricas e prumos, é um processo moroso e propenso a erros, especialmente em estruturas complexas ou de grande escala. Com o avanço da tecnologia, é possível reduzir o tempo em campo com o uso de equipamentos como o laser scanner e obter mais assertividade nos produtos gerados, assegurando resultados milimétricos (Figura 7).

**Figura 7** – Nuvem de pontos utilizada para gerar a planta baixa do Theatro São João da Lapa

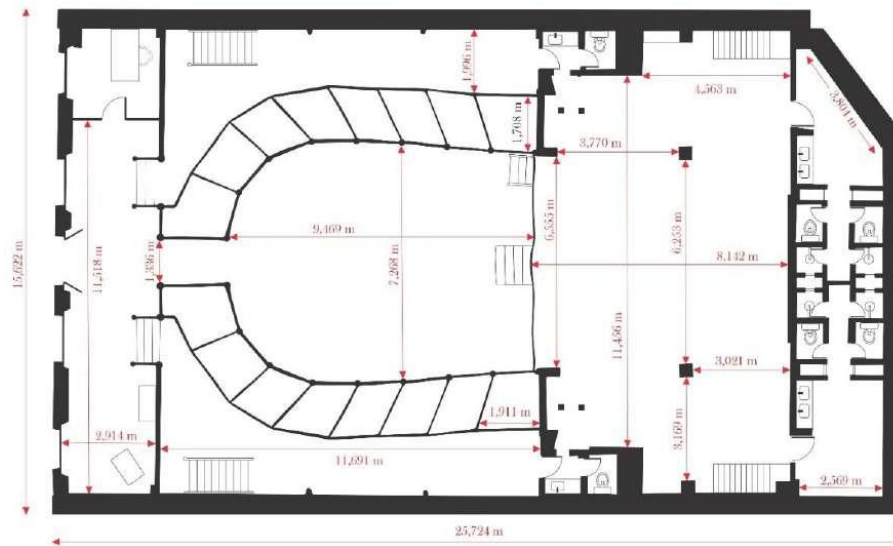


Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

Tendo a nuvem de pontos unificada, ou seja, um único modelo contendo todas as cenas escaneadas, é possível extrair cortes em qualquer dos sentidos. Na Figura 8 temos um corte horizontal o qual serviu de base para gerar a planta baixa. Por meio dele foram extraídas as linhas de contorno dos principais elementos, isso inclui paredes, camarotes,

escadas, portas, janelas. As imagens apresentadas foram geradas a partir de vetorização no software CorelDraw com a finalidade de ilustrar o resultado obtido e nestas imagens foram inseridas as dimensões das feições que foram obtidas a partir da nuvem de pontos.

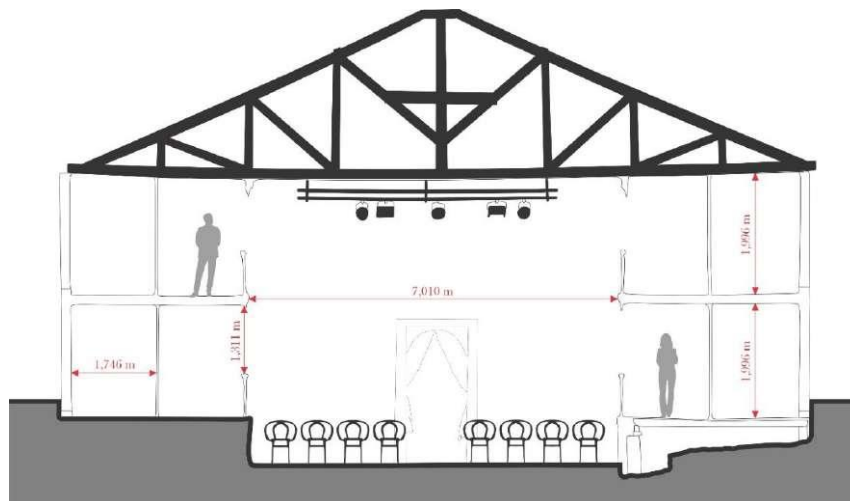
**Figura 8**– Planta baixa do Theatro São João da Lapa



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

Para o corte transversal foi utilizado o mesmo processo, anteriormente descrito e pode ser observado na figura 9.

**Figura 9**– Corte transversal do Theatro São João da Lapa



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

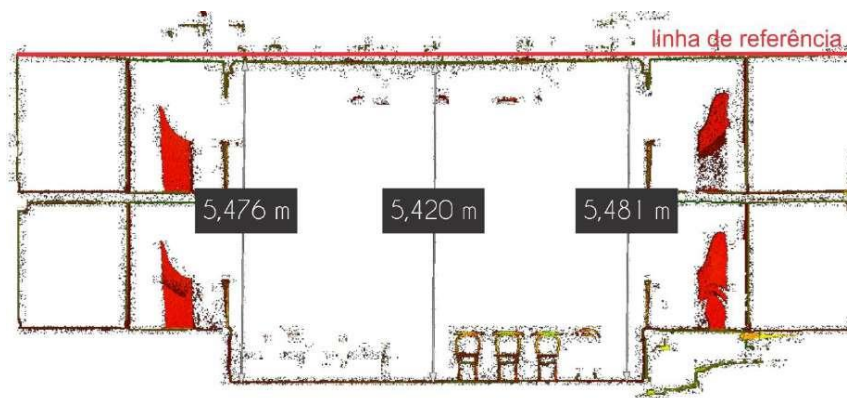
## 4.2 Perícias

Através de programas que permitem selecionar pontos relevantes na nuvem de pontos, como ReCap ou Revit, é possível calcular inclinações e desvios em relação à horizontalidade e verticalidade de elementos específicos. A análise das medidas de

horizontalidade, do forro por exemplo, foi calculada a partir da nuvem de pontos e é importante para apontar eventuais falhas, como afundamentos, deslocamentos ou deformações.

Na figura 10 temos um exemplo em que foram extraídas três distâncias de um corte transversal e pode-se perceber desvios em relação a uma linha horizontal de referência. Nesse processo foi constatado um desvio de 6 cm de um ponto até outro.

**Figura 10**– Perícia para a análise de horizontalidade de treliça do Theatro São João da Lapa



Fonte: BRAUN, Gabriel. 2023

## 5 Conclusões

O levantamento LST se mostrou eficaz para capturar informações geométricas complexas e pode ser utilizado tanto na área externa quanto interna de edificações. Com o laser scanner foi possível obter uma documentação completa e precisa do edifício sem necessidade de retornos a campo. Uma das grandes vantagens é o processo de levantamento relativamente rápido se comparado aos métodos tradicionais: em dois dias foi realizado todo o levantamento do Theatro São João da Lapa.

## Agradecimentos

Ao IPHAN, pela disponibilidade e parceria neste estudo e aos funcionários do Theatro São João (Bruno de Oliveira, Diogo Sodré e Lucas Cunha), que gentilmente auxiliaram durante todo o trabalho de execução do levantamento. À Leica Geosystems, representação Curitiba, por apoiar o trabalho através de licença de operação de programa para tratamento dos dados.

## Referências

BRAUN, Gabriel. **Aquisição e extração de informações para a preservação do patrimônio histórico: Teatro São João – Lapa, PR**. Trabalho de conclusão de Curso. Curso de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, UFPR, 2023.

CENTENO, J. A. S.; et al.. **Comparação de Geração de Modelos Tridimensionais Usando Laser Scanner Terrestre e Restituição Fotogramétrica Monocular**. In: I Simpósio De Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação - SIMGEO, 2004, Recife. Anais do I Simpósio De Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação - SIMGEO. Recife, 2004. v. 1. Disponível em: < <https://tinyurl.com/yc2fm5ja> > Acesso em: 02 jun. 2023

CÔRTEZ, Marta Amorim; et al. **Restituição Fotogramétrica digital das fachadas do Pelourinho, Salvador (BA), 2007**. Disponível em: < <https://tinyurl.com/48wuj9cy> > Acesso em: 15 mai. 2023.

IPHAN. **História – Lapa (PR)**. Disponível em: < <https://tinyurl.com/44xsbmwb> > Acesso em: 08 mai. 2023.

PASTINA FILHO, José La. **História do Teatro São João – Lapa (PR)**, 2006.

PONTES, Márcio Miranda. **A importância de preservar o patrimônio cultural**. SABRA, 24 de Novembro de 2021. Disponível em: < <https://tinyurl.com/y54wmzs5> > Acesso em: 05 jun. 2023.