

## **Patrimônio virtual e história digital: essência e representação**

### **FOTOGRAMETRIA DE CURTA DISTÂNCIA E DIGITALIZAÇÃO POR LASER 3**

Gilson Dimenstein Koatz, DSc, Laboratório de Análise Urbana e Representação Digital  
- PROURB/FAU/UFRJ

#### **Resumo**

A documentação de sítios, edificações ou artefatos de valor histórico, constituindo arquivos cujos dados possam ser empregados na preservação ou restauração desses bens, utilizando métodos de coleta de dados numéricos e gráficos precisos, é fundamental para a memória do Patrimônio Cultural nacional. Dois dos métodos de documentação precisa empregados são a fotogrametria de curta distância e a varredura empregando equipamentos a laser 3D. Nesse trabalho teceremos considerações sobre o tema e apresentaremos resultados de pesquisas acadêmicas realizadas nos últimos anos.

Palavras-chave: Documentação. Fotogrametria. Digitalização por Laser 3D.

#### **Abstract**

Documenting sites, buildings and artifacts presenting historical value to constitute archives that can be used for preservation or restoration, presenting precise numeric and graphic data capabilities for their collection is fundamental for National Heritage memoir. Two of these methods are close range photogrammetry and 3D laser scanning. In this paper this issue will be treated and some of the last years academic researches results will be presented.

Key words: Documentation. Photogrammetry. 3D Laser Scanning

## **1 Introdução**

### **1.1 Documentação**

Documentar é um processo cuja finalidade é a descrição detalhada do que se pretende inventariar, produzindo um conjunto de dados do qual se extraíam informações e conhecimento. (Lagerqvist, 1996, 1999)

Uma documentação tem valor duradouro quando produz conhecimento, suscitar questionamentos, levantar hipóteses e buscar respostas. Os resultados da documentação devem ser apresentados de forma que possam ser testados. Sem isso, teremos apenas uma lista de problemas causados por fenômenos antrópicos ou intempéricos. (Lagerqvist, 1996)

Para Boehler e Heinz (1999), a documentação do patrimônio serve como ferramenta para tornar as informações a respeito do objeto em estudo acessíveis a todos e, sobretudo, às pessoas que não puderem ter contato direto com ele seja porque não está acessível ao interessado, ou porque é grande ou complexo demais. O objeto pode ser visível apenas durante uma pequena parcela de tempo, como no caso das escavações arqueológicas durante obras, ou correr risco iminente de degradação.

De acordo com Lagerqvist (1996), para que se produza uma boa documentação são necessários os seguintes requisitos:

**Precisão:** é função da qualidade do processo de documentação, pode ser expressa numericamente e tem relação direta com o custo da técnica adotada.

**Verificabilidade:** exigência para que se tenha acesso às fontes das informações apresentadas, permitindo a avaliação da documentação e a revisão dos dados e sua repetibilidade.

**Padronização:** a documentação deve ser produzida por métodos que permitam a comparação e a generalização das informações.

### **1.2 Cartas Patrimoniais e outras recomendações**

A preocupação que a Humanidade tem demonstrado com a sobrevivência de bens culturais de valor inestimável resultou na criação do Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) que estabeleceu em vários documentos, sob o título genérico de Cartas Patrimoniais, as definições e as recomendações que os países-membros deveriam seguir para a proteção do seu patrimônio.

Em 1964, a Carta de Veneza recomendou que "os trabalhos de conservação, restauro e escavação fossem sempre acompanhados de uma documentação precisa, sob a forma de relatórios analíticos e críticos, ilustrados com desenhos e fotografias".

À necessidade de se documentar um patrimônio que se deteriora cada vez mais rapidamente, veio somar-se a exigência de maior rigor e precisão nos dados da documentação, sobretudo em áreas onde os riscos de catástrofes naturais é maior. Em 1987, na VIII Assembléia Geral do ICOMOS, reunida em Washington, foi aprovada a Resolução nº 2 apresentada pelo Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetônica (CIPA), que recomenda aos países-membros a constituição do arquivo fotogramétrico de seus monumentos e sítios inscritos na lista do patrimônio da humanidade, dando prioridade àqueles situados em regiões sujeitas a riscos de desastres naturais, e solicitar, se necessário, a cooperação internacional para a criação desses arquivos (Gomes et al, 1995; Júnior, 1999).

Até os anos 1970, os estudos das aplicações da Fotogrametria na Arquitetura se desenvolveram em instituições cuja vocação era prioritariamente cartográfica, mas que também elaboraram métodos de levantamentos de edificações complexas e importantes como catedrais e castelos. Atualmente, as pesquisas são realizadas, sobretudo nas Universidades e em instituições culturais, reunindo cartógrafos, especialistas em conservação do patrimônio como Arquitetos, Historiadores de Arte e Arqueólogos.

Atualmente, a digitalização por laser 3D também tem exercido importante papel na produção de documentação do patrimônio.

## **2 A Fotogrametria de Curta Distância**

Derivada da Aerofotogrametria, a Fotogrametria de Curta Distância, Terrestre ou Arquitetônica, é um processo que permite o estudo e a definição com precisão das formas, das dimensões e da posição de um objeto no espaço, valendo-se essencialmente de medições efetuadas sobre uma ou mais fotografias feitas desse objeto. A Fotogrametria pode ser útil para arquitetos que lidam com o Patrimônio para:

- produzir uma avaliação do estado em que se encontra uma edificação ou objeto em determinado momento, incorporando-se ao seu inventário;
- monitorar o estado de conservação de monumentos e sítios de importância histórica, artefatos arqueológicos e pinturas rupestres;

- produzir a documentação necessária para o início do processo de restauração de um bem;
- reconstruir prédios destruídos;
- controlar a estabilidade de obras, medir deformações e estudar a movimentação de terrenos e a determinação de perfis e volumes.

Os avanços da Informática resultaram na produção de computadores pessoais a preços acessíveis. A Fotogrametria teve um enorme impulso e, durante a década de 90, surgiu uma série de programas de computação que revolucionaram e simplificaram a forma de trabalhar. Ao mesmo tempo, a Fotografia também evoluía, com a produção de máquinas fotográficas digitais de alta definição.

### 2.1 – Alguns exemplos de documentação fotogramétrica

A seguir apresentamos alguns exemplos de documentação realizada por fotogrametria de curta distância, seja por estereoscopia, seja por interseção a vante.

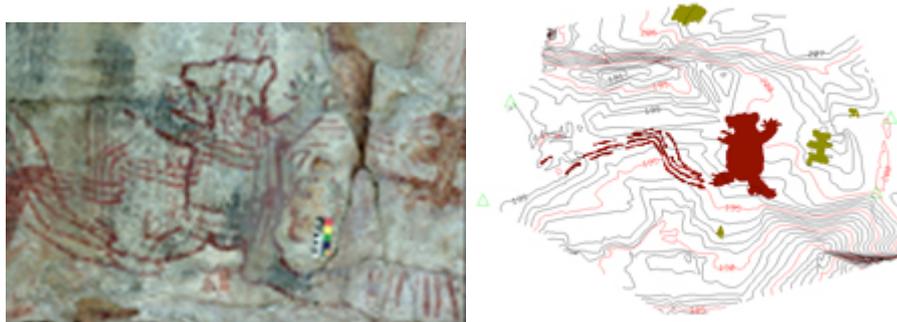


Figura 1 – Imagem do urso *Arctodus brasiliensis*, fotografado no cânion Fonte Grande II, município de Uibaí, Chapada Diamantina, Bahia, e sua representação com curvas de nível



Figura 2 – Ortofoto de trecho do Solar da Imperatriz, Horto Florestal, Rio de Janeiro, com sua restituição aplicada sobre a imagem



Figura 3 – Modelagem do Castelo e Torre Garcia D'Ávila, Praia do Forte, Bahia

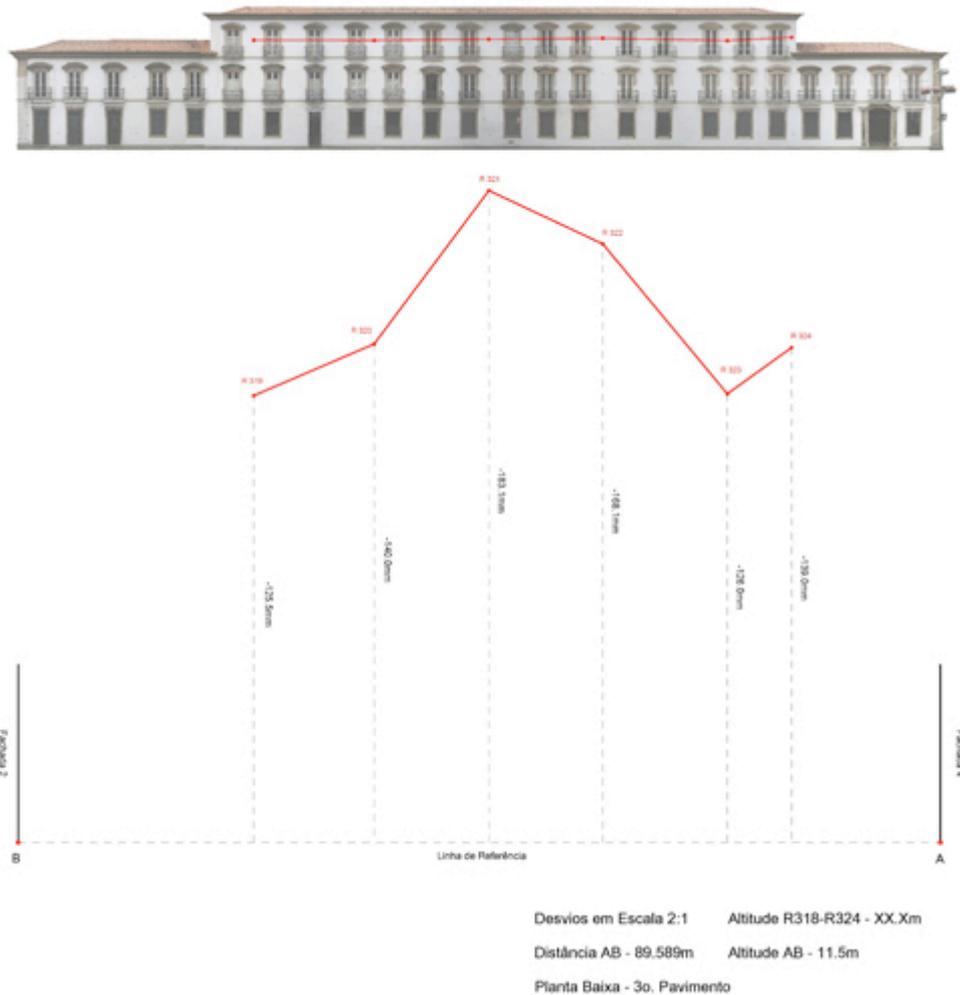


Figura 4 – Fachada lateral direita do Paço Imperial, Praça XV, Rio de Janeiro, e identificação de características dimensionais do terceiro pavimento da edificação

### 3 Digitalização por Laser Tridimensional

A história desses equipamentos é relativamente recente. No início dos anos 1990, diversos fabricantes projetaram e construíram equipamentos de varredura a laser. São equipamentos confiáveis e de uso relativamente fácil, e se tornaram essenciais para engenharia civil, naval, mecânica e mineração, arquitetura, arqueologia, geografia, geologia, e vêm sendo aplicados em levantamentos para fins de preservação de patrimônio.

### **3.1 Teoria da medição por laser**

As medições por scanner a laser se apóiam em dois princípios físicos básicos, a saber: que a radiação laser caminha em linha reta e se desloca a velocidade constante.

Esses dois princípios resultam na medição de distâncias pelo tempo decorrido entre a emissão e o retorno de um pulso laser. Os scanners a laser também medem ângulos horizontal e vertical do que está sendo digitalizado.

Podemos definir um scanner a laser, genericamente, como “um aparelho capaz de coletar automaticamente as coordenadas 3D de uma determinada região da superfície de um objeto, segundo um padrão sistemático e a alta velocidade, obtendo os resultados em tempo (quase) real.” (BÖHLER, 2002).

O resultado de uma varredura a laser 3D é uma nuvem de pontos como veremos nas figuras apresentadas abaixo.

O scanner a laser determina a posição tridimensional de pontos de superfícies, sua textura, altura e forma. Ademais, é capaz de dar valor à refletância da superfície dos objetos. O scanner codifica a intensidade da onda refletida, resultando numa coloração diferenciada para cada ponto da nuvem.

### **3.2 Varredura a Laser – Aplicações**

A varredura a laser pode ser realizada em qualquer fase de um projeto. Independentemente da tecnologia do aparelho, pode ser empregada para:

- . contribuir para a documentação de um objeto ou sítio, antes de sua restauração, como auxiliar na elaboração do projeto;
- . documentar detalhadamente um aspecto, uma estrutura ou sítio que pode se perder ou mudar radicalmente para sempre, seja no caso de uma escavação arqueológica, seja um sítio que corra risco;
- . monitoramento estrutural ou das condições de um objeto, auxiliando a perceber suas mudanças ao longo do tempo, seja por poluição, condições climáticas ou vandalismo;
- . produzir um modelo digital geométrico, do qual uma réplica possa ser gerada, seja para efeitos museográficos, seja para substituição em processos de restauração;
- . contribuir para a criação de modelos tridimensionais, animações e ilustrações apresentadas em centros de visitantes, museus, ou através de mídias digitais, aumentando a acessibilidade à informação e ajudando a aumentar a compreensão da importância do objeto ou sítio. E também realizar o levantamento do entorno de

edificações históricas para permitir visualizar e analisar intervenções urbanísticas no local;

. trabalhar, numa ampla gama de escalas, para revelar detalhes importantes como marcas de ferramentas em objetos arqueológicos ou procurar informações ocultas em paisagens cobertas por vegetação ou floresta. (BARBER, 2007)

É importante frisar que a varredura a laser não deve ser utilizada isoladamente para realizar as tarefas acima. A utilização de fotografias e/ou outras fontes de dados e informações não pode ser descartada. A maioria dos scanners opera fora do espectro de luz visível pelo olho humano. Dessa forma, a informação coletada quase sempre é diferente do que vemos na realidade, o que pode ser útil quando se quer diferenciar mudanças na superfície ou no material de que ela se constitui.

### **3.3 Levantamento do Paço Imperial da Praça XV, Rio de Janeiro, utilizando um Laser 3D**

Tendo terminado o levantamento fotogramétrico do Paço Imperial, realizamos a sua documentação utilizando um Laser 3D de fabricação Leica Geosystems, com o objetivo de comparar os dois métodos de levantamento. Esse projeto, cujo título é “O USO DE METODOLOGIAS TRIDIMENSIONAIS PARA O ESTUDO DAS RUAS, EDIFICAÇÕES E ESPAÇOS PÚBLICOS NO RIO DE JANEIRO” (KOATZ et ali, 2010) ainda está na sua fase inicial. A tabela abaixo é um resumo de alguns fatores importantes para a definição da tecnologia a ser adotada, sem considerarmos a especificidade de cada projeto de levantamento.

Fatores/ Tecnologia	Fotogrametria	Laser Scanner
Tempo de levantamento no campo (1)	Alguns minutos por modelo, dependendo se por estereoscopia ou interseção a vante	Alguns minutos por estação dependendo da densidade da nuvem e do tamanho do objeto
Tempo de Processamento	Longo	Não tão longo
Tempo de resposta	Longo	Em tempo quase real
Controle de qualidade	No campo, só é possível examinar a imagem fotográfica, se a câmera for digital	Imediata após a coleta da nuvem de pontos
Efeito de perspectiva	Quanto menor a distância focal da objetiva, maior o efeito da perspectiva	Inexistente
Iluminação	Luz solar ou artificial	Desnecessária, a menos que a textura e a cor real do objeto sejam necessárias
Oclusão	Sim, porém parcialmente contornável	Sim, contornável
Custo dos equipamentos e software	Baixo	Muito elevado

(1) Não incluído o tempo de preparo da poligonal nem do apoio de campo, que podem ser longos, dependendo das dimensões do objeto

Foram obtidas catorze (14) nuvens de pontos, das quais algumas são apresentadas abaixo.



Figura 5 – Modelo 3D do Paço Imperial. Nuvem de pontos modificada pela justaposição de imagem fotográfica de baixa resolução no trecho à esquerda da fachada principal

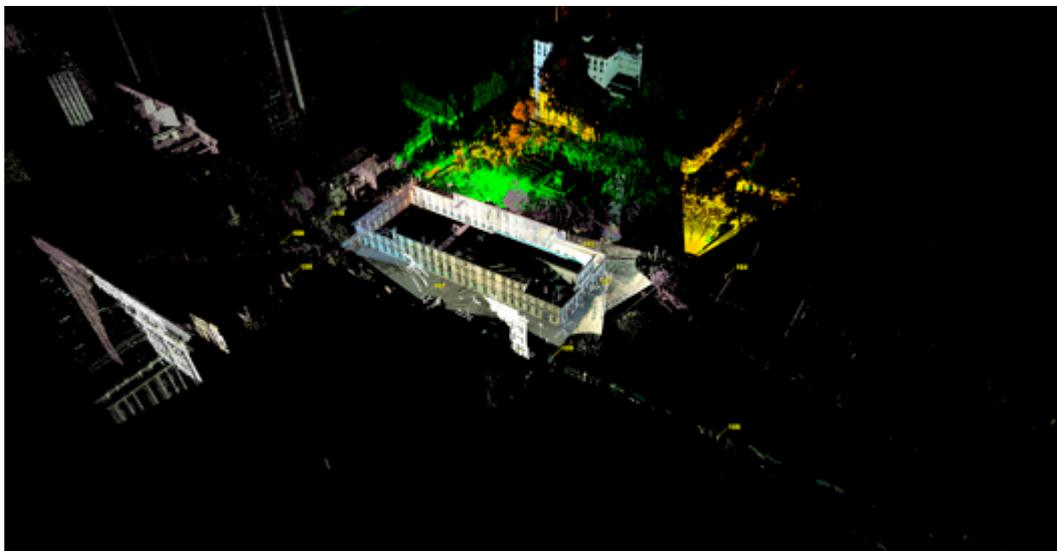


Figura 6 – Visão geral da Praça XV de Novembro, tendo o Paço Imperial no centro. Essa imagem nos faz supor ser possível estudar o espaço público no entorno de edificações históricas.

#### **4 - Conclusão**

Ambos os dois métodos não só atendem as exigências de documentação patrimonial como podem e devem ser utilizados conjuntamente, sobretudo quando a imagem e o modelo 3D precisos do objeto que está sendo documentado é fundamental. Ou, quando menos, que a varredura a laser se faça acompanhar por uma cobertura fotográfica de alta resolução.

#### **5 – Agradecimentos**

Agradecemos à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ pelo financiamento das pesquisas que originaram esse artigo, entre elas “O Centro da Cidade do Rio de Janeiro: suas Ruas, Edificações e Espaços Públicos mais significativos – Documentação através de Metodologias Tridimensionais” (KOATZ, 2009) e O Uso de Metodologias Tridimensionais para o Estudo das Ruas, Edificações e Espaços Públicos no Rio de Janeiro” (KOATZ et ali, 2010).

## 6 - Referências

BARBER, D., MILLS, J. **3D Laser Scanning for Heritage**. English Heritage, Newcastle, Inglaterra, 2007. 44p.

BÖHLER, W. e HEINZ, G. **Documentation, Surveying, Photogrammetry**. Anais do XVII Simpósio do Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetônica. Recife, 1999. CD-ROM.

BÖHLER, W., MARBS, A. **3D Scanning Instruments**. Proceedings do Simpósio do Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetônica. WG6 Scanning for Cultural Heritage Recording. Corfú, Grécia, 2002. CD-ROM

GOMES, C. J. M et al. **Anteprojeto do Cadastro Fotogramétrico de Monumentos Históricos do Brasil**. Salvador: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, 1995. CD-ROM.

JUNIOR, C. D. A. P. **Fortificações Históricas no Brasil. Documentação, Difusão e Turismo Cultural**. Recife: Anais do XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, 1999. CD-ROM.

LAGERQVIST, B. **Conservation Information System. Photogrammetry as a Base for Designing Documentation in Conservation and Cultural Resources Management**. Universidade de Gotemburgo, Instituto de Conservação. Suécia, 1996. Dissertação de Doutorado.

\_\_\_\_\_. **A System Approach to Conservation and Cultural Resources Management. Photogrammetry as a Base for Designing Documentation Models**. Anais do XVII Simpósio do Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetônica. Recife, 1999. CD-ROM.