



TEMA 5 – Patrimônio histórico

Coberturas em edificações históricas – análise arquitetônica, estrutural e de durabilidade

Luiz Carlos Mendes^{1,a}, Líbia da Costa Lourenço^{2,b}, Vancler Ribeiro Alves^{3,c},
João Cassim Jordy^{4,d}, Mychael Vinicius da Costa Lourenço^{5,e}.

¹D.Sc. Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, sala 360, bloco D, CEP 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

²M.Sc. Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, sala 360, bloco D, CEP 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

^{3,4}D.Sc. Universidade Federal Fluminense, Rua Passo da Pátria 156, sala 360, bloco D, CEP 24210-240, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

^a lcarlos@predialnet.com.br , ^b libialourenco@hotmail.com , ^c ribalvs@bol.com.br

^d icjordy@terra.com.br , ^e mychael@ufrj.br

Palavras-chave: Edificações históricas, coberturas, arcos, cúpulas, durabilidade.

Resumo

O homem dispendeu muitos esforços ao longo das eras para se ter uma habitação adequada, necessidade imposta pela pressão de uma natureza hostil como também a urgência de limitar um espaço próprio dentro do seu círculo de convivência. Mas as edificações históricas importantes não são direcionadas somente para a casa do homem. Elas o são também para a casa do príncipe (os palácios), a casa de Deus (templos, catedrais, mesquitas, basílicas), o túmulo (mausoléus, pirâmides) e as construções de bem público como as pontes, os pórticos, as fortificações e os aquedutos. Todas estas construções são dotadas de elementos arquitetônicos fabulosos ao longo das idades históricas. Este trabalho pretende fazer análises arquitetônica, estrutural, de transmissão de cargas e de durabilidade destes tipos de edificações, apontando para os diversos focos de deteriorações causados pelos mais diversos agentes agressivos. São apresentadas metodologias de inspeção, análise de transmissão de carregamentos em coberturas destas edificações, em especial as cúpulas esféricas, presentes nas mais belas edificações espalhadas por todo o mundo. Pretende-se apresentar propostas de recuperação, fornecendo-se assim uma contribuição para preservação da durabilidade destas edificações, tão importantes para o patrimônio cultural e artístico da humanidade.



Introdução

A casa do homem nasceu da necessidade própria em se limitar um espaço próprio em seu habitat, seja de caráter permanente ou como posse para fins concretos. Em ambos os aspectos, a função de proteção e a apropriação de um espaço estão presentes em toda casa humana e são, na realidade, complementares. A casa protege a vida do homem resguardando-o das inclemências do tempo. Ela é o lar, o fogo perpetuamente vivo, geração após geração. É a afirmação do ser do homem frente à natureza, reino de sua personalidade^[1].

O que se diz da casa é aplicável à aldeia e, em certa medida, à cidade, aos palácios, à casa de Deus, aos pórticos de entrada da cidade, às pontes e aos aquedutos.

A Figura 1 ilustra um exemplo de pórtico, o arco de Tito, imperador romano. Tal construção reflete a extensão da personalidade do homem integrada com a sua casa, a sua cidade, o seu habitat e a sua cultura.



Figura 1: Arco de Tito^[1]



Os romanos não inventaram o arco, mas alcançaram o recurso estrutural a novos patamares. Passaram a usar a forma e estruturas em revolução relacionadas com ele tais como as abóbadas semi-esféricas e os domos para sustentar os templos, anfiteatros, paredes, aquedutos, pontes, túneis, faróis e moinhos de água.

Mesmo resistindo aos séculos e dotados de uma inércia gigantesca, comparada às estruturas atuais, observa-se que as patologias inerentes ao tempo residem apenas nos deslocamentos das peças maciças de mármore ou pedra, o que não deixa comprometer toda a beleza arquitetônica do conjunto^[2].

As cúpulas históricas

Os romanos antigos conquistaram notáveis avanços na construção e na engenharia civil, principalmente pelo hábil desenvolvimento de produtos obtidos de civilizações com as quais tiveram contato. Além de usarem com maestria o tijolo cozido, telhas e pedra, aperfeiçoaram o cimento, criando um tipo que podia ser usado até mesmo sob a água. A partir do século III a.C. os construtores romanos foram os primeiros a usar o concreto de forma generalizada, em grande escala, em grandes projetos arquitetônicos e de engenharia.

A resistência do concreto e os avanços na aplicação de recursos arquitetônicos como o arco permitiram que se erguessem imensas estruturas, como o Coliseu de Roma e a cúpula do Panteão, também conhecida como Cúpula de Agripa, conforme ilustrada na Figura 2.

Esta imensa estrutura é dotada de alvéolos que vão diminuindo de tamanho à medida que sobem, dando uma sensação de maior altura, conforme ilustrado na Figura 3. Na parte culminante do arco, aparece uma abertura denominada óculo, que permite a entrada das águas das chuvas e estas são drenadas pelo piso.

Em torno do arco de revolução se encontram os anéis de concreto leve, feito com levíssimas pedras pomes que vão se estreitando à medida que se avança em direção ao topo.

Por fim, o frontão se assenta em colunas coríntias espaçadas regularmente formando a entrada clássica do panteão.

As colunas medem 14m de altura. O diâmetro da cúpula mede 43m e também apresenta a altura do óculo de 43m.

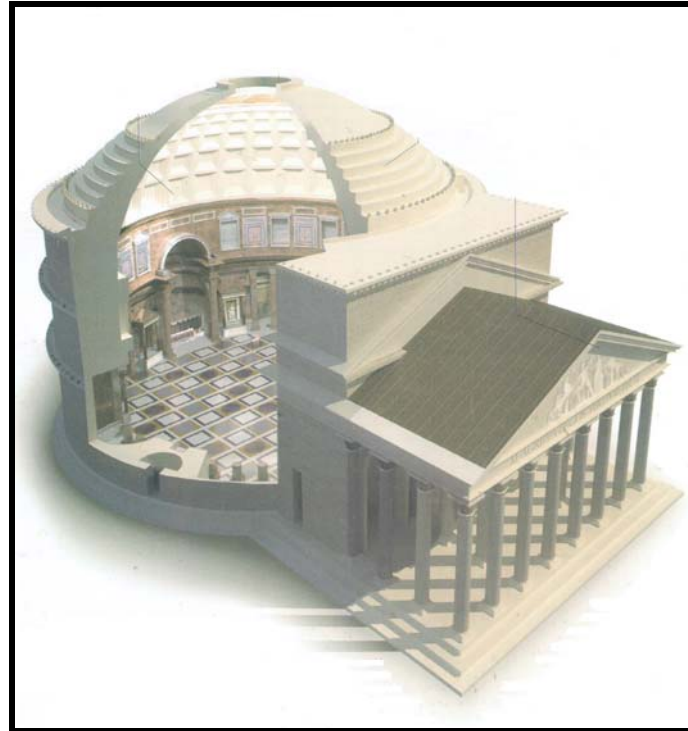


Figura 2: Cúpula de Agripa

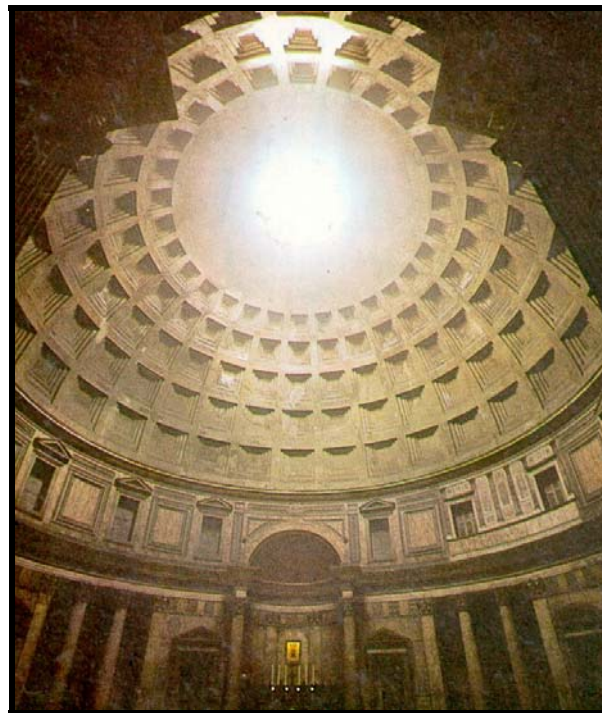


Figura 3: Detalhes do interior do Panteão



Muitos templos na Idade Média foram construídos com dimensões mais reduzidas e fundamentalmente em função da existência da relíquia de algum mártir. Este tipo de edifício de caráter funerário é chamado de *martyrium*, possuindo uma câmara baixa retangular e uma outra a que se tem acesso do exterior, onde se celebra o culto.

A Figura 4 mostra um tipo de templo funerário que apresenta um plano central, de planta de cruz grega, com cúpula sobre perxinas no centro e abóbodas de berço nos braços. Este templo é o belo mausoléu de Gala Placídia, em Ravena.

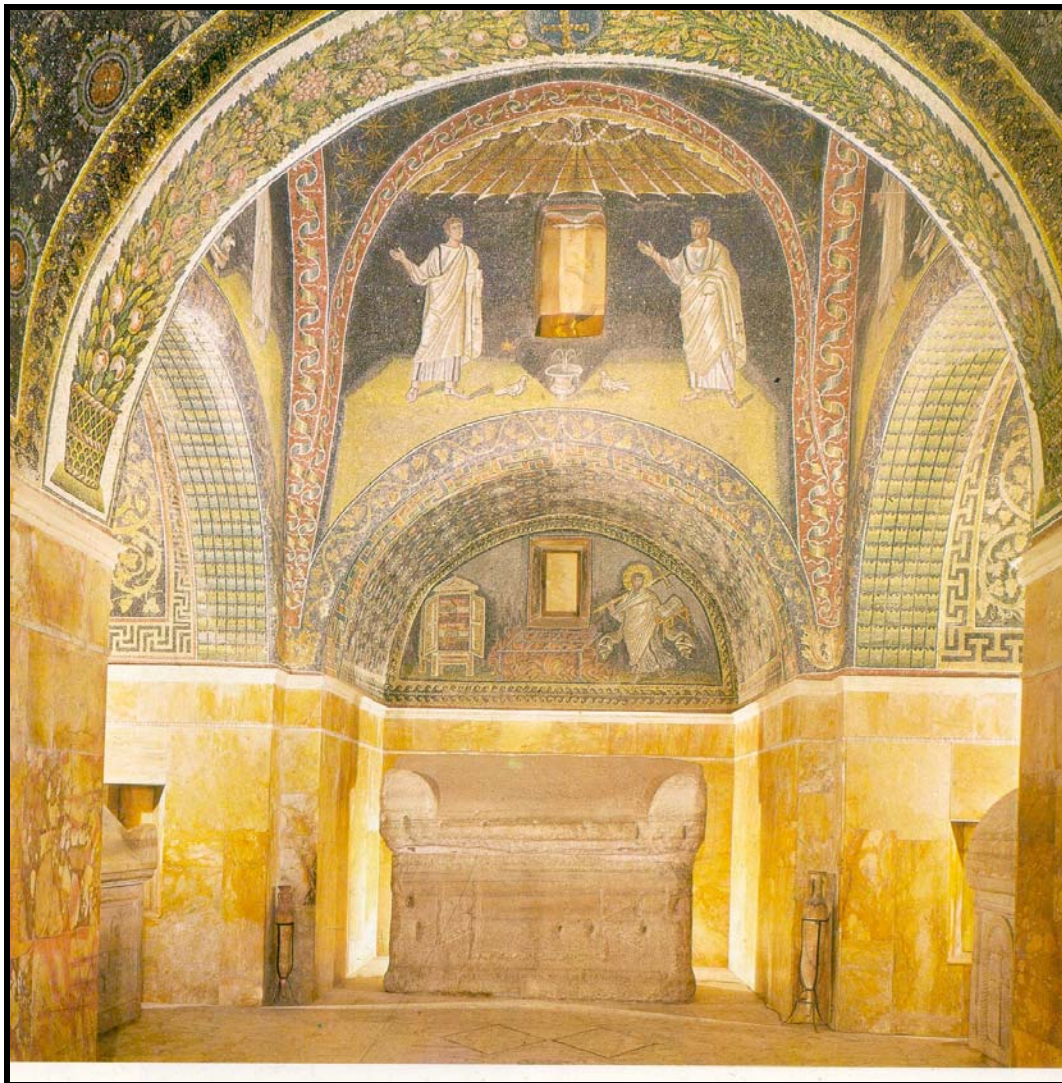


Figura 4: Mausoléu de Gala Placídia, em Ravena^[2]



A Figura 5 ilustra um modelo de casa de Deus mais primitivo, de planta circular, rotunda abobadada com abóbada anular, dotado de cúpula, que é o mausoléu de Santa Constanza, em Roma.

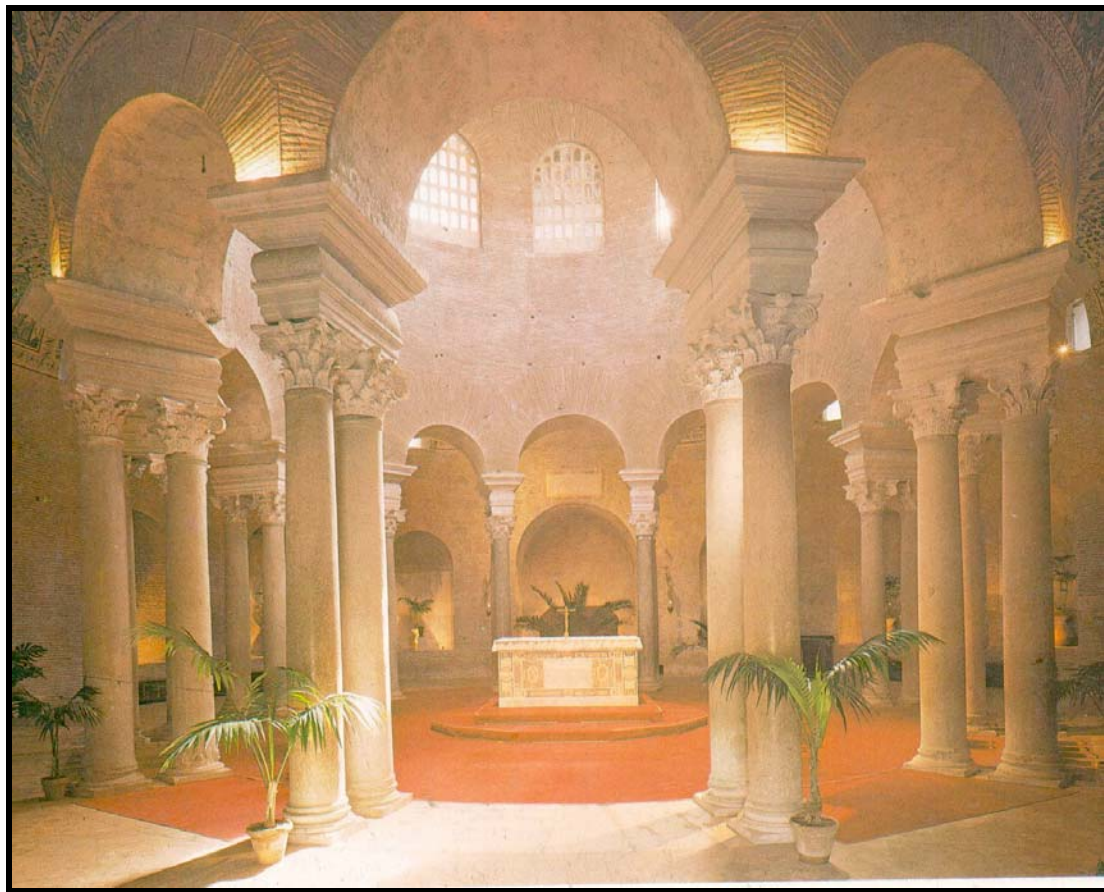


Figura 5: Mausoléu de Santa Constanza, Roma^[2]

As cúpulas na arquitetura bizantina

A fundação de Constantinopla no ano de 330 e a divisão do Império Romano em 395 são dois fatos fundamentais para a história artística neste período de transição entre a Antiguidade e a Idade Média assim como também ao longo de toda a Idade Média propriamente dita.

Enquanto no ocidente as invasões germânicas romperam a continuidade da arte romana ao introduzirem o germanismo tanto nas formas como na estética, no Oriente o Império manter-se-á até 1453, ao longo de toda a Idade Média.



A cultura bizantina arranca de uma revitalização do mundo helenístico e das velhas culturas orientais. Bizâncio serviu como centro receptor das mais diversas tendências da arte romana e das várias escolas da arte paleocristãs.

Bizâncio centrou na sua arquitetura o monumentalismo e a grandiosidade das construções. Centrou-se também na proporcionalidade dos cânones clássicos, na evocação das rítmicas composições, valorizando as cúpulas e as estruturas totalmente abobadadas bem como o efeito de claro e escuro da talha de dois planos. Houve uma valorização também da decoração policroma para ocultar as pobres estruturas de tijolo.

Foi com o Imperador Justiniano (527-565) que se empreenderam as mais famosas construções da arquitetura bizantina. As paredes são de tijolos revestidas exteriormente por lajes de pedra com relevos. Interiormente elas ocultam a pobreza com a policromia e a decoração de mosaicos, que mais tarde seriam substituídos por pinturas.

A Figura 6 mostra um exemplo de cúpula bizantina do interior da Basílica de Santa Irene ou da Santa Paz, em Istambul.

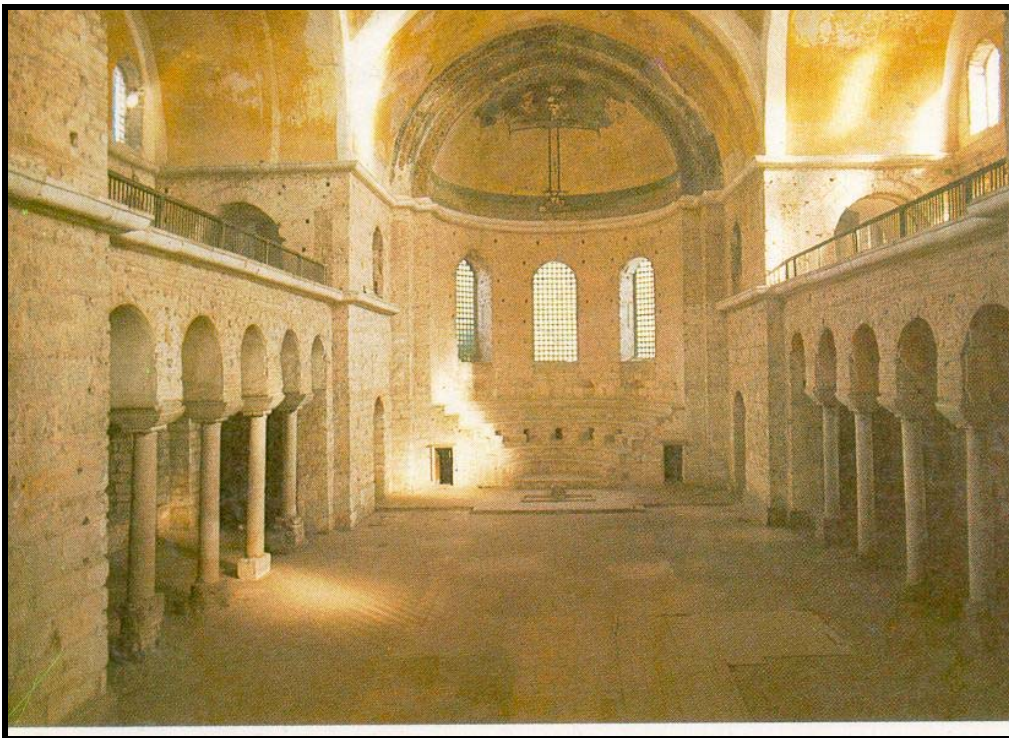


Figura 6: Interior da Basílica de Santa Irene ou da Santa Paz, Istambul^[2]

Como suporte destas construções empregam-se as colunas que se apresentam geralmente com dois tipos de capitéis. O primeiro tipo de capitel é derivado do coríntio e caracteriza-se pelas suas folhas espinhosas de acanto. Nele conseguem-se os efeitos profundos de claro e escuro ao empregar-se tanto o cinzel como o trépano. O segundo tipo de capitel é denominado capitel impósito, em forma de tronco de cone invertido cuja superfície se cobre de uma decoração vegetal contínua e uniforme com cinzel e trépano em dois planos.



A igreja de Santa Sofia, Santa Sabedoria, dedicada à segunda pessoa da Santíssima Trindade como Sabedoria Divina foi construída entre 532 e 537 sob a supervisão direta do imperador Justiniano. Ela possui uma planta retangular e é dominada (domo) pela grande cúpula central de 31m de diâmetro e 55m de altura, sobre perxinas.



Figura 7: Interior da basílica de Santa Sofia, em Istambul^[2]



A parte inferior da casca da cúpula possui uma série de janelas que se situam entre os arcos de reforço dispostos radialmente, de forma que a impressionante luminosidade dos vãos anula o efeito visual dos muros e parece que flutua no ar. Isto é perfeitamente observado na Figura 7, onde a estética é baseada na valorização do espaço segundo um eixo longitudinal dos pés à cabeceira do templo.

A igreja de São Marcos, em Veneza, foi iniciada em 1063 e terminada em 1095, e apresenta a novidade de se ter nos pés um amplo pórtico com várias cúpulas.

As Figuras 8 e 9 ilustram o interior da igreja de São Marcos, a cúpula do pórtico e o interior geral da igreja.

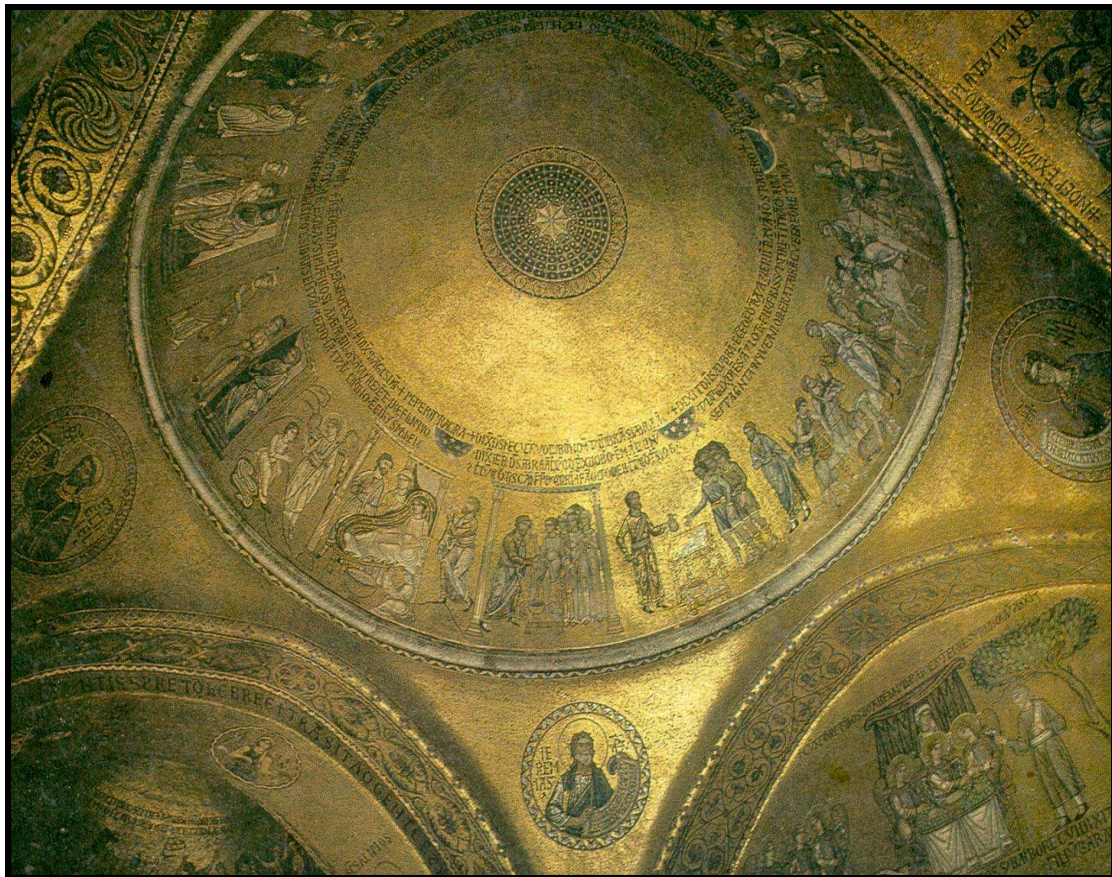


Figura 8: Cúpula do pórtico da igreja de São Marcos em Veneza^[2]

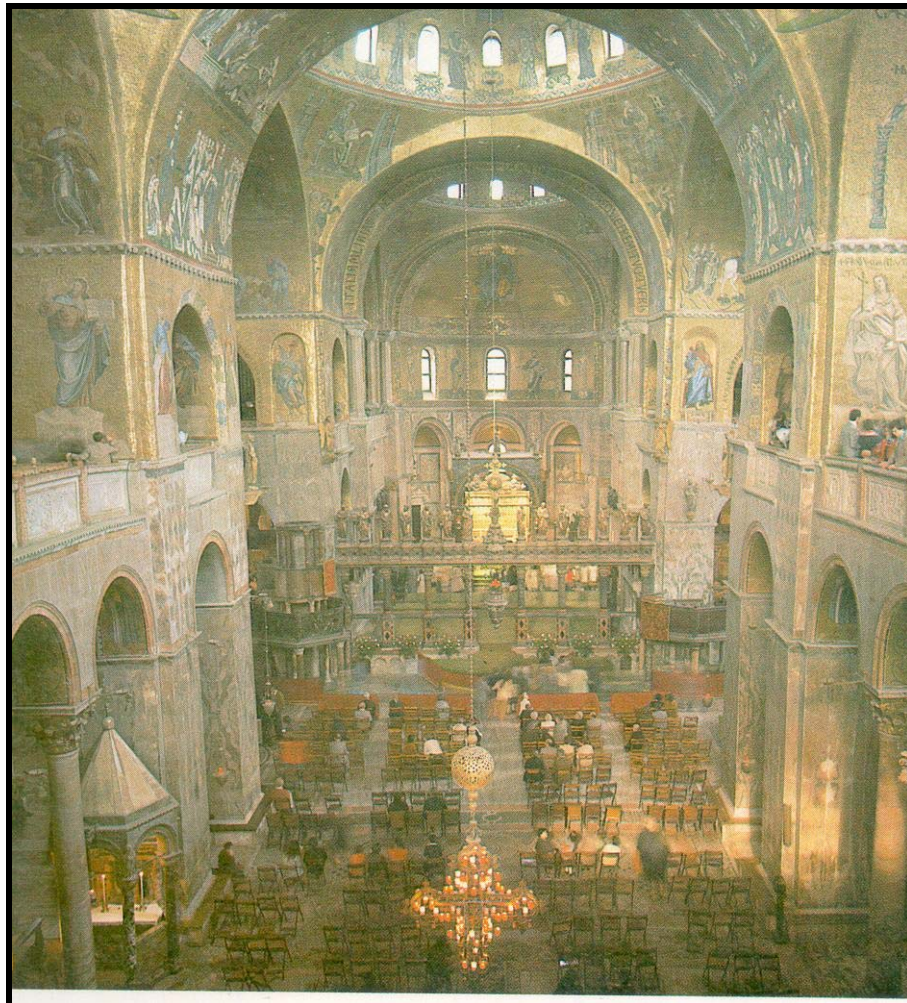


Figura 9: Interior da igreja de São Marcos, Veneza^[2]

A cúpula da maior catedral da modernidade

A maior catedral do mundo, Basílica de Nossa Senhora da Paz, foi construída entre 1987 e 1989 em Yamoussoukro, República da Costa do Marfim, África, imitando-se as linhas arquitetônicas da de São Pedro, em Roma. Sabe-se que a construção das grandes catedrais européias durou muito tempo e gerações inteiras de artesãos medievais trabalharam durante toda a vida na construção delas e nunca chegaram a vê-las concluídas. A maior igreja do mundo concluiu-se em apenas três anos, bem longe dos fornecedores de mármore, aço, concreto e vidro, materiais com os quais se construiu.

Sua cúpula é um pouco mais baixa que a de São Pedro. A coroa e a cruz de ouro que a rematam alcançam uma altura de 15m, tornando-a 21m mais alta que a de São Pedro. Mede 193m de comprimento (6m a mais que a de São Pedro) e a sua cúpula é três vezes mais larga que a de São Paulo em Londres.



A Figura 10 ilustra a vista externa da basílica de Nossa Senhora da Paz. Os vitrais apresentam uma superfície total de 7.400 metros quadrados, superando em muito a de qualquer edifício eclesiástico da Antiguidade ou da Idade Média.



Figura 10: Vista exterior da basílica de Nossa Senhora da Paz, em Costa do Marfim^[1]

A cúpula de alumínio acinzentado e anodizado de 15m de altura teve um revestimento de estuque azul e está forrada por 29 milhões de orifícios, como se fosse uma tela, para equalizar o som. No alto há deslumbrantes anéis de vidro azul claro e escuro que dirigem a vista para o próprio centro da cúpula, onde está representada a pomba branca da paz.

As 272 colunas de estilo dórico, jônio e coríntio possuem 30m de altura e foram feitas em concreto pré-moldado para economizar tempo. Aplicaram-se métodos e técnicas modernas em toda a construção, com a finalidade principal de se criar uma estrutura de construção de estilo renascentista.

Para se elevar as peças de concreto pré-moldado para serem ajustadas sobre as colunas utilizaram-se seis guindastes sobre trilhos, conforme ilustra a Figura 11. Os materiais de construção foram importados: o granito da Espanha, o aço da Bélgica, o mármore da Itália e o vidro da França.



Figura 11: Processo construtivo da basílica de Nossa Senhora da Paz na Costa do Marfim, África^[1]



Figura 12: Processo construtivo da basílica de Nossa Senhora da Paz na Costa do Marfim – concreto armado e concreto pré-moldado^[1]



Cúpula da catedral da cidade sagrada

O Vaticano, na península itálica, é um dos menores estados do mundo, mas nele se encontra a igreja mais esplêndida e a segunda maior do mundo, a catedral de São Pedro, perdendo apenas para a Nossa Senhora da Paz, na Costa do Marfim. No local da catedral, São Pedro sofreu o martírio em 67 dC. A Figura 13 ilustra as cúpulas da catedral de São Pedro, e a imensidão do edifício construído.



Figura 13: Catedral de São Pedro, cidade do Vaticano^[1]

Os cristãos enterraram São Pedro numa simples sepultura na pendente da colina Vaticana. Mais tarde, Constantino construiu sobre sua tumba uma grande basílica que, apesar do saqueamento dos godos, hunos, vândalos e sarracenos, manteve-se em pé durante mais de mil anos.

Na época do papa Nicolau V (1477-1485), o velho edifício encontrava-se em estado de ruínas. Suas paredes estavam arqueadas, desviando-se em até 1,80m da vertical. Pareciam que estavam a ponto de se desmoronarem. Como não havia técnicas de recomposição nem de recuperação, o papa decidiu substituí-lo por um edifício novo, porém quase nada foi feito até o papado de Júlio II (1503-1513).

Este papa decidiu construir um novo São Pedro para que encarnasse a grandeza do presente e do futuro e superasse todas as demais igrejas do universo. O edifício fora projetado em forma de cruz grega, com quatro braços de igual tamanho coroado por uma magnífica cúpula central. Em 1507 colocou-se a primeira pedra, a pedra fundamental.



Em 1510 os 2.500 trabalhadores sob o comando do arquiteto Bramante terminaram os quatro colossais pilares que determinam as dimensões do ponto central. A Figura 14 mostra em detalhe a imensa cúpula da catedral de São Pedro, vista de um ângulo que também se observa um das cúpulas adjacentes.

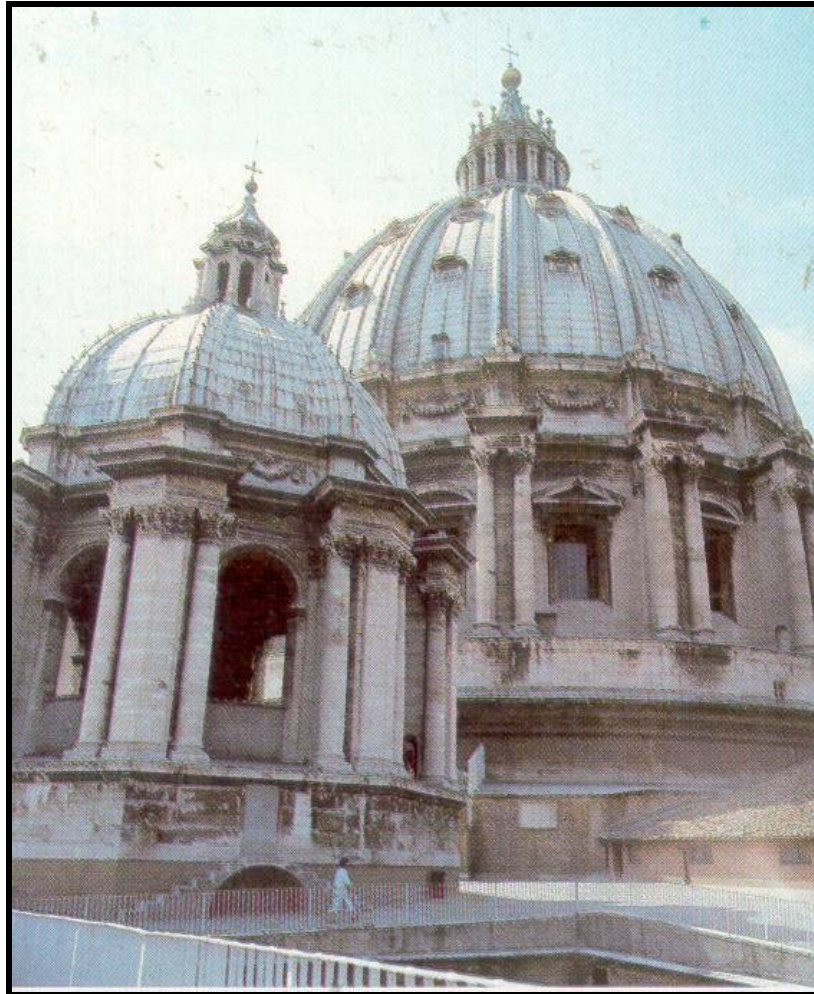


Figura 14: Detalhe da cúpula da catedral de São Pedro

Em 1514 o papa Leão X contratou o jovem Rafael como arquiteto chefe que veio a falecer logo depois em 1520. Falhas na execução das fundações provocaram recalques. Estas tiveram que ser substituídas para suportar o imenso peso daquela estrutura.

Em 1527 as obras ficaram totalmente interrompidas quando Roma fora saqueada pelas tropas espanholas. Somente em 1546 o papa Paulo III recorreu ao velho Michelangelo para que aceitasse a tarefa de concluir o tambor que sustenta a cúpula principal com total liberdade de construção, inclusive demolindo partes já concluídas. Demoraram 26 anos para se completar a cúpula. Somente em 1590 o papa Sixto V pode celebrar a missa solene de ação de graças na basílica.



A Figura 15 mostra a vista do interior da basílica, o altar papal, e sobre ele, a cúpula de Michelangelo com 138m de altura e 48m de diâmetro.



Figura 15: Interior da basílica da São Pedro^[2]



Manifestações patológicas em cúpulas históricas

A patologia das estruturas de cúpulas históricas engloba as formas de manifestação, as causas e os efeitos da deterioração da estrutura com o passar do tempo. Para se fazer uma intervenção correta há a necessidade de se ter elevado conhecimento das técnicas de construção e dos materiais que foram empregados. As manifestações mais freqüentes devem ser levantadas, pois elas possibilitam um melhor diagnóstico e um bom projeto de restauração.

Os principais problemas das cúpulas históricas têm como consequência a degradação da aparência da estrutura, perda da rigidez e resistência da estrutura e a diminuição da vida útil da estrutura^[3].

No aspecto que se refere à aparência podem se citar as manchas, as eflorescências, as estalactites, as fissuras e as deformações excessivas na estrutura da cúpula^[4].

Na presença de fissuras ocorrem as percolações das águas das chuvas que permitem destacamento e desagregação do material que compõe a cúpula associado aos revestimentos. No caso de uma cúpula metálica a corrosão generalizada ou localizada são os principais fatores.

Todos estes fatores associados atingem um nível muito crítico de comprometimento da estrutura da cúpula e impedem a continuação do uso da estrutura.

Manifestações patológicas em cúpulas de tijolos e pedras

A durabilidade é reconhecida tanto para as pedras e o adobe quanto para tijolo maciço, porém ocorrem muitas manifestações patológicas específicas quanto aos cuidados na produção, execução e manutenção.

As causas intrínsecas são aquelas inerentes à própria construção e da natureza do material. As falhas são decorrentes do intemperismo e do desgaste do material. Podem ser de natureza de fatores naturais e de fatores humanos.

Nos fatores naturais a ação da água é o principal agente deteriorante da estrutura porosa que compõe o material, visto que a propriedade de higroscopicidade de se variar o volume em contato com a água é a principal impulsionadora das manifestações patológicas. O desgaste e a fixação da umidade são os maiores fatores responsáveis pela diminuição da vida útil. A alternativa básica para se conter este tipo de patologia é a criação de um sistema de proteção às intempéries. Algumas cúpulas da antiguidade e medievais o possuem desde a construção.

Cúpulas de tijolos pertencentes a edificações antigas que possuem proximidade às regiões litorâneas estão sujeitas à ação dos sais que geram fatores de deterioração. Os sais transportados em estados líquido ou gasoso penetram no material através dos poros e migram para a superfície, onde se cristalizam, dando origem aos fenômenos de eflorescência ou da criptoflorescência. A solução salina transita no interior da estrutura do material se agregando e tornando parte da estrutura. Com a variação da temperatura do



ambiente ocorre o processo de evaporação da água e os sais atingem a superfície dos tijolos havendo cristalização, e, por conseqüência, variação de volume e geração de tensões. Na eflorescência os cristais ficam sobre a superfície e causam a fragmentação da mesma. Na criptoflorescência os cristais de sais ficam abaixo da superfície causando a expulsão de camadas inteiras.

Quando se encontram tijolos cozidos com barro contendo cal, há a formação de eflorescências de carbonato ou sulfato de cálcio. A solução para o tratamento das superfícies destes tijolos seria um tipo de reboco de recuperação, que se constitui de uma argamassa com adição de produtos hidrófugos, que proporciona ao material a capacidade de repelir a água, retendo os sais e possibilitando a transposição de vapor d'água pelo seu elevado número de poros.

As características de porosidade e homogeneidade presente nas pedras podem favorecer o surgimento da cristalização dos sais solúveis presentes na estrutura interna da pedra e na água de composição da argamassa das juntas. Em virtude da evaporação da água e da capilaridade, estes sais são levados até a superfície e se cristalizam, causando um esforço mecânico de dentro pra fora danificando assim as zonas superficiais.

Nos fatores humanos as causas envolvem a produção do tijolo e a execução da cúpula.

A indicação da composição da mistura dos materiais influencia muito na produção de bons blocos, pois os solos com muita argila produzem adobes ou tijolos maciços que fissuram muito durante os processos de secagem e armazenamento. Estes por sua vez podem dar o surgimento de muitas manifestações patológicas, pois com o calor excessivo ocorre uma violenta desidratação, o que resulta em fissuramentos dos blocos.

O emprego inadequado de materiais que compõem a cúpula apresenta alto grau de incidência de manifestações patológicas, pois se observa o desconhecimento da terra como material de construção. O traço inadequado da argamassa de recomposição prejudica a interação entre os blocos, causando fissuras, deslocamentos e desagregação.

As tensões na superfície da cúpula são determinadas pela ação mútua que exercem entre si, formando uma rede de compressão. Quando alguma fatia desta rede falha ou não tem compatibilidade de trabalho ocorre uma falência na distribuição de tensões. Com isto a estrutura da cúpula precisa encontrar um próprio caminho para o equilíbrio de forças, ou seja, uma nova acomodação. Esta nova redistribuição costuma causar lesões que originam fissuras no pólo da cúpula e se dirigem até o arco de apoio. O caminho da fissura segue o encontro do tijolo com a argamassa existente, pois esta oferece menos resistência aos esforços de compressão.

As causas extrínsecas são aquelas que não estão relacionadas com o material. São induzidas por falhas na elaboração do projeto, intempéries, uso inadequado, vandalismo e acidentes.

Nas cúpulas de tijolos é necessário fazer a correta definição do traço da argamassa que seja o mais compatível e funcional, visto que ela é o elemento que faz a ligação e o assentamento dos blocos.



Quando ocorre variação nas dimensões dos blocos de tijolos, ocorre a variação do peso próprio total. A Figura 16 ilustra um exemplo de cúpula onde se observa uma real variação das dimensões dos blocos de pedra. Trata-se da estupa de Buda em Sanci, coração da Índia. A falta de previsão das cargas reais totais faz com que ocorram recalques por adensamento no solo, visto que também estava ausente uma correta inspeção de sondagem do terreno. Nestes tipos de problemas em cúpulas históricas a única solução de correção apropriada seria o reforço estrutural da infra-estrutura e da superestrutura.

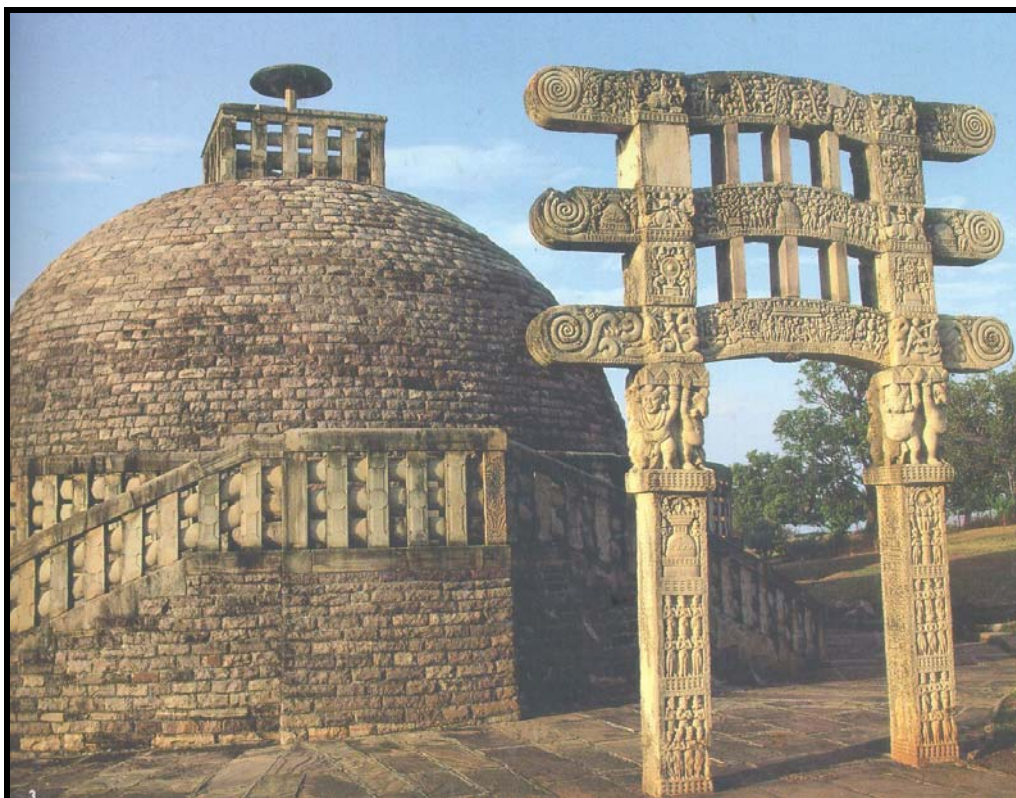


Figura 16: Cúpula de blocos de pedra da estupa de Buda em Sanci, Índia^[2]

O vandalismo é a atitude de depredação do patrimônio que causa a ação de destruição sem nenhum critério. Geralmente ocorre o roubo de blocos, o que causa danos estruturais e manifestações patológicas intrínsecas. Nas pichações a tinta se infiltra com grande profundidade nos blocos e se torna um processo difícil de retirada e restauração do patrimônio. No caso de um incêndio, as cúpulas de pedra sofrem danos consideráveis. Após serem submetidas às temperaturas elevadas e em seguida resfriadas bruscamente com jatos d'água as pedras perdem parte de suas propriedades mecânicas da formação original do conjunto pela dilatação desigual de seus minerais constituintes. Esforços mecânicos internos podem surgir e provocar sérios problemas de estabilidade estrutural.

Nos fatores meteorológicos, as águas das chuvas provocam muitos danos nos tijolos, devido à estrutura porosa de sua composição. Para se evitar



este tipo de degradação deve-se proteger a cúpula com mais de um revestimento antes do telhado.

Nos fatores acidentais, os mais significativos são as enchentes e os terremotos, pois são cargas excepcionais que não podem ser previstas nos projetos. Na situação de enchentes a resistência dos tijolos fica muito comprometida pela ação ininterrupta da água, podendo haver também retiradas parciais da argamassa de vedação existente entre os tijolos. A variação do lençol freático local leva à perda de estabilidade das fundações, proporcionando recalques e solapamentos. Tais fenômenos culminam com o aparecimento de fissuras e trincas na cúpula decorrentes da nova redistribuição de carregamentos. O terremoto pode ser o abalo de maior intensidade levando a cúpula ao risco total de instabilidade e colapso.

A formação de biodeterioração ocorre através de microorganismos pela formação de biofilmes que são a união de certos microorganismos com produtos metabólicos^[5]. São os mais comuns as bactérias, as algas, os líquens e os fungos. Alteram-se as cores das camadas superficiais como as escuras e esverdeadas e acarretam a fragilização destas camadas com microfissuras e desagregação. As sementes trazidas pelos pássaros dão origem ao crescimento da vegetação de pequeno porte nas fissuras ou nas falhas do sistema construtivo da cúpula. A remoção desta vegetação deve ser cuidadosa, devendo ser retirada pela raiz, para evitar a desagregação das argamassas de assentamento. A eliminação total só deve ser feita após a completa secagem desta vegetação.

Metodologias, técnicas e procedimentos de recuperação das cúpulas históricas

Os procedimentos de segurança que são comuns a vários materiais, desde que eles sejam elementos comuns de uma mesma intervenção de restauro são apresentados de uma forma geral, mas devendo ser incorporados novos procedimentos em função das peculiaridades que cada obra requer^[5].

O escoramento adequado é o procedimento inicial mais importante de uma obra de restauro. Ele deve atender às normas de segurança para a execução dos trabalhos, sejam em obras de cúpulas, arcos, paredes, muraturas de pedra e de muitos outros. No caso de cúpulas deve-se conhecer o funcionamento estrutural singular em relação às obras de suporte e de elementos comuns.

A execução dos trabalhos deve ser feita sempre em trechos pequenos, de acordo com o tipo e a extensão das manifestações patológicas, levando-se em conta retração das argamassas e a distribuição correta de cargas para se obter a uniformidade na acomodação e na amarração dos materiais.

As argamassas novas devem possuir seus traços testados e serem adequadas ao material de recomposição, com espessuras nas juntas sempre inferior a 5mm. Deve-se molhar bem a parte antiga da construção e se empregar novos materiais de maior resistência que os antigos para a reposição dos trechos afetados, tomando-se muito o cuidado de não se descaracterizar a cúpula e sempre fazer as amarrações da obra nova com a obra antiga.



Quando se emprega o concreto armado para costuras ou introdução de elementos de reforço, faz-se necessário seguir as normas de execução do material. As armações e os traços indicados devem possuir uma margem de segurança acima do normal, pois é muito difícil se estimar as características estruturais e a capacidade resistente dos materiais das edificações antigas.

Conclusões

A conservação e a prevenção dos patrimônios históricos devem obedecer a um plano de manutenção e uso de acordo com as manifestações patológicas apresentadas em cada caso, evitando-se que graves interferências no aspecto estético e funcional da construção venham ocorrer. O uso da construção precisa sempre ser planejado e previsto através da capacidade física do imóvel. Toda a intervenção em cúpulas de tijolos ou de pedras deve ser tomada de forma cuidadosamente correta e elaborada por profissionais especializados. Caso contrário tal operação poderia resultar em graves prejuízos, tornando o imóvel em muitas das vezes irrecuperável. Deve haver uma larga conscientização bem como a formação de uma tradição cultural em cada lugar em que estas edificações se encontrem, no sentido de que sejam preservados a memória histórica, o pleno conhecimento do valor histórico do imóvel e o patrimônio que ele representa para a humanidade.

Referências

- [1] M. I. B. Carvalho: *Construções Fabulosas*. Ediciones Del Prado, Madrid, (1995), ISBN: 84-7838-688-2.
- [2] F. C. Gotilla; P. Antón; A. Pascual; M. D. Rodenas; J. M. Azcarate: *História Geral da Arte*. Carroggio S. A. Ediciones, Madrid, (1995), ISBN: 84-7838-580-0.
- [3] J. C. Jordy: Desempenho e avaliação dos serviços de impermeabilização aplicados em edificações. Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense - UFF. Dissertação de Mestrado. Niterói. (2002). 488 p.
- [4] L. Mayerhofer: *Introdução ao estudo dos tetos abobadados*. Rio de Janeiro, (1953). 133 p.
- [5] C. Russo: *Lesiones de los edificios*. Salvat Editora, Barcelona. (1951). 237 p.