

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA EM 3D PARA ESTRUTURA DO TELHADO DA CEU/ UFRJ - O PROJETO RB 762 UFRJ E A CASA DO ESTUDANTE UNIVERSITÁRIO, ANTIGO HOTEL SETE DE SETEMBRO.

Maria Helena da Fonseca Hermes (*); Regina Célia de Carvalho (*); Alexandre José Leite Vidal (**); Maria Angélica Cardoso (**); Daniella Martins (*); Felipe Machado (**); Thiago Turino (*);
(*) Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ; (**) Universidade Federal Fluminense - UFF.

Introdução

O desenho em 3 dimensões da estrutura do telhado partiu como experimentação de como a idéia iria se desenvolver, tanto no uso de um novo software, como para a realização plena do trabalho. O resultado muito favorável e interativo que acreditamos ter demonstrado, foi um estímulo para desenvolver tal metodologia em outros trechos do nosso trabalho, de difícil visualização e entendimento.

Outras simulações de elementos a serem inseridos, por acréscimo ou por modificações na estrutura interna da edificação seriam uma nova e valiosa contribuição ao processo de restauração em geral, como uma nova ferramenta de apoio às decisões conjuntas entre os órgãos de tutela e aqueles responsáveis pelas intervenções no bem tombado, por pré-visualização e também por permitir o teste de novas abordagens e soluções, até distante fisicamente do objeto.

Este sistema, disponibilizado por meio do site do Projeto, seria convertido num didático sistema de acompanhamento das obras e intervenções que visem à revitalização não apenas deste caso, mas atuando na preservação e conservação de bens tombados.

Para as contratações de obras e serviços de engenharia do telhado promovidas pela FUJB em 2004, foi utilizado o projeto estrutural da CERNE Engenharia Ltda. Este projeto propunha a complementação das estruturas de novas lajes em concreto além de outras estruturas de apoio a equipamentos, necessárias ao novo uso da edificação, e para que isso fosse possível, foram feitos registros das tesouras e da cobertura do prédio principal, em plantas e vistas.

As plantas estruturais, embora contemplassem a tipologia das tesouras, não faziam referências à situação existente de conservação, tendo sido fornecido apenas um relatório geral a respeito das recomendações para substituição de peças de madeira. Para fins de execução, tornou-se necessário elaborar os registros da situação de conservação encontrada (por análise visual) para todas as peças estruturais (a previsão orçamentária das obras já contemplava a substituição total do ripamento), visando identificar as possíveis substituições de peças, intervenções e as patologias encontradas. O telhado tem área estimada de 1500 m² de projeção e quase 2000 m² de superfície de cobertura para cálculo de telhas e ripamento.

Como característica principal do telhado, realçamos sua relação com a estrutura das alvenarias do 3º e 4º pavimentos como um único sistema. Notamos que sua estrutura de madeira estava diretamente apoiada nas alvenarias, em sua maior extensão (fachada posterior), sobre um duplo frechal inserido nas alvenarias externas. Ao mesmo tempo em que suportam o peso

dos telhados de telhas cerâmicas - tipo francesas são estas as únicas peças responsáveis pela amarração/fechamento das alvenarias externas do último pavimento, já que as tesouras atravessam de uma fachada externa a outra fachada interna do prédio.

Alvenarias esbeltas internas, perpendiculares às alvenarias externas das fachadas, com mais de 5 metros de altura e em tijolos maciços, não possuem coroamento, amarração ou vigamento superior, elevando-se no 3º pavimento em direção a um forro removido desde 1997.

Trata-se, portanto de um estado estrutural singular entre as alvenarias externas e a estrutura do telhado. Se observarmos que o prédio em sua fachada longitudinal tem quase 50 metros de comprimento e que no caso da fachada posterior esta dimensão corresponde a uma longa e única água de recobrimento, fica realçada a importância da unidade do sistema acima apontado.

O levantamento produzido inicialmente, foi desenvolvido tomando-se como base os desenhos existentes. No decorrer das anotações, percebeu-se que os desenhos teriam que sofrer algumas modificações, pois não refletiam com perfeição a totalidade das características das estruturas encontradas nos telhados. Assim, todas as tesouras foram medidas e relocadas na planta de cobertura existente.

Para descrição da execução dos levantamentos é importante frisar as dificuldades, não só decorrentes das grandes dimensões conforme acima citado, mas também, por conta das inúmeras intercorências na elaboração do trabalho: a linha das tesouras nunca se situava a menos de 5 metros de altura do piso do último pavimento – grandes dimensões do madeiramento dificultam o acesso; a necessidade de no mínimo três pessoas para executar as medições com duas sobre escadas e uma pessoa anotando os dados; o cansaço físico, agravado pelo calor do verão – época em que foi feito o referido levantamento, imposto também pela necessidade de se fechar e carregar as escadas de uma sala para outra, a cada medição ou a cada conferência de medição; a pouca disponibilidade de material necessário – escadas; estado de degradação encontrado no piso do 3º pavimento em especial na área onde havia ocorrido um incêndio, assim como o estado de degradação do telhado e a dificuldade de dedicação contínua ao trabalho, que era constantemente interrompido, por ter sido feito em paralelo a outros trabalhos referentes ao projeto.

Ao final das medições era possível se chegar ao resultado de quantitativos totais ou parciais de tesouras, peças de contraventamento, cumeeiras, terças e caibramento, por telhado ou sobre o total. Para facilitar nossas tarefas, optamos por dividir a planta de

cobertura em 07 telhados e 02 mansardas. Durante as medições foram também mapeadas as simbologias utilizadas pela empresa que havia feito o controle e combate aos cupins. Os símbolos foram marcados nas próprias peças estruturais, nos pontos onde havia sido injetado o produto ativo para o controle e combate das infestações de cupins.

O resultado do trabalho exaustivo não correspondeu às expectativas, pois por muitas vezes as próprias informações colhidas em campo se superpunham, dificultando o entendimento desta ou daquela patologia ou situação estrutural. O fato de que o telhado sofreria uma reforma para a inclusão de lajes de concreto em substituição a parte de um telhado e também sob um outro trecho nos motivou a procurar formas mais didáticas de lidar com este material, para permitir um acompanhamento com perfeita visualização dos serviços, quando em execução. Por isso a importância do recurso utilizado, como teste: a simulação da estrutura de madeira em 3D.

Materiais e Métodos

Após optarmos pela apresentação do trabalho numa interface virtual em 3ª dimensão, iniciamos a transposição dos dados levantados em campo para os respectivos softwares de desenho gráfico. Primeiramente todo o levantamento do telhado foi digitalizado para os arquivos em software gráfico o que possibilitou dar a precisão necessária na hora de reproduzir a situação existente. Feita esta etapa de desenho em 2D, foi possível então importar todos os arquivos eletrônicos para o software de apresentação em 3D, pela possibilidade de interação entre as interfaces dos programas utilizados.

Com os arquivos digitalizados em 2D devidamente importados para o programa, iniciamos o trabalho de modelagem 3D. O primeiro arquivo a ser importado foi da planta baixa do 3º pavimento com a identificação dos telhados e suas respectivas tesouras e terças, além de toda alvenaria estrutural da edificação. Desta forma foi possível locar todas as peças do telhado de uma forma precisa sem distorções na hora de transpor os dados entre os dois programas.

Com a malha de todo o telhado inserida no arquivo desenhou-se sobre ela toda a alvenaria estrutural com suas alturas / pé direito que foram levantadas no local. Optou-se por deixar todas as paredes translúcidas para facilitar a visualização de toda estrutura do madeiramento do telhado.

Esta etapa do processo em 3D foi o mais simples, pela forma quase ortogonal do prédio e pela regularidade de alturas e formas das paredes. A complexidade maior de elaboração do trabalho se deu numa segunda fase, no momento de moldar todas as tipologias de tesouras que os telhados apresentam e posicioná-las no local exato. Nesta fase do trabalho, foram criados vários arquivos em 3D para cada tipologia de tesoura, ao todo foram sete tipologias encontradas, facilitando a modelagem de cada uma sem interferência de outros desenhos. Para isso foi necessário importar cada desenho de tesoura feitos em 2D e criar os volumes de cada peça de madeira que compõe cada tesoura.

Para precisar cada elemento desenhado, foram feitas medições em cada uma das peças (em média foram quatro peças por tesoura a serem medidas, além das terças, rincões, frechais e contra frechais), de todas as variadas tipologias encontradas no telhado e transferimos as medidas ao desenho em 3D (Fig. 1).



Fig. 1 - Tesoura em 3D

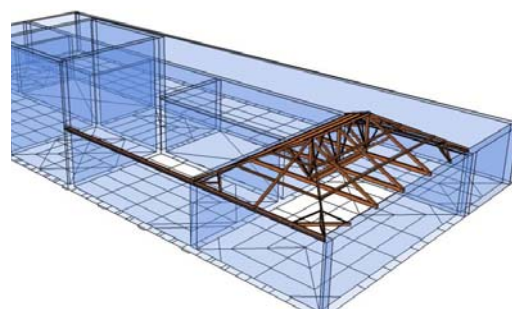


Fig. 2 - Telhado 4 isolado

Para facilitar o desenvolvimento do desenho, optou-se por dividi-lo em camadas onde poderíamos habilitá-las e desabilitá-las na medida das necessidades do desenvolvimento do trabalho deixando o campo de visão livre para o foco escolhido (Fig.2). Cada telhado foi inserido em uma camada diferente, podendo assim visualizar separadamente qualquer setor do prédio com toda a estrutura presente nesta área. A grande facilidade deste programa 3D é sua interface simples e intuitiva; a visualização de todo o processo em tempo real sem haver a necessidade de “renderização” e a facilidade de posicionar o observador e “caminhar” através do desenho de todos os ângulos reconhecendo os possíveis erros de execução.

A maior dificuldade na execução desta etapa foi chegar ao posicionamento exato de cada tesoura na estrutura geral, detalhando a ligação de todas as peças complementares da estrutura do telhado (terças, frechal, contra-frechal, rincão, cumeeira, etc.). A complexidade que envolve o processo de construção de um telhado foi transferida no momento da conexão de todos estes elementos, que foram modelados separadamente. É como se, naquele momento ressurgisse a construção inicial daquele telhado, uma verdadeira restauração virtual em tempo real (Fig.3).

A sensação de reprodução da construção real daquela etapa, mais que um exercício de estática e de estrutura transformou-se em grande oportunidade de aprendizado e de verificação de conhecimentos adquiridos.

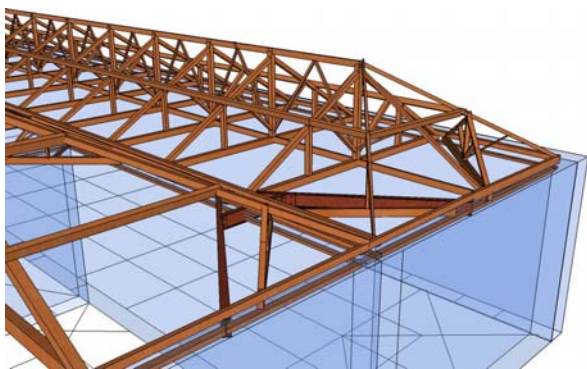


Fig.3 - Detalhe 1

O grande desafio não estava na elevação das alturas de cada peça desenhada nem em sua posição em planta baixa, pois estas medidas foram especificadas de forma exata e com fácil execução. Foram as angulações que cada peça apresenta após sua execução, que tornavam de difícil entendimento descobrir em que angulação estavam estas o que no final do desenho faria uma grande diferença no fechamento da estrutura. Diversas paradas no trabalho para estudar com exatidão cada elemento e sua exata posição tornaram-se obrigatórias, incluindo voltar ao telhado varias vezes para analisar cada problema que surgia inesperadamente, além, claro da dificuldade de lembrar com correção das posições exatas das peças apenas pelo levantamento em 2D.

O telhado do Prédio Principal da CEU apresenta uma grande diversidade de tipologias de telhados, onde praticamente todos os telhados são diferentes um do outro, apenas as tipologias de tesouras foram utilizadas com mais frequência, mas todas as medidas eram adaptadas a diferentes situações que eram apresentadas.

Resultados

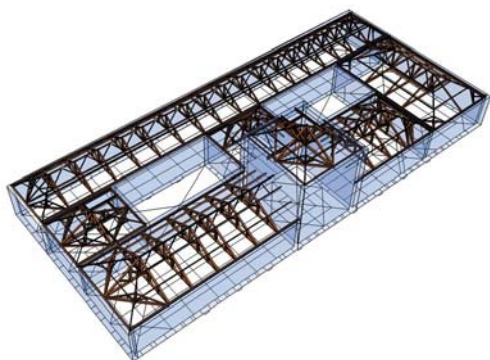


Fig. 4 – Vista superior do telhado do Hotel

Finalmente, depois de todas as peças devidamente modeladas e posicionadas, foi possível visualizar toda a estrutura do telhado (Fig.4), podendo se analisar cada setor separadamente se fosse necessário. Além e possibilidade de “N” visões e ângulos a escolher (Figs 5 a 7); desde caminhar por dentro das tesouras (Fig. 8), corta-las em várias seções (Fig. 9), ou simplesmente se situar em qualquer ponto do prédio, tendo a visão real do telhado visto de dentro, como se o observador de fato estivesse inserido no

contexto virtual e dele pudesse obter as informações que assim o desejasse.



Fig.5 – Visão interna das tesouras

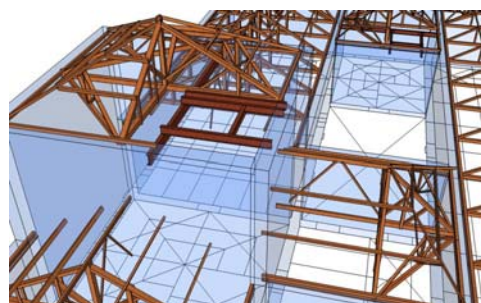


Fig.6 – Detalhe 3

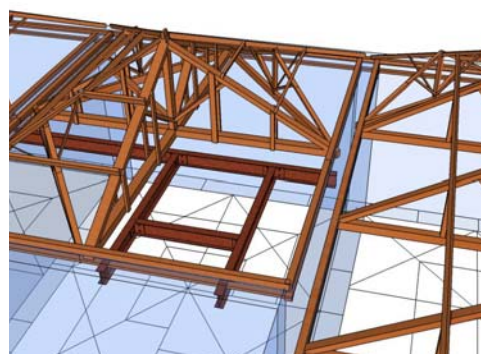


Fig.7 – Detalhe 5, inclusive estrutura metálica do elevador existente.

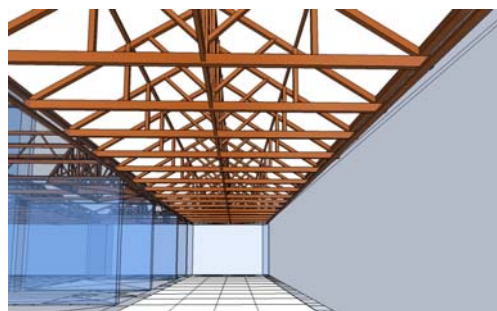


Fig.8 – Vista sob as tesouras

Demonstrar as possibilidades de uso no levantamento do estado de conservação - mapeamento de danos, a serem feitas e disponibilizadas com total transparência nas obras a serem contratadas, substituição de material e estado de conservação encontrado nas peças, antes durante e depois no

acompanhamento das obras. Associar este tipo de recurso da informática com outros recursos visuais digitais, na busca pela maior explicitação da situação encontrada no imóvel e o conseqüente uso dos recursos para sua restauração.

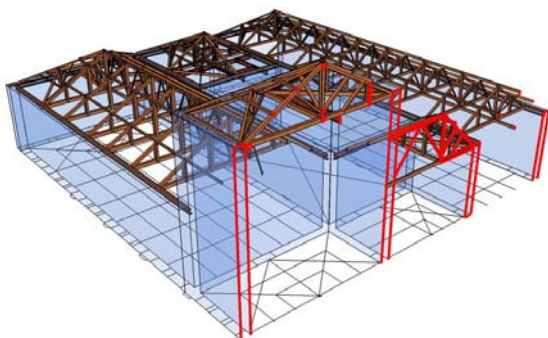


Fig.9 - Corte 1

A próxima etapa do trabalho seria a de transferir no modelo em 3D todo o mapeamento de danos executado, conforme descrito no item 2, disponibilizando todas as facilidades na hora de visualizá-los, classificá-los, identificá-los e quantificá-los, sem as limitações físicas de espaço, pois as conferências e medições poderiam ser visualizadas e acessadas de qualquer lugar, para facilidades generalizadas desde o acompanhamento pelo órgão de tutela, à direção geral de obras, aos responsáveis, patrocinadores e fiscalização, podendo ser inclusive utilizada como etapas previamente determinadas para cumprimento de planilha, com a possibilidade ímpar de acesso a todos os elementos, o que numa planta baixa não seria possível ser visto por um leigo ou até com alguma dificuldade por profissional da área (Fig.10).

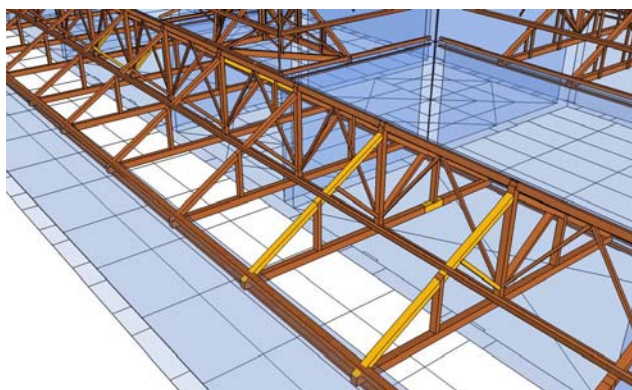


Fig. 10 - Mapeamento de danos – insetos xilófagos.

Resultados pretendidos

- 1) Demonstrar as possibilidades de uso no levantamento do estado de conservação – mapeamento de danos, a serem feitas e disponibilizadas com transparência, antes durante e depois no acompanhamento das obras.
- 2) Demonstrar as possibilidades que queríamos de montar as simulações das intervenções e/ou modificações propostas pelo projeto e suas interfaces, antes da execução no canteiro, para permitir a visualização prévia do projetado tanto nas intervenções das lajes e dos equipamentos nos telhados etc...

- 3) Com a execução do levantamento da estrutura em 3D, o Projeto de Restauro RB 762 UFRJ dispunha-se a demonstrar novas possibilidades para a visualização das intervenções propostas desde o anteprojeto, que poderiam ser experimentadas virtualmente, antes de sua contratação e/ou de sua real execução.

Demonstrar possibilidades de montar as simulações em terceira dimensão das intervenções e/ou modificações propostas pelo projeto e suas interfaces, antes da execução no canteiro, para permitir a visualização prévia das soluções propostas.

Conclusões

O levantamento físico no projeto de restauração é de fundamental importância para o seu entendimento, registro patrimonial e estudo, sendo utilizado como base para as futuras intervenções. A adequação das necessidades dos tempos atuais, sem prejudicar a sua relação com o passado poderá ser melhor analisada com este tipo de simulação.

Esta nova metodologia, ainda incipiente, poderia se tornar um eficaz método de testar novas e diferentes hipóteses que, ao serem descartadas, formam um novo conjunto de propostas e de memória uma vez que se fazem mister abandonar diversas boas e válidas opiniões e sugestões durante o longo processo de revitalização, sem prejuízo real das obras e do bem. Desta forma seria possível atender desde as análises de outros profissionais e mestres nas teorias da restauração, até mediar e/ou catalogar novas leituras do mesmo processo e, por meio deste inventário virtual elaborar um grande cadastro de contribuições. Ao divulgar um novo instrumento de pré visualização, retornamos à teoria introdutória das imagens de síntese, onde *“Ao mesmo tempo que podem não ser materiais, mas podem existir enquanto potencial armazenadas num sistema que, ao ser acionado, as tornam visíveis.”*

O desenho em 3 dimensões da estrutura do telhado foi um primeiro teste, uma experimentação de como a idéia iria de desenvolver, tanto na questão do uso de um novo software, como na realização plena do trabalho. O resultado favorável, seria um estímulo para que o mesmo esforço fosse feito em outras partes do Projeto RB 762, em que se fosse considerado necessário visualizar intervenções e/ou registros em 3 dimensões.

Outras simulações de elementos a serem inseridos, seja por acréscimo, sejam por modificações na estrutura e no layout interno da edificação, seriam sem dúvida, uma nova e valiosa contribuição ao processo como um todo, no nosso entender mais especificamente como apoio às decisões conjuntas entre os órgãos de tutela e os responsáveis pelo bem.

As dificuldades inerentes à situação de desenvolvimento e atualização de dados em linguagens específicas da informática para um grupo composto exclusivamente por arquitetos, desde os coordenadores / servidores técnicos da UFRJ, aos arquitetos e

graduandos bolsistas, absorveram um volume de trabalho representativo, ainda mais por estarmos responsáveis pelo desenvolvimento dos demais registros, suporte em campo e de pequenas intervenções que aconteciam simultaneamente aos serviços técnicos para eventos e outras atividades da UFRJ decorrentes do uso de um dos prédios já restaurado.

É importante deixar registrado que estas como tantas outras atividades, tarefas e iniciativas desenvolvidas entre 2001 e 2004 pela equipe técnica que assina este trabalho, propiciaram a alegria da descoberta associada à oportunidade de aprender e elaborar o que aqui apresentamos. Todas estas ações visavam introduzir novas ferramentas aos parâmetros de conservação e de restauração, por serem inovadoras e de inestimável valia, seja para o resgate de memória, seja para os rebatimentos novas práticas e novas interfaces de um projeto de restauração e para o desenvolvimento de tal tipologia de projetos na UFRJ. Sabe-se vir ocorrendo com a utilização de alguns dos parâmetros e metodologias desenvolvidas hoje servindo como modelo nos registros elaborados por outras equipes, da UFRJ e contratados externos.

A credibilidade do desenvolvimento de outros trabalhos de nossa autoria no mesmo período se deu na divulgação do site do Projeto RB 762 UFRJ dentro do portal da UFRJ. A repercussão da abrangência dos trabalhos realizados não pôde ter maior divulgação à época, apesar das solicitações formais da coordenação do Projeto no sentido de apresentar os resultados obtidos, pelo fato da equipe ter sido súbita e integralmente substituída ao final de 2004, seis meses após a implantação do *web site* **www.ceu.ufrj.br**.

Referências

(1) HERMES, Maria Helena e CARVALHO, Regina. in Cadernos de Registros Documento do Projeto de Restauo RB 762 UFRJ Rio de Janeiro: 2004

E-Mails dos Autores

frestauro@gmail.com
maryufrj@yahoo.com.br
reginac@wnetrj.com.br
alexandre@byduka.com.br
angelicapmc@yahoo.com.br
daniellacosta@pop.com.br
lipemachado@ig.com.br
turino@gmail.com