



Estudo de soluções para visualização e simulações do projeto em Planejamento Urbano: a Lagoa Rodrigo de Freitas.

Aurélio Antonio Mendes Nogueira¹

Marcelo Knörich Zuffo²

Roseli de Deus Lopes³

Cristina Grafanassi Tranjan⁴

Série Estudos e Debates n° 45

Outubro de 2006.

(1 e 4) Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola de Belas Artes

Depto. de Técnicas de Representação

(2 e 3) Universidade de São Paulo/Escola Politécnica

Laboratório de Sistemas Integráveis

Depto. de Engenharia de Sistemas Eletrônicos

{ aurelio, mkzuffo, roseli }@lsi.usp.br

crisgtranjan@globo.com

SÉRIE ESTUDOS E DEBATES

Nova Série

A Série Estudos e Debates, publicação do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – IPPUR, divulga trabalhos inéditos no campo do Planejamento Urbano e Regional. As opiniões emitidas nos textos são de inteira e exclusiva responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente o ponto de vista do IPPUR.

Corpo Editorial:

Ana Clara Torres Ribeiro
Fânia Fridman
Pedro Abramo
Hermes Magalhães Tavares

Direção:

Adauto Lúcio Cardoso – Diretor
Luciana Corrêa do Lago – Vicediretora e Coordenadora de Ensino
Rainer Randolph – Coordenador de Pesquisas e Projetos

Colaboraram na produção deste trabalho:

Ana Lúcia Ferreira Gonçalves – Bibliotecária
Maria Luiza Cavalcanti Jardim – Bibliotecária

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – IPPUR

Prédio da Reitoria, 5º andar, sala 543
Cidade Universitária – Ilha do Fundão
Cep: 21941-590 – Rio de Janeiro – RJ
Tels.: (21) 2598-1676
Fax: (21) 2598-1923

E82 Estudo de soluções para visualização e simulações do projeto em planejamento urbano : a Lagoa Rodrigo de Freitas / Aurélio Antonio Mendes Nogueira ... [et al]. – Rio de Janeiro : Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, 2006.
21 p. : il. color. ; 30 cm. – (Série Estudos e debates ; n. 45)

Bibliografia: p. 20-21.

1. Realidade virtual. 2. Planejamento urbano. 3. Lagoa Rodrigo de Freitas (Rio de Janeiro, RJ). I. Nogueira, Aurélio Antonio Mendes. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional.

CDD: 003.5

Estudo de soluções para visualização e simulações do projeto em Planejamento Urbano: a Lagoa Rodrigo de Freitas.

Aurélio Antonio Mendes Nogueira⁵
Marcelo Knörich Zuffo⁶
Roseli de Deus Lopes⁷
Cristina Grafanassi Tranjan⁸

(1 e 4) Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola de Belas Artes
Depto. de Técnicas de Representação

(2 e 3) Universidade de São Paulo/Escola Politécnica
Laboratório de Sistemas Integráveis
Depto. de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
{ aurelio, mkzuffo, roseli }@lsi.usp.br
crisgtranjan@globo.com

Resumo:

Este trabalho trata de um estudo para simulação, aplicação, uso e solução de algumas técnicas de Realidade Virtual (VR) no sistema de *Virtual Heritage* (HV) para modelagem de ambientes virtuais, em particular na área de Planejamento Urbano, e pretende despertar a vontade e o desejo de preservação da Lagoa Rodrigo de Freitas, situada na Zona Sul do Rio de Janeiro, RJ, cidade onde vivemos.

Palavras Chave:

Realidade Virtual (RV), Virtual Heritage (VH), Arquitetura, Visualização Tridimensional, Planejamento Urbano.

Abstrat:

This work is about a study for the application, use and solution of some used commercial techniques in the technology of Virtual Realty (RV) in the Virtual system Heritage (HV) for construction of Entered virtual environments, especially at Urban Planning, and intend to awake the wish of protect the Lagoa Rodrigo de Freitas, at the South Zone of Rio de Janeiro, RJ, the city were we live

Keywords

Virtual Reality (VR), Virtual Heritage (VH), t, Architecture, Three-dimensional visualization, Urban Planning.

1. Introdução

Este projeto vem sendo desenvolvido no Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) do Depto. de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica (POLI) da Universidade de São Paulo (USP) pelos pesquisadores e tem o apoio institucional do Instituto Victor Brecheret (IVB) para realização da pesquisa e identificação das obras públicas alocadas no projeto, do apoio acadêmico do Depto. de Técnicas Gráficas

⁵ Professor Adjunto da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Arquiteto Urbanista pela UGF em 1983, Cenógrafo, Mestre em História e Teoria da Arquitetura pelo PROARQ/FAU/UFRJ em 1995, Doutor em Engenharia Civil pela COOPE/PEC/UFRJ em 2005, Pós-doutorando em Engenharia Elétrica pela POLI/LSI/USP.

⁶ Professor livre-docente do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da USP. Engenheiro Eletricista pela EPUSP em 1988, Mestre em Engenharia Elétrica pela EPUSP em 1993, Doutor em Engenharia Elétrica pela EPUSP em 1997, Professor Livre Docente em Engenharia Elétrica, Especialidade Meios Eletrônicos Interativos pela EPUSP em 2001. Atualmente é Coordenador do Grupo de Meios Eletrônicos Interativos do Laboratório de Sistemas Integráveis.

⁷ Professora Adjunta do Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da USP. Engenheira Eletricista pela EPUSP em 1987, Mestre em Engenharia Elétrica pela EPUSP em 1993, Doutora em Engenharia Elétrica pela EPUSP em 1998. Atualmente desenvolve pesquisas no Grupo de Meios Eletrônicos Interativos do Laboratório de Sistemas Integráveis.

⁸ Professora Assistente da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Arquitetoa Urbanista pela Universidade Santa Úrsula em 1985, Mestre em Planejamento Urbano pelo IPPUR/UFRJ em 1997, Doutoranda em Engenharia Civil pela COOPE/PEC/UFRJ.

(BAR) da Escola de Belas Artes (EBA) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e conta com a troca de informações tecnológicas com o Grupo de Realidade Virtual aplicada (GRVa) do Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia (LAMCE) do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PEC) da Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O projeto em desenvolvimento se apresenta como uma proposta para a consolidação do patrimônio urbano, com o estudo da Lagoa Rodrigo de Freitas, situada na Zona Sul do Rio de Janeiro, RJ, cidade onde vivemos. Baseia-se em um inventário sobre as ocupações irregulares deste espaço, sejam elas através de aterros, construções de áreas de lazer, acréscimos de áreas de clubes ou assoreamentos, entre outros. A partir destas informações desenvolveremos uma metodologia baseada na tecnologia de Realidade Virtual (RV) e no uso, solução e aplicação em Virtual Heritage (VH) para se ter uma visão tridimensional deste espaço em vários períodos, de forma que se possa facilitar um planejamento de ações de proteção do patrimônio sob uma visão estratégica para uso de diversos profissionais com o mesmo interesse nesta área.

Serão geradas panorâmicas de 360° e modelos tridimensionais com o uso de vários aplicativos para representar s diversos períodos, e para que este projeto possa ser publicado nos meios tradicionais impressos e em multimídia conjugada de hipertextos, imagens e panorâmicas tridimensionais e WEB, possibilitando com este material de estudo da utilização das técnicas de Realidade Virtual (RV) para visualização nas cavernas digitais da USP/POLI/LSI, e posteriormente levando para outros centros de visualização.

Neste contexto, os pesquisadores procuram relatar a seguir parte de suas pesquisas divididas entre: os objetivos específicos do projeto, um resumo da evolução do bairro da Lagoa, breve conceito de Realidade Virtual (RV) e do Sistema *Virtual Heritage* (VH) e as possíveis técnicas comerciais a serem aplicáveis ao projeto.

2. Objetivos específicos

A responsabilidade pelo Patrimônio cultural é de todos nós, seja na comunidade, na cidade, na região ou na nação e devemos cuidar para que ela seja preservada como uma herança para futuras gerações. No que tange ao patrimônio cultural, muitas vezes é renegado a um segundo plano em sua conservação, seja por desleixo, falta de conhecimento, de interesse ou de aporte financeiro pelos que ocupam cargos no poder público.

Esta conservação ocorre na maioria das vezes por pressão de uma comunidade que sabe do valor e a representatividade deste patrimônio, conseguindo que se realizem obras ou intervenções para sua preservação, quase sempre bancadas financeiramente pela iniciativa privada que, por sua vez, obtém incentivos fiscais, e a vinculação da sua imagem junto à comunidade pela divulgação nos diferentes meios de comunicação.

Porém, a questão do patrimônio cultural (histórico, artístico, arquitetônico e ambiental), deve ser levada a sério em todas as esferas (municipal, estadual e federal), e o cidadão deve se conscientizar de que o patrimônio tem de ser integrado no dia a dia de todos, com as demandas e necessidades de uma cidade, não como uma lembrança isolada de um tempo passado, mas sim fazendo parte ativamente da vida coletiva.

Todos os assuntos de interesse de uma cidade devem ser discutidos pela comunidade e pelos seus representantes das administrações públicas, pois juntos podem compartilhar decisões que levam a aprimorar um planejamento urbano e valorizar o seu patrimônio cultural.

Neste processo de planejamento urbano e de proteção do patrimônio cultural devem ser consideradas tendências, forças e oportunidades, franquezas e ameaças e propor condições que fortaleçam os pontos positivos e que os negativos sejam amenizados ou solucionados. As considerações devem priorizar projetos concretos e realistas, que levem em consideração questões técnicas, institucionais, financeiras, soluções duradouras e abrangentes, e incorporar às ações de preservação atividades relacionadas à educação patrimonial.

Desta forma pretendemos, com a realização deste trabalho, dar continuidade pela relevância do tema, em uma implementação futura com o desenvolvimento dos ambientes sintéticos da Lagoa Rodrigo de Freitas, com as ocupações irregulares em diversos períodos da sua existência, proporcionando a vários usuários, em qualquer parte, informações relacionadas a evolução do bairro em questão, e com visualização tridimensional, dados e imagens; criar uma inclusão digital e cultural; resgatar a memória urbana; elaborar um instrumento de investigação com arquivos de imagens, formar um centro público de fóruns e debates lineares para fomentar a comunicação entre usuários; promover a formação técnica de educadores e de instrutores à distancia; estimular o desenvolvimento de outros aplicativos.

3. A Evolução do bairro da Lagoa

Quando da fundação da cidade do Rio de Janeiro, as terras em torno da Lagoa de Sacopenapan eram exploradas pelos franceses para a extração do pau-brasil. Sacopenapan era o nome da praia de Copacabana, mas abrangia também Ipanema, Leblon e Leme.

Com o desenvolvimento da agricultura, o governador Antônio Salema construiu um engenho de açúcar às margens da Lagoa de Sacopenapan, local escolhido devido à proximidade com diversas fontes de água.

O engenho, denominado de Engenho de El Rei, foi posteriormente vendido a Diogo de Amorim Soares, que o vendeu a seu genro Sebastião Fagundes Varela. Esse incorporou mais terras às suas. Após algumas transações, o engenho foi herdado por Rodrigo de Freitas, por casamento com a filha do então proprietário. Quando do seu falecimento, herdou as terras o seu filho João de Freitas Castro, que por sua vez as deixou a sua esposa. Posteriormente, o filho desses, Rodrigo de Freitas Mello e Castro se tornou proprietário das terras, tendo agregado mais terras às suas. A fusão de alguns engenhos fez com que se tornassem um só, o engenho de Rodrigo de Freitas, nome que se perpetuou.

Com a chegada da Corte de Portugal ao Rio de Janeiro, D. João VI se encantou com a região, criando o Real Jardim da Lagoa Rodrigo de Freitas, no mesmo lugar onde havia sido instalada a Fábrica de Pólvora, destruída por um incêndio e transferida para a Serra da Estrela, em 1831. O Jardim Botânico e a Fábrica dividiram o mesmo espaço, durante um tempo, fato analisado da seguinte forma:

A criação do Real Horto Botânico e da Real Fábrica de Pólvora da Lagoa ocorreram dentro do mesmo processo histórico, que a historiadora Maria Odila da Silva denominou de “interiorização da metrópole”. Ou seja, estes dois órgãos, que possuíam objetivos diferentes, mas que ocupavam o mesmo espaço físico (a área onde hoje se localiza o Jardim Botânico), surgem de decorrência do enraizamento dos interesses lusitanos no Brasil, que levam à reorganização administrativa, econômica e social da antiga colônia como sede do império colonial português. (IPHAN apud TRANJAN, 1997)

Em 1880, os limites do espelho d’água da Lagoa iam até o Largo das Três Vendas (atual Praça Santos Dummont) e o início da rua da Boa Vista (atual rua Marquês de São Vicente), com um tamanho de aproximadamente 3.800.000 m².

A expansão industrial e o surgimento de diversas indústrias têxteis na região da Lagoa atraíram para a região a mão de obra que supriria essas indústrias. Sem condições de arcar com os custos de uma moradia convencional e com o custo dos transportes, esse contingente, em sua maior parte de escravos recém libertos, se fixou às margens da Lagoa, em condições insalubres, abrindo espaço para as habitações coletivas.

As campanhas sanitárias combateram as habitações coletivas, levando à criação de leis que isentavam de impostos e outros benefícios as firmas que oferecessem habitações decentes a seus operários. Assim, surgiram as vilas operárias. Até então, ainda não se enxergava a Lagoa como um bairro onde a elite pudesse

fixar residência, uma vez que a localização das indústrias na região agravava ainda mais o problema de saneamento, despejando seus detritos diretamente às margens da Lagoa.

No governo Carlos Sampaio, foram feitas diversas obras de melhoramentos na cidade, entre elas o aterro das margens da Lagoa, numa tentativa de aliar estética à higienização e economia. Os aterros formaram as quadras hoje delimitadas pela Lagoa e a rua Jardim Botânico, incluindo as ruas Alexandre Ferreira, Borges de Medeiros e Lineu de Paula Machado. Tais aterros, se por um lado diminuíram drasticamente o espelho d'água, descaracterizando um dos mais belos cartões postais da cidade, por outro, tiveram importante papel em sua configuração urbana.

A expansão para a Zona Sul não estancou em Botafogo. O setor que partia desse bairro dirigiu-se no sentido do Jardim Botânico e Gávea e aí estancou. Relevante nesse processo foi o aterro das áreas encharcadas da Lagoa Rodrigo de Freitas e sua recuperação para uso urbano. (RIO DE JANEIRO, p. 44).

O aterro das margens baixas e alagadiças da Lagoa abrangeu uma área de 1.350.800 m², demandando um volume de aterro avaliado em mais de 5.000.000 m³. Parte dessas terras então incorporadas à malha urbana deram lugar ao Jockey Club do Rio de Janeiro.

As favelas no entorno da Lagoa (Fig. 1) só foram removidas na década de 1960. A favela da Catacumba foi removida em 1970. No período entre 1968 e 1975 foram removidas mais de 150.000 pessoas de cerca de 100 comunidades, na cidade. A Favela da Praia do Pinto, entre Lagoa e Ipanema, sofreu um incêndio em 1968, quando já estava passando por um processo de remoção, dando lugar a um conjunto de prédios para classe média conhecido como Selva de Pedra.



Figura 1 - Favela da Catacumba⁹

4. Breve conceituação de Realidade Virtual (RV)

A Realidade Virtual (RV) sofreu um enorme impulso científico e tecnológico na década de 90. Equipamentos (projetores, óculos, polarizadores, sistemas computacionais de alto desempenho gráfico e de processamento e câmeras fotográficas digitais) que antes custavam centenas de milhares de dólares, atualmente são disponibilizados em grande escala e a baixo custo. Além disto, o movimento de *software* livre tem permitido que a pesquisa e desenvolvimento em RV possam ser realizados em qualquer parte do mundo. Ao mesmo tempo, percebemos no nosso país uma rápida incorporação desta tecnologia. Atualmente o Brasil possui centros de excelência nesta área, destacando-se aqueles que atuam nos seguimentos de petróleo (Petrobras), aeronáutico (Embraer) e Automobilístico (Ford, Volks, entre outras). Cabe salientar a efervescência em outras áreas promissoras como centros e museus, cultura, entretenimento, educação, medicina, energia e previsão de tempo (ZUFFO, 2004).

⁹http://www.favelatemmemoria.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=7&from_info_index=21&infoid=8

Realidade Virtual (RV) é a tecnologia, sendo o ambiente virtual a aplicação, uso e solução. Há pouco tempo atrás não era uma tarefa muito fácil definir a tecnologia Realidade Virtual (RV), pois apresentava uma quantidade de definições, devido à natureza interdisciplinar da área (NOGUEIRA, 2003; 2005).

5. O Sistema Virtual Heritage (VH).

Virtual Heritage (VH) se apresenta como uma evolução da arqueologia virtual apontando o uso de técnicas baseadas em computação e em tecnologias de Realidade Virtual (RV), simulando uma comunidade antiga com reconstituições virtuais (fig. 2) de um *habitat* ou de edificações representativas do passado relevante da memória e da cultura de um povo (MITCHELL; PENDLEBURY, 2004).

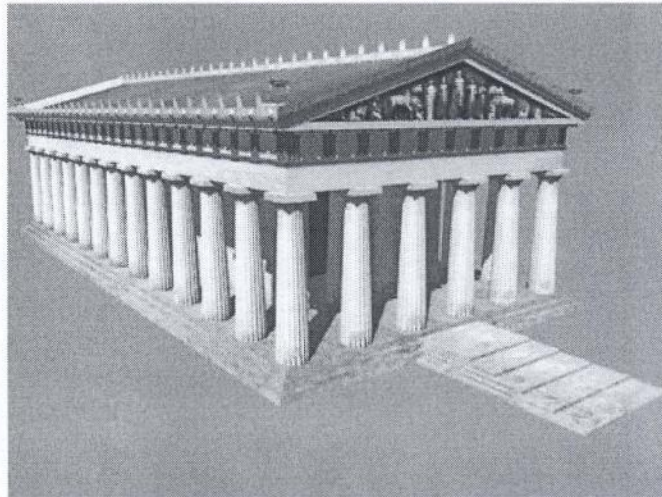


Figura 2 - Reconstruction of the Temple of Zeus

A palavra cultura pode ser definida por Ferreira (2004) como sendo o complexo dos padrões de comportamento, das crenças, das instituições, das manifestações artísticas, intelectuais, etc, transmitidos coletivamente e típicos de uma sociedade.

Nesta sociedade a cultura se constitui como a instituição mais eminente e permanente de um povo. Pode-se ainda ressaltar que uma tecnologia de ponta hoje é um marco, porém algum tempo depois é superada por uma nova, ao contrário da cultura que permanece com o passar dos tempos fortificando as raízes de um povo.

Cada povo tem o seu patrimônio espiritual que reflete sua fisionomia, fixa o seu caráter, sobrevivendo sem se preocupar de uma amnésia de seu passado, chegando a compreender seu presente sem perder em nenhum momento o seu resgate do passado num relevante sentimento de continuidade histórico.

Cultura é toda produção ou manifestação voluntária, individual ou coletiva, que vise com sua comunicação à ampliação do conhecimento (racional e /ou sensível) através de uma elaboração artística, de um pensamento ou de uma pesquisa científica (FEIJÓ, 1983).

Partindo destas premissas podemos considerar uma conceituação para cultura em quatro linhas, sendo:

- Uma sobre a definição da própria cultura;
- A segunda compreendendo como a cultura é transmitida;
- A terceira como sendo a transmissão do conhecimento cultural de um povo aos povos de uma outra cultura.
- Uma quarta pode ser usada empregando *Virtual Heritage* (VH) como a transmissão deste conhecimento cultural digitalmente pelos diferentes meios que esta tecnologia nos oferece no mundo contemporâneo.

Na criação de ambientes virtuais aplicados no sistema de *Virtual Heritage* (VH) deve-se apresentar como um considerável retrato do passado. Não se deve procurar representá-lo digitalmente como contemporaneidade tridimensional (3D) como se faz na apresentação da arquitetura promocional ou simples maquetes eletrônicas.

Criar um modelo tridimensional (3D) torna-se extremamente complexo, pois requer a reconstituição de um monumento antigo o que representa a tarefa extremamente complicada. A execução desta tarefa requer um levantamento bibliográfico detalhado do projeto, registro iconográfico da edificação ou monumento procurando uma percepção detalhada do conjunto da obra, de seu entorno urbano, equipamentos, plantas arquitetônicas iniciais e as modificações realizadas em diferentes períodos até sua situação atual, aferição exata de medidas, proporções, detalhes escultóricos de baixo e alto relevo e outros componentes da edificação, sendo estes requisitos os condicionadores da perfeição na criação da modelagem, texturas e redução de polígonos de forma a agilizar a visualização do monumento ou edificação.

One of the benefits of the information society will be easier access to cultural information, in particular multimedia information on cultural achievements. However, to realise this goal, stronger global cooperation will be needed to accelerate the digitisation of our cultural heritage and to develop coherent technical and organisational systems for management, storage and access. International cooperation in this area will provide a framework for a new consensus on protection of intellectual property, author's rights and the management and preservation of cultural and linguistic diversity (MULTI-MEDIA ACCESS TO EUROPE'S CULTURAL HERITAGE, 2003).

Os ambientes sintéticos aplicados nas reconstruções digitais para estudos de monumentos devem ser conceituados como *Virtual Heritage* (VH) se apresentando como um avanço da tecnologia virtual não devendo ser restrito a apresentações ou visitas virtuais *on-line*, mas sim, considerados para expressar todo potencial como uma ferramenta e parte do processo exploratório, onde o usuário faça questionamentos e consiga respostas para compreender o monumento explorado (BARCELÓ, 2000).

Carregados de uma mensagem espiritual do passado, as obras monumentais dos povos são, na vida presente, o testemunho vivo de suas tradições seculares. A humanidade, que cada dia toma consciência da unidade dos valores humanos, considera as obras monumentais como um patrimônio comum, e se reconhece solidariamente responsável por sua salvaguarda frente às futuras gerações, às quais ela deve transmiti-lo com toda a riqueza de sua autenticidade (CARTA de Veneza, 1964).

As reconstruções digitais de monumentos representam uma excelente ferramenta para investigações de *Virtual Heritage* (VH), onde a simulação e interatividade computacional transformam-se em um método ideal para os profissionais da área de Patrimônio Histórico e Artístico, em razão da oportunidade de ser usado para realizar visualizações tridimensional (3D) que permitem uma observação do conjunto a ser explorado e realizar experimentos dos mais diferenciados.

The cultural and scientific heritage of Europe has a significant impact on its social and economical development. Digitisation of these resources becomes then a major activity for increasing and improving access of citizens to information and for preserving European cultural heritage. Furthermore the cultural diversity of Europe can receive an important boost from the availability of digital assets, which can play a crucial point in several fields: education, tourism and media industries. They can also be very effective in promoting cultural diversity and enhancing understanding of different cultural, ethnic or religious backgrounds of communities across Europe (MINERVA EUROPA, 2006).

Uma outra fonte para uso desta ferramenta é no uso por educadores que visualizam a reconstituição em 3D como uma maneira de fazer o ensino de história mais compreensível e agradável.

Culture heritage consists of those aspects of the past that people preserve, cultivate, study, and pass on to the next generation. Those achievements are embodied in *material or "built" forms*-sites, buildings, land-use, monuments, art and objects in *non-material forms* like social practices and language. (WORLD BANK, 2003).

O *Virtual Heritage* (VH) tem muitos usos potenciais. Pode ser usado em um contexto educacional de todos os níveis escolares. Em um nível mais elevado pode ser utilizado para disseminar a informação nos campos da história e da arqueologia para pesquisadores, restauradores, arquitetos, planejadores e administradores públicos e privados, além de permitir o seu uso no turismo virtual.

Um projeto que deve ser citado é o do Museu Nacional de Belas Artes, no Rio de Janeiro (fig. 3), em fase de execução, onde pesquisadores do GRVa/Lamce/PEC/COPPE e os administradores do museu estão interessados em incorporar *walkarounds* virtuais de seus espaços *on-line* e *off-line* em outros meios como multimídias para possibilitar acesso virtual a seu acervo.

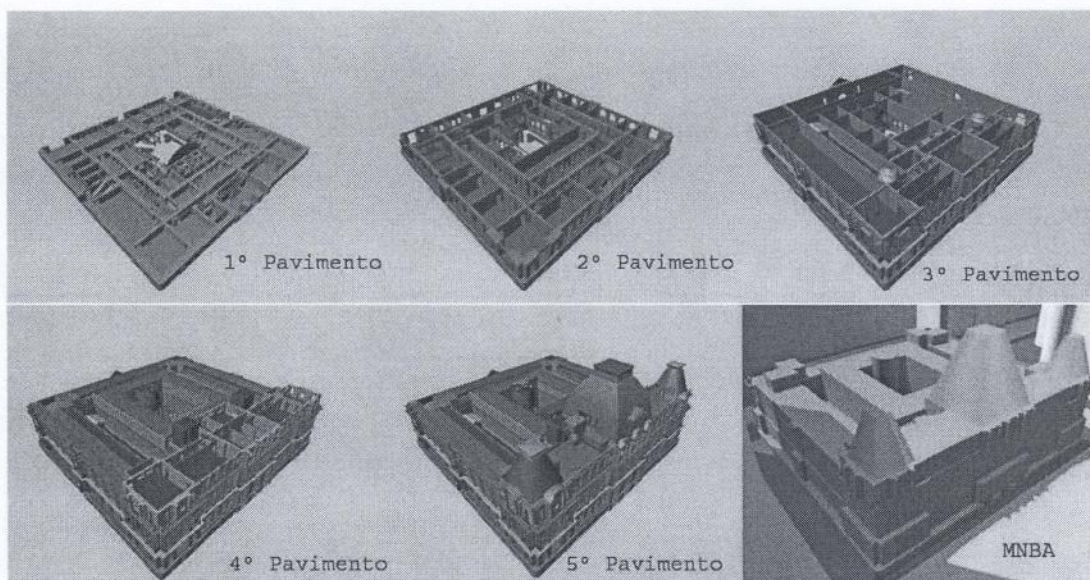


Figura 3 - Projeto Museu Nacional de Belas Artes - Interior e Exterior do Museu

Na divulgação de reconstruções digitais para os estudos de monumentos em *Virtual Heritage* (VH), se pode ter um grande aliado, que é a *internet*, que oferece um mecanismo fácil de acessibilidade ao usuário interessado em visitar determinado monumento, possibilitando de forma ilimitada a redução de ameaças e de danos ao espaço real existente, com a distribuição das informações adicionais como: hipertextos contendo material sobre o monumento e a interação com o modelo tridimensional experimentando a visita virtual ao monumento de uma maneira muito rica. Por exemplo, os usuários podem explorar o monumento virtual reconstruído digitalmente sem multidões ou filas e em seu próprio ritmo, 24 horas por dia.

É importante considerar que o modelo virtual de um monumento deve apresentar detalhes suficientemente realísticos, criando interesse do usuário em permanecer no ambiente sintético, como se pode observar no projeto Paraty (fig. 4).

Para pesquisadores da área de *Virtual Heritage* (VH) um modelo virtual pode ser usado de forma a destacar suas características importantes ou até mesmo remover as características indesejáveis, tais como objetos modernos do nosso mundo contemporâneo acrescentados por pessoas sem noção de seu valor patrimonial.

A manutenção das instituições consolidadas de grande prestígio cultural, quase todas sediadas nas capitais, traduzia a intenção política manifesta de preservar a tutela do poder público sobre o legado de cada 'cultura

nacional', mantendo-se o Estado não apenas como principal fonte de apoio e financiamento às Artes, mas também como empresário nos domínios legítimos da produção cultural (MICELI; GOUVEIA, 1985).

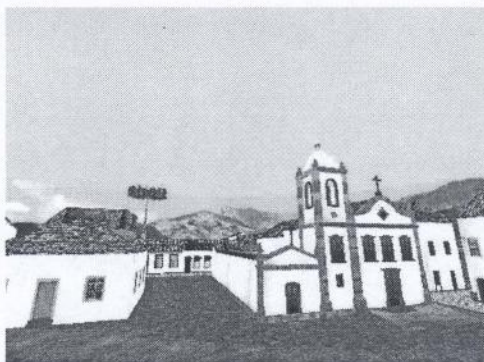


Figura 4 – Reconstrução do Centro Histórico de Paraty – Rio de Janeiro¹⁰

Os modelos digitais podem também ser usados para apresentar uma reconstituição de um monumento danificado ou refletir sobre as mudanças no seu espaço físico ou no seu entorno com o passar do tempo.

A reconstrução e aplicações em *Virtual Heritage* (VH) apresentam hoje um crescimento rápido com o uso da tecnologia de Realidade Virtual (RV), com potencial expressivo em áreas de arqueologia pré-históricas, na arquitetura de fortificações militares, na arquitetura civil, na arquitetura religiosa, cidades medievais, cidades ou monumentos destruídos em guerras ou pelo tempo. Estes modelos podem ser recriados como modelos virtuais, e devem ser examinados com possibilidade de acesso e exploração em seu interior.

A *Virtual Heritage* (VH) pode ser considerada como um dos sistemas da tecnologia da Realidade Virtual (RV), apresentando-se com a visualização de construções antigas. Mostra diversos estados de conservação provocados por vários fatores (intempéries, falta de manutenção, depredação, vandalismos, catástrofes, abandono pelo poder público e privado), de forma a observá-las e estudá-las em gerações atuais ou futuras, como podemos observar na intervenção arquitetônica realizada na Praça 8 de Maio em Coimbra em 1996, Portugal, de autoria do Professor Fernando Távora (fig. 5).

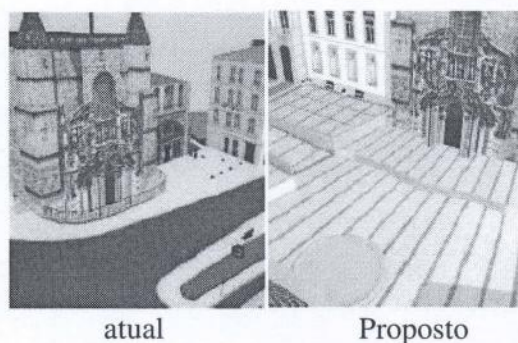


Figura 5 – Visualização de intervenção arquitetônica na Praça 6 de Maio em Coimbra

As aplicações de Virtual do Heritage (VH) têm algumas características distintas em comparação a outras aplicações de Realidade Virtual (RV). Entre elas, destacam-se:

- forma de promover a democratização, com a difusão da informação, da herança cultural de um país ou de um povo;
- meio econômico de se preservar e difundir o legado cultural de um povo;

¹⁰ Trabalho realizado em conjunto com os alunos de graduação da EBA/UFRJ e com os alunos de pós-graduação GRVa/Lamce/PEC/COPPE/UFERJ - utilizando o Editor do Unreal

- nível do realismo no que está sendo modelado de uma estrutura real do passado ou presente;
- o nível de interação do usuário;
- provisão do material suplementar através da reconstituição digital para realização de pesquisas;
- na restauração e preservação de patrimônios;
- criação de um ambiente imersivo em cavernas digitais, salas de visualização ou em Pc;
- projeto de avaliação do monumento e o seu entorno;
- forma de visualizar grandes áreas (terrenos) com vários monumentos;
- ferramenta para criar bases de dados 3D Geo-temporal;
- detecção remota e GIS para a cultura;
- aplicações em museus;
- explicações do local a ser estudado;
- exploração de maneiras novas de interagir com a informação conseguida do monumento estudado;
- exploração de um modelo tridimensional com detalhes tais como dimensões e características exatas.

6. Estudo para a aplicação, uso e solução de algumas técnicas utilizadas na tecnologia de Realidade Virtual (RV) no sistema de *Virtual Heritage* (HV).

A computação de Alto Desempenho e as técnicas fotográficas digitalizadas criaram condições para otimizar serviços e aperfeiçoar a execução de um projeto de visualização de um monumento histórico. Todavia algumas destas técnicas se apresentam ainda com custo elevado.

O Scanner 3D, de altíssima fidelidade de representação e de grande precisão, requer pessoas especializadas para ser manuseado e tem um alto custo para aquisição. Por esta razão, outras técnicas de médio e baixo custo vêm sendo desenvolvidas em várias partes do mundo com aplicativos a partir de imagens digitalizadas 2D para imagens digitalizadas 3D, diminuindo custos em ferramentas e em pessoal especializado na sua utilização.

A seguir, descreveremos as etapas necessárias para a aplicação desta técnica digitalizada no caso de fotogrametria, Panorâmicas, Scanner 3D a Laser e imagens de satélite com uso em *Virtual Heritage* (HV).

6.1. A fotogrametria

A fotogrametria trata da análise quantitativa de medidas a partir de fotografias, ou, de forma mais geral, fotogramas (fotografias, vídeos, imagens digitais, etc.).

A partir destes documentos, tecnicamente registrados na celulose e/ou em infografias, podem-se trabalhar sobre os dados obtidos em campo utilizando programas computacionais, sem a necessidade de retorno ao local de origem.

O processo fotográfico fornece informações em várias escalas do objeto de trabalho, com excelente qualidade visual e com margens de erros mínimas. Além disso, é possível medir os objetos sem tocá-los (por isso a fotogrametria tem sido denominada freqüentemente como *remote sensing*).

Uma imagem fotográfica é uma Perspectiva Central. Assim, todo raio luminoso que atinge a superfície do filme durante a exposição passa através da lente da câmera, matematicamente considerada como um único ponto – o centro de perspectiva. Com o propósito de medir os objetos da fotografia, os raios devem ser reconstituídos. Portanto, a geometria interna da câmera utilizada (definida pelo comprimento focal, a posição do ponto principal e a distorção da lente) deve ser precisamente conhecida. O comprimento focal é a distância principal, que é a distância do centro de projeção ao ponto principal do plano da imagem.

Para que seja possível gerar um modelo 3D a partir de imagens 2D, estas imagens devem ser obtidas de forma que se possa assumir algumas premissas. Assim, em fotografias, assume-se que a câmera produz uma projeção central perfeita, que não há desvio de raios de luz passando através da lente da câmera, e que a imagem no plano focal da câmera é uma superfície planar rígida. Considera-se então que a relação matemática entre o objeto e a imagem é conhecida como o princípio da colinearidade, pelo qual o centro de

perspectiva da *imagem*, um dado ponto da imagem e o ponto correspondente do *objeto do mundo* são colineares.

O princípio da colinearidade abarca os seis graus de liberdade da câmera: 3 translações e 3 rotações. Desvios da projeção central podem ser modelados como erros sistemáticos na condição de colinearidade. Dizem respeito às distorções causadas pela lente e podem ser calculados conhecendo-se este parâmetro da câmera utilizada. A partir destes fundamentos e de cálculos geométricos baseados em triangulação, se estabelece a posição dos pontos na imagem 2D em um sistema de coordenadas 3D que descreve o mundo correspondente.

Fica evidente pelo relato acima que as informações relativas à calibração da câmera são fundamentais para estabelecer estas correspondências entre pontos das várias imagens e do mundo 3D a ser modelado. Além disso, é necessário que esta calibração permaneça a mesma entre as diferentes imagens. Afinal, as ambigüidades que apenas uma imagem 2D não pode resolver, são superadas pelas informações fornecidas pelas várias imagens do mesmo espaço, mas somente se elas puderem ser colocadas em relação geométrica precisa.

Os passos fundamentais para a utilização da técnica envolvem:

- Aquisição de Imagens Fotográficas.
- Marcação e referência: localizar nas imagens obtidas as características básicas (alvos, bordas, cantos, etc.), colocando-as em correspondência e escala.
- Computação da localização 3D dos pontos correspondentes, reconstruindo a cena neste sistema de coordenadas.

Para a aquisição das imagens, dois importantes aspectos devem ser observados:

- **Posicionamento relativo da câmera na geração das diferentes imagens:** Para que as ambigüidades sejam superadas, é desejável que qualquer ponto do mundo possa estar visível ao menos em duas, se possível três fotografias, com diferentes perspectivas, a fim de permitir a interseção das coordenadas. Idealmente, portanto, para cada nível de detalhamento da cena, deve-se tirar fotos no mínimo em 3 ângulos diferentes de visão, o mais próximo possível da perpendicularidade entre eles, mas ainda mantendo cada um dos pontos fundamentais visíveis em mais de uma imagem.
- **Características da câmera:** Assim como a calibração da câmera, também sua resolução deve ser mantida constante entre as várias imagens. As fotografias podem ser obtidas por vários tipos de câmeras, sejam analógicas ou digitais. No primeiro caso, as imagens devem ser posteriormente digitalizadas, a fim de que possam ser processadas computacionalmente. Este passo pode interferir na resolução e qualidade das imagens. O uso de câmera digital, se possível, é mais indicado. É mais rápido e gera menos propagação de erros uma vez que elimina a etapa de digitalização.

O trabalho com as fotos em *softwares* de fotomodelagem envolve primordialmente a definição de linhas e superfícies da cena, a partir de marcação de pontos de referência nas diferentes imagens. Em seguida, os pontos das diferentes imagens que correspondem a pontos iguais do espaço real são assinalados, permitindo que o programa possa estabelecer relações geométricas entre eles através das especificações de resolução e de foco da câmera utilizada. Estes dados permitem estabelecer as posições de câmera correspondentes a cada imagem, estabelecendo qual a sua perspectiva. Por geometria, estes dados podem gerar as relações espaciais 3D dos pontos demarcados. As superfícies são preenchidas por transformações correspondentes nas texturas encontradas nas fotos.

Dentre os programas baseados na fotogrametria pode-se citar o Photo Modeler, Shape Capture, Canoma, Photo 3D, entre outros.

Um aspecto importante para análises e estudos posteriores da imagem é sua escala com respeito ao mundo real que representa. É importante o registro, o conhecimento da distância real entre pelo menos dois pontos que apareçam em todas as fotos. Estes pontos também auxiliam no estabelecimento da precisão da reconstrução. Este é mais um motivo para a utilização de câmeras digitais.

6.2. Panoramas

Vários panoramas não fotográficos (pinturas artísticas) foram criados na Europa dos séculos XVIII e XIX, sendo construídos no interior das edificações em paredes internas em formato cilíndrico. Quando o morador ou visitante ascendia a um outro pavimento da edificação se confrontava com a sensação de imersão.

Com a descoberta da fotografia e seu aperfeiçoamento foi possível a difusão das máquinas fotográficas, criando possibilidades de vários fotógrafos começarem a experimentar a criação de seqüências fotográficas que combinadas, formam panoramas.

Um panorama é um tipo de imagem na qual se visualiza um grande ângulo daquilo que se retrata. Que forma algum ângulo até 360°, onde o ângulo gira em torno do ponto de vista escolhido pelo fotógrafo (fig. 6).

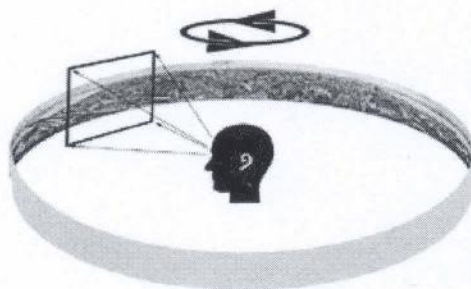


Figura 6 - O princípio de uma apresentação infinita da rotação de um panorama circular (quarto circular ou uma tela do computador e um visor do panorama).

Nesta seqüência foram desenvolvidas técnicas específicas para manipulação destas imagens fotográficas tradicionais em papel. A correção das diferentes perspectivas contidas em cada uma das fotos de uma mesma seqüência proporciona várias panorâmicas.

Com o passar do tempo e a evolução das tecnologias computacionais, as tradicionais fotografias de papel passaram a ser imagens fotográficas digitais. Nesta fase, estas imagens passaram a compor arquivos das mais diferentes extensões, tais como: jpg, tif, Tga, Png, Psd, entre outros. Para se manipular as imagens de diferentes extensões foram desenvolvidos vários programas com criação de nó¹¹, com a finalidade de atribuir determinadas funções de navegação em vários meios.

Na era digital RIGG (2005) define-se um panorama como sendo uma imagem alongada que proporciona um campo de visão maior do que se pode ver, apresentando a imagem atrás do observador (fig. 7),

¹¹ Interligação entre duas panorâmicas.

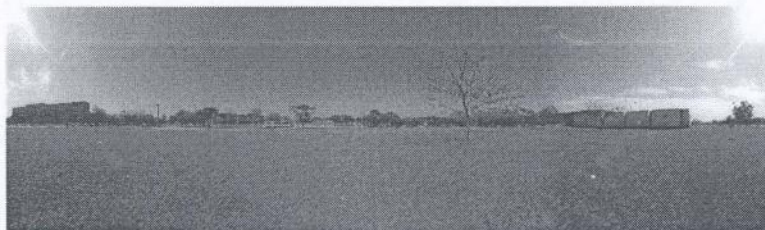


Figura 7 - Esquema ilustrativo –
Lateral ao Prédio de Letras da UFRJ¹²

Para se formar um panorama de 360° são geradas fotos tiradas em um único local (fig. 8 e 9), no qual a câmera é posicionada sobre um tripé e girada ao redor do próprio eixo.

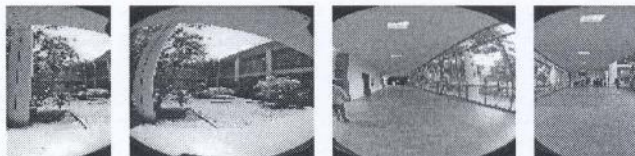


Figura 8 - Esquema ilustrativo – pátio interno do
Prédio da Reitoria da UFRJ

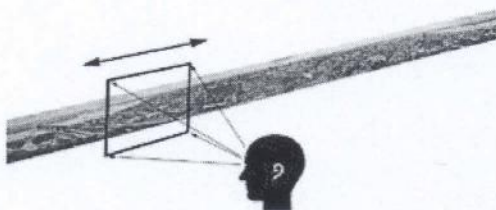


Figura 9 - Apresentação linear de um panorama circular

Nestas várias facilidades da era digital para geração e exibição deste tipo de imagem, pode-se contar com vários programas específicos de tratamento de panorama e visualização. Para exemplificar, podemos citar os programas: 3D Vista Studio v-1.8, Realviz Stiler, Quick Time VR (Virtual Reality), Factory, Vr Worx 2.0 e Pixia Pro, entre outros. O programa Quick time VR, baseia-se no Apple Quick Time que dispõe de uma série de *codec* formando uma biblioteca com padrão ISO, para exibição e produção de arquivos de vídeo digital e panorâmicas com uso de várias plataformas (Macintosh, Windows e UNIX).

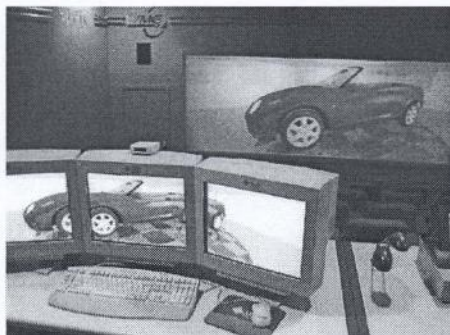
Um outro fator importante é a utilização das fotografias panorâmicas digitais em ambientes multimídias (CD-Roms, quiosques de informação ou Internet), além da possibilidade de serem impressas para serem utilizadas em publicações ou outros suportes materiais.

A técnica digital permite a utilização por leigos e especialistas, apresentando uma boa *performance*, fidelidade do ambiente real e interatividade para o usuário, propiciando passeios, através de Sala de Visualização ou Caverna digital ou até mesmo na Internet, com auxílio de um *browser* e um *plugin* em PC, (fig. 10) possibilitando compartilhar e discutir idéias para, de forma rápida e inovadora, visualizar a compreensão dos espaços.

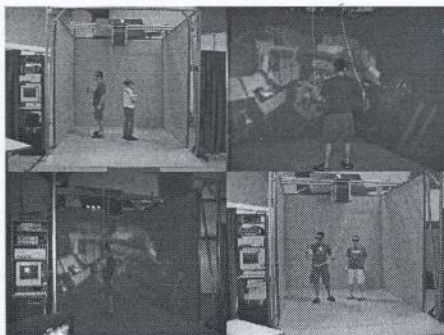
A técnica de panorama é de baixo custo, precisando no mínimo de:

¹² Produto gerado por alunos de graduação da EBA/UFRJ e publicado nos Anais VI Internacional Conference on Graphics for Arts and Design – XVII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico.

- Uma câmera digital, de preferência com armazenamento com cartão de memória e cabo serial para exportação dos arquivos de imagem para o PC;
- Tripé conjugado com uma cabeça panorâmica – Kaidan (KAIDAN, 2005);
- Computador com configuração mínima de: Windows 98, 333 MHz Intel/AMD Processador, 128 MB RAM , 50MB available hard drive space, CD-ROM drive, Video display capable of 800x600 pixels with 16 bit colors or higher.



Sala de Visualização



Caverna Digital



PC

Figura 10 - Ilustração de uma Sala de Visualização, Caverna Digital e PC

6.3. Aquisição de Imagens através de Scanner 3D

Esta aquisição de imagens é um dos meios mais eficazes para se gerar um modelo tridimensional, porém ainda proibitivos em relação a custos. Atualmente a Petrobrás (NOGUEIRA, 2002) vem se utilizando deste recurso para construir tridimensionalmente as suas plataformas (fig. 11).

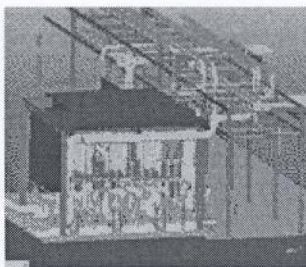
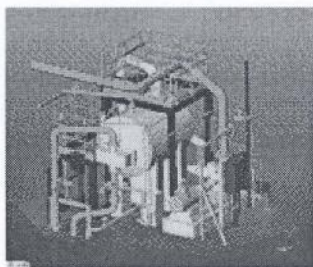


Figura 11 – Nuvens produzidas por Scanner a Laser 3D em uma plataforma offshore.

O scanner 3D é um instrumento de maior precisão, porém de custo excessivo – particularmente quando se leva em conta as dificuldades encontradas em nosso país para financiamento deste tipo de equipamento em um projeto.

Na aquisição das imagens podem-se visualizar as técnicas de contato e as de não contato, sendo que a primeira requer um contato físico com a superfície. Utilizam-se sondas de toque e aparelhos de medida que requerem o contato manual com a superfície explorada na confecção de 3D, ideal para peças pequenas, se tornando inadequados para grandes monumentos (OLIVEIRA NETO, 2004).

A segunda explora fontes de energia já existentes ou geradas pelas próprias fontes (OLIVEIRA NETO, 2004), tais como ultra-som ou radiação óptica, sendo estas dirigidas sobre a superfície do objeto, e o retorno dessa energia é medido, reconstruindo assim a geometria do objeto, destacando-se o Scanner 3D a laser (fig.12) composto de scanner, computador com programa para manipulação dos dados e tratamentos (fig. 13 e 14), ideal para monumentos de grande porte.

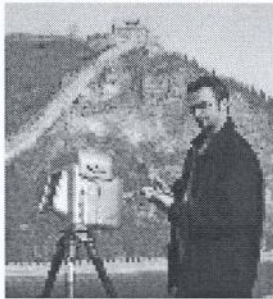


Figura 12 – Scanner a Laser 3D da Mensi

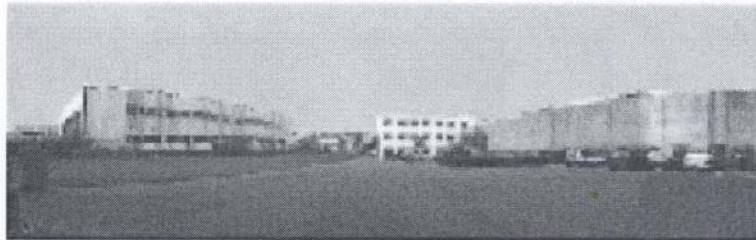


Figura 13 – Exemplo de local a ser utilizado o Scanner a Laser 3D da Mensi



Figura 14 – Nuvens de pontos realizados pelo Scanner

O Scanner a Laser 3D funciona realizando uma varredura (laser) em determinado local, como pode ser observado na seqüência acima. O feixe do laser deve ser direcionado acima de vários pontos do objeto com o objetivo de cobrir uma faixa. O sistema de varredura é diferente em função do fabricante. Os mecanismos mais conhecidos são o uso de espelhos móveis que produzem linhas paralelas ou em *zig-zag*, e o espelho em forma de polígono rotatório, que produz linhas paralelas.

Há de se destacar que nesta técnica elabora-se a geometria da superfície do monumento, através da criação de uma nuvem de pontos, fixa ou girando ao redor da edificação, com uma precisão incrível de 0.29mm. O

programa de manipulação destas nuvens de pontos será combinado e posteriormente renderizado para geração do modelo 3D (fig. 15 e 16).

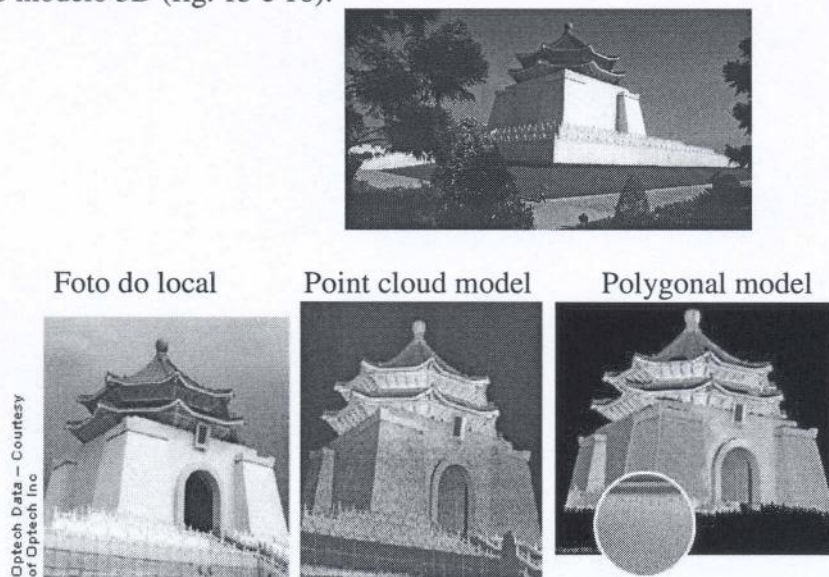


Figura 15 – Scanner a Laser 3D utilizado no monumento Chiang Kai Shek Memorial Hall, Taipei, Taiwan.



Figura 16 – Fazendo a varredura da estátua de Zeus/Poseidon com um scanner a Laser

Mesmo com a alta precisão do scanner em sua varredura para gerar o modelo 3D, após o tratamento das nuvens de pontos, algumas vezes há necessidade de se exportar esta geometria para outros aplicativos 3D (3DMax, Maya e outros), para complementar a malha 3D, de pontos obscuros que não se conseguiu capturar no escaneamento da superfície do monumento, muito comum entre as instalações e dutos nas plataformas *offshore*.

Muitas vezes, para se executar o uso do Scanner a Laser 3D em monumentos faz-se necessário uma infraestrutura para o seu uso (andaimos, plataformas móveis e fixas, além de recursos humanos especializados para operar o equipamento).

6.4. A utilização das Imagens de Satélite.

A oportunidade de se ter a terra numa observação do espaço possibilita um nível novo da compreensão e da monitoração na evolução de nosso planeta. Hoje, os satélites de observação da terra estão monitorando com sucesso parques naturais e as reservas inscritas no patrimônio cultural do mundo, através da UNESCO.

Uma geração nova de satélites (Água, Terra, Radasat, entre outros) vem oferecer uma detecção avançada, propiciando um monitoramento destes espaços e nos proporcionando imagens para o patrimônio cultural.

A Universidade Internacional do Espaço (ISU), a Agência de Espaço Européia (ESA), NASA e o Centro do Heritage do Mundo da UNESCO realizaram a convenção do patrimônio do mundo da UNESCO e de 30

anos de satélites civis de detecção remota. Foram apresentadas neste evento palestras de peritos internacionais que contribuem para os esforços de conservação do *heritage* nacional e do mundo. Assim o potencial destas imagens foi explorado na educação, derivado das bases de dados resultantes (UNESCO, 1972).

Este evento contribuiu para esforços de conservação e gerência de locais naturais e culturais, abrangendo os seguintes tópicos:

- os usos de imagens de satélites no monitoramento de locais do *heritage*, prevendo as catástrofes naturais e os acidentes feitos pelo homem que ameaçam locais que contemplem um patrimônio cultural;
- o uso de geo - posicionamento com sistemas de dados para ajudar na elaboração digital de cartografia;
- a complexidade da integração dos dados relevantes ao *heritage*, os gerenciando e organizando para uso de uma ferramenta de GIS;
- o desenvolvimento das facilidades e habilidades requeridas para armazenar os dados processados de aplicações do espaço, e também que facilitem o uso de tais dados por profissionais responsáveis pelas decisões, o público em geral e fornecedores de serviços;
- a comercialização de imagens, aplicações de satélite e como integrar ou adicionar os valores de uma série de dados na gerência de recursos culturais e naturais;
- o impacto de estudos em arqueologia e de ciências naturais na instrução.

Um exemplo deste processo é o Projeto Rio de Janeiro (fig. 17) da Universidade de São Paulo da Escola Politécnica do Laboratório de Sistema Integráveis da Caverna Digital®

Asa Delta sobre o Rio de Janeiro

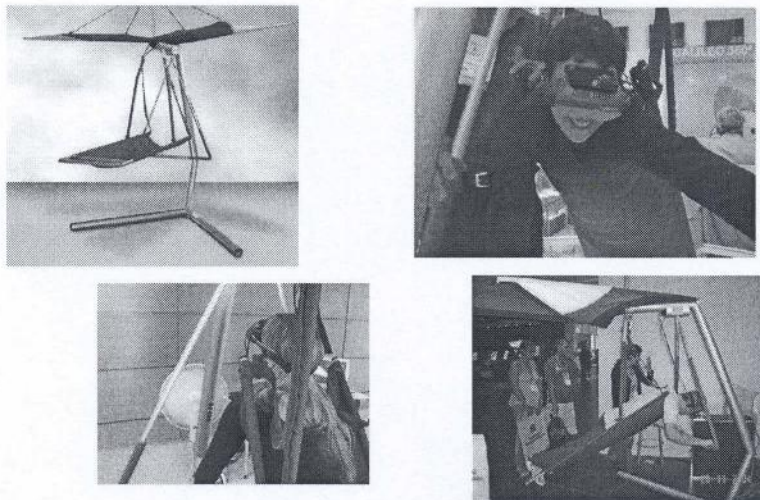


Figura 17 – Projeto Rio de Janeiro

7. Conclusão

A tecnologia de Realidade Virtual (RV), através do sistema de *Virtual Heritage* (VH) proporciona a solução, o uso, e a aplicação de ambientes virtuais para a área de patrimônio cultural, apresentando-se com destaque de inovação na área.

As técnicas aqui apresentadas proporcionam um aprofundamento no estudo do patrimônio cultural e a utilização de uma série de ferramentas de grande potencial tecnológico, algumas de baixo custo e outras de custo mais elevado, que propiciam a união de esforços nos diversos segmentos profissionais ou em empresas com diferentes especialidades que trabalham em grupos de forma cooperativa, na melhoria da pesquisa de investigação, em uma dinâmica expositiva da obra estudada, evitando deslocamentos constantes

ao local da mesma, incrementando e otimizando os trabalhos a serem realizados, para elaboração de relatórios técnicos e futuras restaurações na área de patrimônio.

8. Agradecimentos

É imprescindível agradecer especialmente à Prof^a. Daisy Peccinni, da USP/MAC, ao Laboratório Lamce da COPPE/UFRJ, através do Grupo de Realidade Virtual aplicada (GRVa) pela troca de informações em Realidade Virtual, à bibliotecária Ana Lúcia Ferreira Gonçalves pela sua paciência nos levantamentos bibliográficos, à Sra. Francesca do LSI/POLI/USP pela solução dos entraves burocráticos da pesquisa, ao grupo de pesquisadores, bolsistas de iniciação científica e aos profissionais das diversas áreas que compõem a equipe da Caverna Digital da USP/POLI/LSI, ao Prof. Agostino G. Bruzzone do Laboratório de Logística do Campus de Savona da Universidade de Genova pelo incentivo para publicar artigos e trocas de idéias sobre simulação e suas aplicações e aos professores do Departamento de Técnicas de Representação da EBA/UFRJ, pelo incentivo à pesquisa na área das artes plásticas e arquitetura.

9. Referências

BARCELÓ, A. Visualizing what might be: an introduction to virtual reality techniques. In: VIRTUAL reality in archaeology. BAR S843. Oxford: Archaeopress, 2000. CD ROM.

CARTA de Veneza de maio de 1964. In: Congresso Internacional de Arquitetos e Técnicos dos Monumentos Históricos, 1964, Veneza. Anais...Veneza, 1964.

CAXIAS, a maior estátua eqüestre desta parte do continente americano. A Noite, São Paulo, 31jun.1944.

FEIJÓ, Martin Cezar. O que é política cultural. São Paulo: Brasiliense, 1995.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Mini Aurélio século XXI: dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2002.

MICELI, Sérgio; GOUVEIA, Maria Alice. Política cultural comparada. Rio de Janeiro: FUNARTE/DESPAFINEP, 1985. Disponível em: <http://veja.abril.uol.com.br/idade/exclusivo/150502/p_067.html> Acesso em: mar. 2006.

MITCHELL, William L.; PENDLEBURY, Matthew. Reconstrução do túmulo egípcio de Menna usando o VRML. [S.l.]: Universidade Metropolitana de Manchester, 2004. Disponível em: <www.cs.dartmouth.edu/farid/publications/vaa01.pdf> Acesso em: mar. 2006.

MINERVA EUROPA. Disponível em: <<http://www.minervaeurope.org/whatis/rationale.htm>> Acesso em: mar. 2006.

MULTI-MEDIA access to europe's cultural heritage: memorandum of understanding. Disponível em: <<http://www.encore-edu.org/encore/DesktopDefault.aspx?tabindex=1&tabid=217>> Acesso em: mar. 2006.

NETO, Vitorino de Oliveira. Virtual heritage aplicado à preservação do legado cultural do Exército Brasileiro. 2004. Tese (Doutorado)-Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

NOGUEIRA, Aurélio Antonio Mendes. Uma metodologia para construção de ambientes sintéticos subaquáticos em tempo real. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

_____. Realidade virtual na arte da cenografia contemporânea: Cenários Virtuais para TV. In: SEMINÁRIO DE REALIDADE VIRTUAL, 2003, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia/ Laboratório Lamce, 2003.

RIGG, J. The guide to panoramas and panoramic photography. Disponível em: <<http://www.pinefarm.demo.co.uk/james/panoquide/>> Acesso em: mar. 2005.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Assuntos Fundiários e Assentamentos Humanos. Atlas Fundiário do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1991.

TRANJAN, Cristina Grafanassi. O processo de ocupação e mudança no uso do solo: o bairro da Lagoa no Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em planejamento urbano e regional)-Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

UNESCO 1972. Convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage, revised 1992. Disponível em: <heritagelandscapes.org/cl/china_Guidance-for-Sett.pdf> Acesso em: mar. 2005.

WORLD BANK AND GETTY TRUST PARTNER TO SUSTAIN CULTURAL HERITAGE, 2003. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/html/extdr/extme/1525.htm>>. Acesso em: mar. 2005.

ZUFFO, Marcelo Knorich. Apresentação sobre o evento. In: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY, São Paulo. Anais... São Paulo, 2004.