

## Edifícios que abrigam coleções

Willi de Barros Gonçalves, Luiz Antônio Cruz Souza e Yacy-Ara Froner

### 1. Introdução

Este caderno aborda conceitos relativos ao uso de edifícios  antigos e contemporâneos – como ambiente de guarda e exposição de coleções.

Na década de sessenta, com a *Carta de Veneza* (1964), a atenção dada ao patrimônio edificado procurou alertar sobre a problemática do crescimento urbano descontrolado. As instituições nacionais e internacionais passaram a buscar soluções para problemas específicos relativos à preservação, ocupação, uso e visibilidade de edifícios históricos.

Desse período em diante, as discussões sobre o patrimônio edificado passaram a contemplar conceitos referentes à adequação ao lugar, particularmente o lugar urbano, envolvendo questões de uso, inserção urbana e impactos sócio-econômico-ambientais, mas igualmente abordando a sua dimensão simbólica e de formação de uma identidade cultural local, refletindo desse modo as características culturais da sociedade. Encontramos as raízes das discussões relacionadas à revitalização, restauração e uso do patrimônio cultural arquitetônico na tríade formulada por Vitruvius na Antigüidade (I séc. a.C.): *utilitas* (funcional); *firmitas* (tecnológico) e *venustas* (estético-formal).

No Brasil, além da *Carta de Veneza*, outros documentos de referência para as atividades que envolvem a preservação dos edifícios históricos são: a *Carta internacional sobre conservação e restauração dos monumentos e lugares* (1964), a *Carta de Lisboa - Carta da reabilitação urbana integrada* (1995), a *Convenção de Paris - Convenção relativa à proteção do patrimônio mundial, cultural e natural* (1972), o Decreto-lei n. 25, de 30 de novembro de 1937, e o Decreto n. 1.494, de 17 de maio de 1995. (VIÑUALES, 1990; CONFEA, 2007)

Historicamente, podem-se localizar as raízes da temática da revitalização, restauração e uso do patrimônio cultural arquitetônico na tríade formulada por Vitruvius (I séc. a.C.): *utilitas* (funcional); *firmitas* (tecnológico) e *venustas* (estético-formal). Contemporaneamente, a problemática da concepção, e, conseqüentemente, da conservação dos edifícios está mais voltada para a solução dos aspectos ambientais, de sustentabilidade, ciclo de vida e eficiência energética, exigindo abordagens multi e transdisciplinares.

A maioria das instituições que abrigam acervos – etnográficos, arqueológicos, artísticos, históricos ou documentais – situa-se em edifícios que originalmente cumpriam outra função: palácios, palacetes, câmara e cadeia, e até mesmo escolas e hospitais. A apropriação desses espaços para se tornarem arquivos, bibliotecas ou museus pode ser explicada de várias maneiras. Muitos edifícios antigos convertem-se naturalmente em marcos identificadores de um lugar, constituindo centralidades urbanas. Os edifícios públicos oficiais freqüentemente cumprem um papel de instrumentos ideológicos de afirmação cultural, em diversos níveis, do local ao nacional e até mesmo mundial. Como exemplo, poderíamos citar o conjunto arquitetônico da Pampulha, em Belo Horizonte, a Praça dos Três Poderes, em Brasília, ou o Museu da Inconfidência, em Ouro Preto..

A implantação de um museu nesse tipo de edifício implica, supostamente, numa economia de recursos. É consenso que o uso e a ocupação são pré-requisitos para a preservação dos edifícios históricos, abrindo inclusive para a possibilidade da sustentabilidade quanto aos recursos necessários a sua manutenção. Por outro lado, a adaptação de um edifício para a tipologia Museu envolve uma problemática complexa, particularmente quanto aos múltiplos aspectos envolvidos na conservação preventiva do acervo, podendo exigir grande soma de investimentos iniciais na reforma do edifício para adequá-lo às exigências que as diversas atividades realizadas em um museu impõem.

Apesar dessas relações engendradas desde o século dezenove, a partir da segunda metade do século vinte os movimentos de arte moderna passam a solicitar projetos arquitetônicos mais arrojados, visando a adequação de galerias, museus e centros artísticos às novas linguagens visuais. Do Museu de Arte de São Paulo (MASP) projetado por Lina Bo Bardi em 1958 ao projeto de 1992 do Museu Guggenheim situado na cidade basca de Bilbao, as instituições museais vinculadas às artes modernas e contemporâneas demandam para sua construção questões de uso atreladas às propostas desenvolvidas: *minimal art*; *site specific*; *land art*; *happening*; *performance*; arte conceitual e novas tecnologias impõem um

espaço mais versátil, mutante e adaptável ao novo contexto; por sua vez, a própria estetização do edifício o torna por si só um objeto artístico, tornando indispensável a correspondência entre o desenho do edifício e a sua função utilitária enquanto espaço de exposição, investigação e guarda de acervos.

Contemporaneamente, o eixo da questão tende a integrar-se à avaliação dos aspectos ambientais, de sustentabilidade, ciclo de vida e eficiência energética dos edifícios, superando as metodologias de projeto puramente funcionais e utilitárias, num extremo, ou estetizantes e decorativas, no outro.

Nesse contexto, na década de oitenta, a publicação de *The Museum Environment* (THOMSON, 1994) introduziu uma nova abordagem para a preservação: a conservação preventiva. Nesse modelo, a salvaguarda do acervo implica a consideração de um contexto mais complexo, exigindo a compreensão, na totalidade do edifício, dos fatores de desempenho ambiental – temperatura, umidade, iluminação, poluição e ataque biológico – bem como das condições físicas do edifício, incluídas aí as questões relativas aos materiais e técnicas de construção.

Seja em um edifício adaptado ou em uma construção nova, projetada especificamente para essa finalidade, as relações de uso do Museu são definidas por diversos parâmetros correlacionados: o entorno (características geográficas e climáticas); a estrutura material da edificação e suas condições; as características tipológicas do acervo que abriga e suas relações de uso (pesquisa, exposição e guarda).

Mais contemporaneamente, a metodologia de projeto em conservação tem buscado atender também outras questões ligadas ao uso e operação do edifício ao longo do seu ciclo de vida, como consumo de energia, água e outros recursos naturais (combustíveis, por exemplo) e seus impactos sócio-econômico-ambientais na vizinhança, custos de manutenção e operação, reciclagem de materiais etc. Essa problemática complexa tem sido abordada através de estratégias de projeto multidisciplinares, no campo da engenharia simultânea e da gestão do processo de projeto, superando uma perspectiva linear de produção na arquitetura.

## 2. Planejamento e projeto como instrumentos para a conservação preventiva

## 2.1. Equipes multidisciplinares para a elaboração de projetos

Os museus, arquivos e bibliotecas são edifícios complexos. O projeto de um edifício novo ou a reforma, ampliação ou adaptação de um edifício existente para uma dessas finalidades envolve uma grande gama de informações e considerações técnicas, que vão desde o correto planejamento das atividades e funções que o edifício deverá cumprir, até a definição dos espaços e instalações que essas atividades irão demandar, passando por inúmeros detalhes envolvendo materiais, componentes, equipamentos e sistemas construtivos.


Esse tipo de edifício é descrito na legislação como agrupamento de edificações projetadas, construídas e ou ampliadas em uma mesma área, obedecendo a um mesmo planejamento físico integrado, ou seja, um edifício para atividades específicas com utilização de tecnologia complexa, sendo o resultado da organização de espaços construídos (abertos ou fechados) em uma mesma área física. (CREA-PR, 2007; CREA-MG, 2001).

O planejamento de um museu e a elaboração de um projeto arquitetônico para um edifício complexo novo ou para uma reforma, ampliação ou adaptação de um edifício ou grupo de edifícios complexos existentes é um trabalho *multidisciplinar*. Ele pode demandar a colaboração de profissionais de muitas áreas, como por exemplo:

- Arquitetos;
- Historiadores;
- Museólogos, curadores e *marchands*;
- Arqueólogos;
- Conservadores e restauradores (oriundos de diversas áreas, como a física, química ou belas-artes);
- Bibliotecários e outros profissionais da área da Ciência da Informação;
- Artistas plásticos;
- Fotógrafos;
- *Designers* gráficos e de mobiliário;
- Engenheiros:
  - Civis;
  - Mecânicos;
  - Eletricistas;

- Administradores de empresas e outros profissionais ligados à gestão;
- Publicitários, profissionais de relações públicas e outros da área de Comunicação.

No Brasil, a Lei define que o especialista que detém as atribuições profissionais para o planejamento e o projeto de *edifícios complexos* através da coordenação, supervisão e síntese das contribuições de equipes multidisciplinares como as listadas acima é o *arquiteto*, devido à sua formação profissional transdisciplinar, no campo das Ciências Sociais Aplicadas, envolvendo conteúdos específicos das Ciências Humanas e das Ciências Exatas.

A profissão do arquiteto em nosso país é fiscalizada pelo Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia  CONFEA, o qual articula um sistema de Conselhos Regionais – CREAs. A legislação, a esse respeito, é composta de quatro documentos principais:

- O Decreto federal n. 23.569, de 11/12/1933, que regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e agrimensor.
- A Lei n. 5.194, de 24/12/1966, que regula o exercício das profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro agrônomo e dá outras providências.
- A Resolução CONFEA n. 218, de 29/06/1973, que discrimina as atividades das diferentes modalidades profissionais da engenharia, arquitetura e agronomia.
- A Resolução CONFEA n. 1.010, de 22/08/2005, que dispõe sobre a regulamentação da atribuição de títulos profissionais, atividades, competências e caracterização do âmbito de atuação dos profissionais inseridos ao Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional.

Além disso, conforme a legislação acima, são também atribuições profissionais exclusivas do arquiteto o planejamento e elaboração de projetos arquitetônicos e obras relativos ao patrimônio cultural edificado, monumentos ou restauração de obras artísticas monumentais, envolvendo restauração, revitalização, reabilitação, consolidação, estabilização, e intervenção em bens tombados ou de interesse para a preservação de intervenções em municípios e ou regiões tombadas ou de interesse para a preservação.

Recentemente, o CONFEA publicou a Decisão Normativa n. 80, de 25/05/2007 (CONFEA, 2007), dispendo sobre procedimentos para a fiscalização do exercício e das atividades profissionais referentes a patrimônio cultural, a elaboração de projeto e a execução de serviços e obras de conservação, reabilitação, recon-

strução e restauração em monumentos, sítios de valor cultural e seu entorno ou ambiência, enfatizando que tais atividades são atribuições profissionais exclusivas do arquiteto.

Esse documento esclarece procedimentos de aplicação da legislação vigente, definindo com precisão termos como ambiência, bem cultural, entorno, monumento, patrimônio cultural e sítio de valor cultural. Define, ainda, o significado e abrangência das ações envolvidas na atividade profissional do arquiteto no campo de patrimônio: conservação, manutenção, reparação, preservação, reabilitação, reconstrução, reforma ou restauração.

A legislação brasileira define, portanto, que o arquiteto deve atuar como coordenador das equipes multidisciplinares, nas atividades de elaboração de projeto e execução de serviços e obras relativos ao patrimônio cultural edificado, monumentos ou restauração de obras artísticas monumentais.

Assim, o arquiteto é o profissional responsável pelos projetos arquitetônicos de qualquer edificação museológica, porém nem sempre atua como coordenador em projetos relacionados à Conservação Preventiva de coleções de museus, uma vez que para essa tipologia de projeto, a experiência e a qualificação específicas são determinantes. De qualquer modo, para projetos específicos direcionados à adaptação, adequação ou restauração de edifícios, este é o profissional indicado.

## 2.2. Aspectos sobre preservação a serem considerados no processo de projeto dos edifícios que abrigam coleções

O projeto de um museu, arquivo ou biblioteca envolve um grau de complexidade que exige a interação dos profissionais envolvidos visando elaborar soluções técnicas integradas para problemas que inter-relacionam diversos campos do conhecimento. Particularmente nos processos de projetos que envolvem adaptação, reabilitação, reconstrução, reforma ou restauração, uma questão central a ser discutida é como o projeto altera ou preserva as características originais da construção, com vistas a atingir aquelas soluções.

Nesse sentido, as diretrizes gerais de preservação (RAMALHO LESSA, 2004) a serem discutidas pela equipe multidisciplinar envolvem questões como:

- Preservação do uso histórico do edifício ou sua adaptação a uma nova finalidade, considerando as conseqüências em termos de alterações nas características físicas do edifício e de seu entorno ou ambiência;
- Sendo o edifício onde será feita a intervenção um registro físico de seu tempo e cultura, alterar suas características gera impactos em termos da perspectiva ou leitura histórica pela qual ele é percebido;
- A remoção de materiais históricos, elementos arquitetônicos ou de características construtivas de edificações antigas deve ser evitada, bem como a adição de elementos arquitetônicos emprestados de edifícios característicos de outras épocas;
- Elementos arquitetônicos degradados devem ser preferencialmente recuperados. Em casos extremos, o elemento novo deve ser o mais semelhante possível em termos de projeto, material, textura, cor, acabamento e outros atributos físicos. Elementos perdidos podem ser incorporados à edificação, desde que inequivocamente identificados;
- Ampliações, anexos ou alterações externas não devem interferir com a personalidade histórica do monumento;
- Por outro lado, alguns dos procedimentos condenados acima podem ser necessários para atender algumas funções ou atividades planejadas (por exemplo, se for necessário vedar uma abertura de ventilação permanente ou impermeabilizar um piso ou parede originalmente permeável). Além disso, o contraste de materiais ou técnicas construtivas em certas situações pode ressaltar os materiais e técnicas originais. Como exemplo, podemos citar o projeto de restauração do Colégio do Caraça, em Santa Bárbara–MG (Arq. Rodrigo Meniconi, 1990);
- Novas adições devem ser bem diferenciadas, mas compatíveis em tamanho, escala e características arquitetônicas, de forma a respeitar a integridade histórica da edificação;
- Tratamentos físicos ou químicos extremos, como jateamento de areia ou uso de ácidos, podem causar danos irreparáveis ao monumento, tanto pela ação direta quanto residual no longo prazo, bem como contribuir para criação de uma atmosfera agressiva, prejudicial à conservação das obras de arte, devendo, portanto, ser evitados;

- Os edifícios sofrem mudanças estéticas e de uso ao longo do tempo e cabe discutir se esta nova significação histórica é que deve ser preservada;

Na elaboração do projeto arquitetônico, a equipe coordenada pelo arquiteto deverá considerar:

- a missão institucional e as características do acervo que o edifício irá abrigar;
- a localização urbana e o impacto social da construção, bem como a segurança do entorno em relação às condições dos serviços – sistemas de drenagem, alimentação elétrica, segurança e transporte;
- os referenciais culturais e estéticos que agregam significado ao projeto;
- a articulação e adequação interna dos espaços no atendimento ao Programa Arquitetônico de Necessidades<sup>1</sup>;
- a definição dos materiais de construção e do sistema construtivo em relação aos seus aspectos arquitetônicos, funcionais, estruturais e dos sistemas de suporte de automação e segurança do edifício, elétrico, hidráulico, de comunicação (telefonia, internet, cabeamento estruturado etc.), de condicionamento de ar;
- o custo exponencial da obra.

Do ponto de vista específico da Conservação Preventiva, a equipe multidisciplinar deve avaliar o edifício adaptado em relação aos seguintes aspectos:

- a relação do edifício com o entorno, considerando os aspectos ambientais (particularmente os aspectos geográficos e climáticos), mas também os aspectos sociais e econômicos;
- fluxograma de atividades e sua relação com o Programa Arquitetônico de Necessidades a ser implantado;
- o comportamento dos materiais e sistemas construtivos, considerando sua capacidade de interação com o ambiente externo, principalmente quanto ao desempenho térmico e luminoso;
- o comportamento dos materiais introduzidos em reformas ou restaurações, considerando sua interação com os materiais originais e seu desempenho funcional, estrutural, térmico e luminoso, bem como sua apresentação estética em relação aos componentes originais;




- estanquidade das vedações e esquadrias em relação à água e ao vento;
- minimização ou eliminação do risco de ataque por pragas e microorganismos;
- aspectos relativos ao ciclo de vida e reciclagem dos materiais utilizados na construção;
- eficiência energética e sistemas de sustentabilidade do edifício (reaproveitamento e reutilização de água, aquecimento solar, eficácia da iluminação artificial e do sistema de ar-condicionado etc.).


Por meio dessa avaliação, é possível traçar um plano ou estratégia para solucionar problemas de ocupação de espaço, composição arquitetônica do edifício e adequação climática visando à conservação preventiva do acervo.

O Projeto Arquitetônico constitui a síntese de um trabalho de planejamento, através da identificação e discussão de demandas e problemas específicos de cada atividade e da proposição de soluções técnicas. Essa discussão deve se estender tanto quanto necessário, na fase de projeto, de maneira a garantir que no momento das obras de execução e, posteriormente, durante o funcionamento dos ambientes e das atividades previstos, tudo ocorra conforme planejado.

Esse procedimento metodológico rigoroso é que possibilitará a elaboração de um planejamento físico-financeiro dos custos da obra, bem como dos custos de manutenção e operação do edifício, durante todo o seu ciclo de vida.

Gehbauer (2002) apresenta um protocolo para auxiliar na elaboração do Programa de Necessidades a ser atendido pelo projeto do edifício, abrangendo:

- A) Compreensão global  visa definir, na fase inicial do projeto, o seu tipo e objetivos, bem como a situação da instituição ou empresa dona do empreendimento, os grupos de influência sobre o projeto e seus participantes;
- B) Condicionantes, objetivos e meios disponíveis  através das decisões relativas a esse item, a equipe chefiada pelo arquiteto poderá decidir como usar da melhor forma os meios disponíveis, dentro do quadro de condicionantes existentes, para que sejam atingidos os objetivos do projeto;
- C) Requisitos com relação ao anteprojeto  dizem respeito às decisões sobre os aspectos físicos do edifício.


Em relação a considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas, o Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos  CPBA<sup>2</sup> disponibiliza, entre outras fontes de consulta, 53 títulos de literatura sobre pre-

servação, traduzidos para o português, em segunda edição revisada (TRINKLEY, 2001; BECK, 1997).



### 2.3. O estado da arte da engenharia simultânea e da gestão do processo de projeto aplicada ao projeto de edifícios que abrigam coleções

As metodologias de abordagem dos problemas complexos pertinentes à indústria da construção civil no Brasil têm sido objeto de pesquisa de várias instituições do país. O estado da arte da pesquisa tem se concentrado nos campos da gestão do processo de projeto e da chamada engenharia simultânea.

Tendo em vista a coordenação e o aprimoramento dos projetos e a otimização global dos empreendimentos, a pesquisa tem tomado como referenciais o conceito e a metodologia de desenvolvimento de produtos da Engenharia Simultânea na indústria seriada, analisando as possibilidades e as adaptações necessárias para a utilização desta metodologia no setor de construção de edifícios. (FABRÍCIO e MELHADO, 1998)



A Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído  ANTAC<sup>3</sup> é hoje a agremiação acadêmica que centraliza o esforço de promoção de integração, intercâmbio e difusão de conhecimentos entre as várias instituições vinculadas à produção de pesquisa, ao fomento e à utilização de tecnologias na indústria da construção civil brasileira.

A ANTAC possui, dentre os seus grupos de trabalho, um GT de Gestão e Economia da Construção<sup>4</sup> que promove a cooperação dos profissionais interessados nessa área. O primeiro *workshop* do grupo ocorreu em 1994 e, desde então, foram organizados vários eventos nacionais relevantes. O principal encontro do grupo ocorre no Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção – SIBRAGEC.

O último encontro  III SIBRAGEC (2003) – aconteceu em São Carlos (SP), sob a coordenação da Universidade Federal de São Carlos  UFSCar, em conjunto com a Escola Politécnica da USP, a Escola de Engenharia de São Carlos – USP e a Universidade de Campinas. Também entre as atividades desenvolvidas pelo GT, está a promoção do Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, com o objetivo de fomentar a discussão científico-aplicada entre as linhas de pesquisa relacionadas à Gestão do Processo de Projeto de Edifícios e às experiências desenvolvidas no mercado.

Essa iniciativa deu origem a uma Rede Brasileira de Pesquisa e Inovação em Gestão do Processo de Projeto de Edifícios, em cuja *home page* podem ser acessadas as informações dos *workshops* realizados pelo grupo desde 2001. Dentre a produção acadêmica dos pesquisadores do grupo, podemos destacar o trabalho dos professores. Sílvia Melhado<sup>6</sup>, da Poli-USP, e Márcio Fabrício<sup>7</sup>, da EESC-USP (MELHADO, 2005; FABRÍCIO, 2002).

Ghebauer (2002) apresenta interessantes resultados práticos de uma experiência de cooperação técnica entre Brasil e Alemanha no campo do planejamento e gestão de obras. O livro contém capítulos sobre estudo de viabilidade do empreendimento, coordenação de projetos, organização de canteiros de obra, fases da obra (da fundação aos acabamentos de fachadas e coberturas), planejamento da obra, orçamento, *softwares* de controle para construção civil e sistemas de gestão da qualidade nas empresas.

Quanto a esse último aspecto, as empresas brasileiras de construção civil têm cada vez mais buscado a certificação de qualidade em seus processos e produtos, motivadas por ampliar seus mercados, atender a exigência dos clientes, cumprir exigências contratuais e de licitações. Com esse intuito, as empresas têm utilizado as normas da família NBR ISO 9000 (ABNT, 2001) para apoiar a implementação e operação eficazes de seus sistemas de gestão da qualidade. Também existem outros modelos específicos de gestão da qualidade utilizados no mercado da construção civil brasileira, como o QUALIHAB  Programa de Qualidade na Habitação Popular e o PBQP-H  Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional.

Sperling (2002) analisa como o uso de novas tecnologias de informação no processo de projeto-produção do espaço construído possibilita e requer reflexões quanto ao emprego corrente de ferramentas computadorizadas em arquitetura, ainda mais face ao que já se apresenta em termos de engenharia simultânea em campos historicamente mais avançados como a engenharia mecânica. A utilização de sistemas de CAD/CAM/CAE, a engenharia reversa e a realização de protótipos, processos utilizados na concepção das inovações formais do Museu Guggenheim, de Bilbao, demonstram uma mudança de paradigma no uso das ferramentas de projeto e desenho por computador em arquitetura.

O próximo item discute os aspectos relativos à importância da linguagem do desenho arquitetônico para a preservação de edifícios que abrigam coleções e ao tema da representação arquitetônica, que representa um campo importante de

pesquisa acadêmica na arquitetura contemporânea devido às transformações impostas pela evolução dos recursos computacionais utilizados pelos arquitetos.

#### 2.4. A importância da linguagem do desenho arquitetônico para a preservação de edifícios que abrigam coleções [M] estado da arte da pesquisa em representação arquitetônica

As possibilidades da representação arquitetônica têm evoluído em passo com os recursos de computação gráfica utilizados pelos arquitetos. A discussão envolve, fundamentalmente, problemas de comunicação. O desenho arquitetônico, que em determinadas etapas do processo se traduz em um desenho técnico, é, na verdade, um recurso de linguagem, para expressão, registro e transmissão das idéias e soluções geradas no processo de planejamento e projeto.

Nesse âmbito, a questão abrange aspectos de padronização e adequação relativos ao código de representação (por exemplo, quanto ao significado dos símbolos utilizados nos desenhos), ao léxico utilizado (por exemplo quanto às diferenças de nomenclatura para a denominação de um mesmo elemento arquitetônico) e também em relação à recepção e decodificação da mensagem por parte de receptor (por exemplo, quanto ao nível de conhecimento necessário por parte de um conservador para ler um projeto arquitetônico).

Tratada por alguns autores em obras mais básicas (LEGGITT, 2004; SILVA, 1984), a questão do desenho arquitetônico como linguagem constitui um importante tema de pesquisa no campo da arquitetura e urbanismo, aparecendo inclusive como tema central de disciplinas em cursos de pós-graduação na área, como o da FAU-USP (MONZEGLIO, 2007) ou o da UFRJ, que abriga uma linha de pesquisa intitulada Gráfica Digital, Representação e Urbanismo, inclusive com produção acadêmica voltada para a área de Patrimônio (PARAIZO, 2004, 2003).

A discussão nesse campo perpassa a metodologia de ensino das diversas modalidades de representação arquitetônica através de maquetes físicas e dos diversos tipos de desenho, bem como o impacto, sobre as metodologias de projeto arquitetônico, de novas tecnologias como a disponibilização, em larga escala, de programas amigáveis para confecção de maquetes eletrônicas e de equipamentos de realidade virtual.

O fórum latino-americano de discussão do tema é abrigado pela Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital [M] SIGRADI , que reúne os arquitetos, de-

*signers*, comunicadores e artistas vinculados aos novos meios e constitui a congênera de organizações similares na Europa (ECAADE), América do Norte (ACADIA) e Ásia/Oceania (CAADRIA). A SIGRADI realiza um congresso anual, no qual é debatido o estado da arte no desenvolvimento e aplicações da computação gráfica, com a participação dos mais importantes especialistas internacionais. Os congressos têm sido realizados desde o ano de 1997, ano em que a SIGRADI<sup>8</sup> foi fundada. O congresso SIGRADI 2005 teve como tema “visão e visualização” e contou com sessões técnicas sobre patrimônio histórico digital (PARAIZO, 2005).

## 2.5. Noções básicas para leitura de desenhos arquitetônicos

O desenho arquitetônico é, em um sentido estrito, uma especialização do desenho técnico normatizado voltada à execução e a representação de projetos de arquitetura. Em uma perspectiva mais ampla, porém, o desenho de arquitetura poderia ser encarado como todo o conjunto de registros gráficos produzidos por arquitetos ou outros profissionais durante ou não o processo de projeto arquitetônico. O desenho de arquitetura, portanto, manifesta-se como um código para uma linguagem, estabelecida entre o emissor (o desenhista ou projetista) e o receptor (o leitor do projeto). Desta forma, seu entendimento envolve um certo nível de treinamento, seja por parte do desenhista ou do leitor do desenho<sup>9</sup>.

Os profissionais envolvidos com o projeto, operação e manutenção de museus, arquivos e bibliotecas devem ter o conhecimento básico necessário para a leitura de projetos arquitetônicos. A bibliografia especializada contém muitos livros básicos sobre o assunto. Recomendam-se os livros de Montenegro (2001) e Ching (2000) como referências de introdução para os leigos. Como introdução à leitura de projetos elétricos indica-se a apostila do SENAI (1996).

Objetivamente, a representação gráfica do desenho arquitetônico corresponde a um conjunto de normas internacionais (sob a supervisão da ISO). No Brasil, as normas são editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo as principais as duas primeiras da lista abaixo, que inclui as normas de desenho dos projetos elétrico e hidráulico:

*Código da*

*norma NBR Título da Norma*

6492 Representação de projetos de arquitetura (ABNT, 1994)

10067 Princípios gerais de representação em desenho técnico (ABNT, 1995)

5410	Instalações elétricas de baixa tensão
5444	Símbolos gráficos para instalações elétricas prediais
5473	Instalações elétricas prediais
5626	Instalações prediais de água fria
7198	Projeto e execução de instalações prediais de água quente
7808	Símbolos gráficos para projetos de estruturas
8160	Instalações prediais de esgoto sanitário
8196	Emprego de escalas em desenho técnico
8402	Execução de caracter para escrita em desenho técnico
8403	Aplicação de linhas em desenhos – tipos de linhas – larguras das linhas: procedimento
10647	Desenho técnico: terminologia
10844	Instalações prediais de águas pluviais
10897	Proteção contra incêndio por chuveiro automático
12298	Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
14100	Proteção contra incêndio – Símbolos gráficos para projeto

O desenho arquitetônico consiste na representação geométrica de diferentes projeções, vistas, ou seções (cortes) do edifício, em planos horizontais ou verticais. Esse conjunto de projeções resume-se a plantas, cortes, elevações, detalhes.

Os desenhos técnicos dos projetos complementares elétrico, hidráulico, estrutural etc. também se utilizam dessas projeções, empregando porém símbolos gráficos diferenciados, determinados em norma técnica, que representam os componentes das respectivas instalações elétricas, hidráulicas, prevenção e combate a incêndio, proteção contra descargas elétricas etc.

Uma planta é uma seção que se obtém passando um plano horizontal paralelo ao piso, numa altura tal que esse plano corte janelas, portas, paredes etc. A Fig. 1 mostra o conceito do desenho de uma planta:

O desenho técnico da planta contém ainda as cotas, que são as medidas da espessura das paredes e das dimensões dos ambientes. São também identificados os nomes dos ambientes, e o *nível* de cada um, que se refere à *altura do piso do ambiente* em relação a um *nível de referência*. Geralmente, os ambientes em um mesmo andar têm um mesmo nível, a menos que haja diferenças na altura de seus pisos.

De maneira semelhante à planta, um *corte* ou *seção* resulta da passagem de um plano vertical através do edifício em estudo, indicando-se na planta de qual lado do plano é feita a representação da projeção vista. Os cortes têm a função de esclarecer e enfatizar detalhes que podem ficar confusos nas plantas devido à superposição de projeções, relativos a diversos elementos importantes na construção como as escadas e coberturas. Nos cortes é cotado o *pé-direito* dos ambientes, que corresponde à sua altura, medida entre o piso e o forro.

A evolução dos recursos de apresentação do projeto arquitetônico, através de *maquetes físicas ou eletrônicas* ou de *desenhos em perspectiva*, facilita a compreensão de edifícios com volumetrias às vezes muito complexas por parte de pessoas com dificuldade de visão espacial. Esses recursos são muito úteis na fase de projeto porque permitem a percepção de problemas relacionados com a forma arquitetônica, que às vezes passam despercebidos quando se utiliza somente o desenho arquitetônico em plantas e cortes.

Os atuais recursos computacionais de *simulação de desempenho ambiental* dos edifícios, em relação, por exemplo, à iluminação ou ventilação naturais, exigem como um dado de entrada uma maquete eletrônica tridimensional do ambiente a

ser simulado, associando-se às envoltórias desse modelo feito em computador as propriedades térmicas ou óticas dos materiais de construção.

Todos os desenhos de projeções em planta e corte são desenhados *em escala*. Escala é um valor medido no papel que guarda uma relação de proporção com o tamanho real em verdadeira grandeza dos elementos desenhados. Uma escala de 1:1 (um para um), significa que o desenho foi feito em tamanho natural (cada centímetro no papel equivale a um centímetro do próprio objeto). Quando nos referimos a uma escala de 1:100 (um para cem), estamos informando que o objeto desenhado foi representado com uma redução de 100 vezes ao seu tamanho real; desse modo, 1cm no desenho equivale a 1m no tamanho real do edifício. O instrumento de desenho que se utiliza para medir diferentes escalas é chamado de *escalímetro*. Ele tem a forma de um prisma triangular, e cada uma de suas três faces tem duas escalas distintas, normalmente escalas 1:20; 1:25; 1:50; 1:75; 1:100; e 1:125. É possível, por meio da utilização de múltiplos ou submúltiplos dessas seis escalas, extrair um grande número de outras escalas. Cada unidade marcada nas escalas do *escalímetro* corresponde sempre a um metro no tamanho real. A norma de desenho arquitetônico obriga que, ao lado de cada desenho, seja sempre informada a escala, para possibilitar a sua leitura.

### 3. Materiais, sistemas e técnicas construtivos patologias e riscos para a conservação preventiva

#### 3.1. Arquitetura vernacular x Arquitetura contemporânea

Os materiais de construção podem assumir papéis e comportamentos diferentes, dependendo do sistema ou técnica construtiva em que são empregados, podendo assumir função estrutural ou apenas de vedação ou revestimento nas construções. Conforme o seu uso, e as condições ambientais a que são submetidos, podem variar as patologias que irão apresentar ao longo do seu ciclo de

vida, acarretando diferentes conseqüências no âmbito da conservação preventiva. O conhecimento dos materiais e técnicas construtivas é fundamental para a realização de adaptações adequadas de edifícios antigos, bem como construções coerentes em relação à função dos edifícios novos erigidos com o intuito de abrigar coleções.

Nessa área, constituem referências bibliográficas os trabalhos de VILLALBA (1995) e PETRIGANI (1979); e no tocante ao patrimônio arquitetônico do nosso período colonial, VASCONCELLOS (1979). Uma visão panorâmica das inter-relações entre as patologias construtivas e o desempenho ambiental dos edifícios pode ser encontrada em GONZÁLES (1997), PARICIO (1997) e ALLEN (2000).

A extensa gama de técnicas e sistemas construtivos utilizados nos edifícios que constituem o patrimônio edificado pode ser, *grosso modo*, subdividida em dois grupos: os sistemas e técnicas tradicionais ou *vernaculares* e os sistemas e técnicas *contemporâneos*.

O patrimônio construído tradicional ou vernacular representa, fundamentalmente, a expressão cultural de comunidades mais ligadas ao sítio onde se localizam e que ao longo do tempo conseguiram preservar suas tradições, apesar de influências culturais externas. Ele constitui o modo natural com que tais comunidades produziram seu próprio *habitat* ao longo do tempo. Faz parte de um processo contínuo, em que as mudanças sócio-ambientais necessárias são paulatinamente incorporadas à tradição construtiva. Essa arquitetura vernacular está intimamente relacionada com um tipo de arquitetura que hoje denominamos bioclimática ou *sustentável*, por otimizar as relações entre o edifício e o meio externo, proporcionando conforto aos usuários, minimizando o consumo de energia e recursos naturais.

A permanência das técnicas e sistemas construtivos vernaculares tem sido cada vez mais ameaçada por processos de homogeneização cultural e arquitetônica. A proteção dessas culturas e, por conseguinte, dos fatos materiais e imateriais produzidos por elas, enfatiza a necessidade de ações diversas de Preservação, num sentido amplo. A preservação desse patrimônio, incentivada pela educação e por programas multidisciplinares conjuntos, objetiva manter vivas as técnicas construtivas tradicionais, resistindo à massificação globalizante dos métodos e até mesmo das formas construtivas.

Ao se reconhecer a importância de um vocabulário tecnológico próprio de certas comunidades, reafirma-se a competência e a capacidade dessa comunidade de encontrar seus caminhos, a partir do conceito de sustentabilidade. Por meio da arquitetura tradicional é possível apreender a história técnica, dos símbolos e visão de mundo próprios de determinada cultura, bem como o seu estilo de interação com o meio ambiente.

A partir da segunda metade do século XIX, ocorrem mudanças significativas nos processos de construção, impulsionadas pela Revolução Industrial. Aparecem novos materiais de construção produzidos em série: inicialmente, o ferro e o vidro; posteriormente, o cimento, que viria inaugurar uma nova era tecnológica sob a égide do concreto armado. As engenharias civil, mecânica e elétrica garantem cálculos mais precisos. No bojo das transformações, dá-se uma alteração nos conceitos básicos da Arquitetura: em um processo de cultura de massas, ocorre a perda da identidade dos edifícios gerada pela padronização, necessidade de redução de custos e otimização na ocupação dos espaços. A produção em escala também gera uma vida útil limitada, além de uma dependência energética e tecnológica cada vez maior. Como consequência, não é raro que a manutenção dos edifícios novos, construídos no decorrer do século XX, seja mais cara e constante. Some-se a essas considerações o alto custo energético e ambiental envolvido na produção dos materiais, decorrente da produção de resíduos e da padronização nos modelos construtivos, que desconhece a diversidade criativa do artesanal.

Nesse contexto, projetos complementares de instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, telefônicas, prevenção e combate a incêndio, sistema de proteção a descargas atmosféricas (spda), sonorização, segurança agregam ao custo da edificação um montante que, não raramente, multiplica o valor inicial da construção.

Villalba (1995), ao estudar a história da evolução das técnicas e sistemas construtivos, sistematiza suas observações, considerando inicialmente, em cada período analisado, questões relativas ao cenário sociocultural de cada época, para, em seguida, organizar o estudo em torno dos materiais e técnicas agrupados em termos de estrutura, paredes de vedação constituídas por elementos aglomerantes e blocos ou aglomerados, bem como os acabamentos, sistema de cobertura e vãos, pisos e fundações. De maneira similar, Vasconcellos (1979) organiza seu estudo, tratando de estruturas, vedações, pisos, forros, vãos, coberturas e escadas.

A identificação e o conhecimento dos materiais que compõem os elementos de uma edificação auxiliam na compreensão das características de um prédio em relação ao seu comportamento estrutural e sua qualidade ambiental.

### 3.2. Fundações

Na arquitetura vernacular brasileira, os alicerces são feitos em alvenaria de pedra argamassada com barro, aparecendo em alguns raros exemplos a argamassa de cal. A alvenaria é praticamente a mesma das paredes de pedra que afloram do chão, diferenciando-se por empregar pedras maiores, bem assentadas e calçadas com pedras menores. A altura e espessura é variável em função da carga a suportar. Vasconcellos (1979) ressalta ainda sua evolução ao longo do tempo, tornando-se mais rasos.

É comum o uso de alicerces ensoleirados, com vistas à minimização da umidade ascendente do terreno. Sendo que os esteios, elementos estruturais, se assentam sobre essa soleira, não penetrando nos alicerces.

No caso de pavimentos elevados do solo, são encontrados embasamentos de alvenaria, cantaria ou ensilharia<sup>10</sup>. Podem acontecer também falsos alicerces,

apenas de vedação do espaço entre o baldrame<sup>11</sup> e o alicerce, nas edificações com estrutura autônoma.

**Patologias e riscos:** As patologias construtivas ligadas às fundações podem decorrer de recalques, infiltração de umidade e eventualmente infestações de pragas e crescimento de microorganismos. Os recalques acontecem por movimentações do terreno sob a fundação, seja por uma acomodação natural ou um fator externo, como, por exemplo, erosão, contrações e dilatações por variações de temperatura; ventos; vibrações; impactos; variações estáticas de cargas; ações dinâmicas por abalos sísmicos etc. O recalque da fundação pode resultar em danos à estrutura e às vedações do edifício. As falhas se manifestam geralmente pelo aparecimento de fissuras, perdas estruturais e desprendimentos. Dentre essas manifestações, as fissuras são as mais importantes, ainda que não sejam as mais graves, pois são sintomas de alterações relacionadas à distribuição de carga (peso) citadas acima, ou podem também ser causadas por movimentos de contração e dilatação ocasionados por flutuações de umidade. É importante diferenciar fissuras ativas das estáveis, pois no primeiro caso as falhas estruturais podem resultar em danos mais sérios, como desmoronamento. Desse modo, é indispensável identificar a causa de seu aparecimento. Sua prevenção está relacionada com a garantia de estabilidade do terreno onde se localiza a edificação e com a minimização das variações de umidade na estrutura do edifício.

### 3.3. Paredes estruturais

As paredes estruturais compõem os elementos portantes fundamentais nas tipologias construtivas tradicionais; sustentam as cargas verticais da edificação e

ocasionalmente as horizontais; realizam a função de limite exterior e divisão dos cômodos no interior. Os materiais utilizados são os mais diversos, incluindo terra crua em variações distintas; pedra em estado natural ou desbastada; barro cozido em forma de tijolos, ladrilhos; madeira e vegetação local.

### 3.3.1. Taipa de pilão

Paredes de taipa de pilão empregadas na arquitetura vernacular, com espessura entre 40 e 80cm, são construídas com formas paralelas, entre as quais se compacta a terra por camadas. Empregadas ainda hoje em diversos tipos de edificações pela sua simplicidade e baixo custo, revelam-se bastante resistentes (desde que bem isoladas), atingindo facilmente esta condição em climas quentes e secos com baixos índices de chuva. Tradicionalmente são isoladas com cal, em aplicações repetidas com regularidade, podendo ainda ser revestidas com pedras.

O barro empregado deve ser escolhido e a proporção de mistura de terra, areia e argila determina o grau de aglutinação, minimizando a desintegração por rachaduras e fendas. Por esse motivo, aparece misturado com o barro o estrume de curral, as fibras vegetais ou a crina animal. Há também a tradição de juntar sangue de boi como aglutinante.

Em construções especiais, como nas cadeias pode ocorrer o reforço interno com tábuas de madeira transversais. Numa outra modalidade, conhecida como formigão, o barro é misturado com pedregulhos, à feição de um concreto.

Patologias e riscos: são relacionados à sua deterioração por erosão [X] chuva e vento. No primeiro caso, a umidade que atravessa as paredes por capilaridade poderá causar uma elevação da umidade relativa no interior do ambiente e eflorescências resultantes da carreação de material solúvel para a superfície da parede. No caso do vento, a desagregação pode ser um fator gerador de particulados no interior do ambiente, os quais, em contato com a umidade ou agentes

poluentes no ar, são agentes potencialmente danosos aos objetos de arte expostos. Não é recomendável alterar as características originais, correndo-se o risco da desagregação das argamassas ou dos materiais, bem como da alteração das propriedades de troca com o meio, gerando uma maior concentração de umidade interna, e não sua eliminação.

### 3.3.2. Adobe

São peças em forma de prisma, empregadas na arquitetura vernacular, geralmente com o comprimento duas vezes maior que a altura para facilitar o encaixe. São construídas por meio de moldes nos quais se compacta a terra previamente amassada; depois de secos ao sol, os tijolos são dispostos e unidos também por barro. Pode ser adicionada fibra vegetal para melhorar suas propriedades. A evolução das paredes de adobe resultou no desenvolvimento dos tijolos queimados das olarias.

Patologias e riscos: como as demais construções à base de terra, possuem como característica propriedades capilares que resultam em um comportamento inadequado diante de solos ou climas úmidos.

### 3.3.3. Alvenaria de pedra

No princípio do período colonial brasileiro, foram utilizadas para essa finalidade as pedras importadas de Portugal, trazidas como lastro nos navios. Os ornamentos externos dos edifícios eram preferencialmente feitos em pedra, devido à trabalhabilidade aliada à durabilidade. A técnica de aplicação é variável segundo a argamassa com que são assentadas, podendo adotar os padrões da pedra-seca, da pedra-e-barro e do canjicado.

Patologias e riscos: Risco de fissuração, associado aos recalques, conforme descrito para as paredes de taipa de pilão.

#### 3.3.4. Coroamento das paredes

Na arquitetura vernacular brasileira, as paredes são geralmente coroadas pela cobertura em beiradas sacadas. Existem também coroamentos monumentais, compreendendo frontões ou platibandas, cujas empenas assumem formato triangular, rampantes ou caprichosas. São arrematadas com molduras, cimalthas ou também com telhas colocadas transversalmente. As platibandas possuem

ornamentos diversos, ou se apresentam vazadas, com balaústres de pedra, geralmente divididos em painéis que seguem o ritmo dos pilares na fachada.

### **3.3.5. Cunhais**

Os cunhais – acabamento inferior dos esteios – variam conforme o sistema construtivo. Quando a estrutura é de madeira, os esteios aflorados constituem os cunhais. Às vezes são revestidos com tábuas lisas ou de rebaixo, com moldura, dando-lhes maior ressaltado em referência ao plano das paredes. Quando de pedra, podem ser de alvenaria e massa ou de cantaria, porém sempre realçados, à feição de pilastras. Há casos na arquitetura vernacular brasileira de esteios imitando pilastras, com revestimento de estuque ou de massa.

### **3.3.6. Cimento**

O cimento pode ser definido como um pó fino, com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Na forma de concreto, torna-se uma pedra artificial, que pode ganhar formas e volumes, de acordo com as necessidades de cada obra. Os vários tipos de cimento são indicados para compor argamassas e concretos de acordo com as necessidades de cada caso. Além disso, é possível modificar suas características aumentando ou diminuindo a quantidade de água, cimento e demais componentes agregados

(areia, pedra britada, cascalho etc.). É possível usar ainda aditivos químicos, a fim de reduzir certas influências ou aumentar o efeito de outras, quando desejado ou necessário. Os diferentes tipos de cimentos normalizados são designados pela sigla e pela classe de resistência. A sigla corresponde ao prefixo CP acrescido de algarismos romanos I a V, sendo as classes de resistências indicadas pelos números 25, 32 e 40. Estas apontam os valores mínimos de resistência à compressão (expressos em megapascal – MPa), garantidos pelos fabricantes, após 28 dias de cura: quanto maior o valor, maior a resistência.

### 3.3.7. Concreto armado

O concreto é um dos materiais mais difundidos nas construções contemporâneas; é a mistura de materiais inertes como areia e pedras de distintas granulometrias, cimento *portland* e água, a qual cria a amálgama e a reação química necessária ao seu endurecimento.

Quando é reforçado por barras de ferro, o concreto é denominado concreto armado. A dosagem dos componentes do concreto e da argamassa é conhecida também por traço. Portanto, é importante encontrar a dosagem ideal a partir do tipo de cimento e de agregados escolhidos para estabelecer uma composição que dê o melhor resultado com o menor custo. Não basta ter o traço e a dosagem ideais; a etapa de execução é fundamental para a obtenção de um bom concreto e de uma boa argamassa.

*Patologias e riscos:* Se os processos de adensamento e cura forem mal executados, acabam surgindo patologias, tais como baixa resistência, trincas e fissuras, corrosão das armaduras, entre outras. O bom adensamento é obtido por vibração adequada. Já para obter uma cura correta é importante manter as argamassas e os concretos úmidos após a pega, molhando-os com uma mangueira ou com um regador, ou então cobrindo-os com sacos molhados (de aniagem ou do próprio cimento), de modo a impedir a evaporação da água por ação do vento e do calor do sol, durante um período mínimo de sete dias, ou ainda adotando-se o uso de agentes químicos de cura. A partir da alteração nos modelos construtivos do séc. XX, o concreto tornou-se o segundo material mais consumido pela humanidade, superado apenas pela água.

Esses materiais têm, como característica, baixa porosidade e alta condutividade térmica – o oposto dos materiais tradicionais. Tais propriedades implicam em determinados comportamentos em relação ao meio ambiente: a baixa porosidade define uma incapacidade de troca de vapor d'água e a condutividade térmica

promove um acúmulo do calor pela incidência solar que irradia no ambiente interno. Assim, em ambos os casos há uma demanda de sistemas mecânicos complexos (ar-condicionado) ou simples (desumidificadores, umidificadores, exaustores) que ajustem a umidade relativa e a temperatura interna. A arquitetura moderna acreditou por muito tempo que estes materiais possuíam vida-útil ilimitada. Os problemas estruturais e a desagregação de suportes – como nas construções de Brasília – demonstram que não há coerência nessa proposição.

### 3.4. Paredes de vedação

#### 3.4.1. Pau-a-pique

Tipo de vedação que consiste em paus colocados perpendicularmente entre os baldrames e frechais<sup>12</sup>, neles fixados por meio de furos ou pregos. Esses paus são freqüentemente roliços, inclusive com a casca, com um diâmetro de 10 a 15cm. A terra amassada é aplicada sobre uma trama de bambus, caibros ou galhos de madeira flexíveis, cumprindo a função de revestimento.

#### 3.4.2. Revestimento das vedações

Na arquitetura vernacular, as paredes são em geral revestidas com uma argamassa de barro, à qual, por vezes, se adiciona cal e areia. A cal, inicialmente importada, depois passou a ser obtida da queima de conchas. Para essa finalidade foi também utilizada a madeira e azulejos.

#### 3.4.3. Produtos cerâmicos

Materiais contemporâneos que consistem em peças confeccionadas em formato de tijolos, blocos, placas, painéis e ladrilhos para a execução de paredes estruturais ou revestimentos de pisos e paredes. Devido ao processo industrial, tornam-se muito compactos e pouco porosos; porém, as cerâmicas são mais flexíveis, higroscópicas, porosas e menos pesadas do que o concreto.

#### 3.4.4. Materiais metálicos

As construções contemporâneas utilizam os perfilados de aço para uso estrutural e chapas de diversos metais como zinco, alumínio, cobre e aço inoxidável para fins de revestimento e/ou vedação de paredes e coberturas.

No tocante à estrutura, há dois tipos principais de perfis: os laminados a quente (maior capacidade estrutural) e os laminados a frio (resistência maior e custo reduzido). Para cada um desses tipos de perfis de aço há uma ampla gama de formas e dimensões adaptadas às mais diversas necessidades estruturais. Os perfis de aço têm uma capacidade estrutural alta: são capazes de suportar cargas pesadas com um mínimo de material.

*Patologias e riscos:* As principais desvantagens desse tipo de material são: corrosão por oxidação e umidade; perda da capacidade estrutural nos incêndios; uma vez que o coeficiente de dilatação é baixo, esta propriedade pode gerar incompatibilidade em relação à movimentação de outros materiais nos pontos de vínculo, como juntas de união, ocasionando fissuras; alto custo energético para sua produção e padronização formal dos elementos. Outro aspecto a ser considerado é sua alta condutividade térmica, permitindo a entrada de calor durante o dia e a perda térmica à noite.

#### 3.4.5. Plásticos

Existe uma gama de produtos e aplicações de materiais plásticos e sintéticos para a construção contemporânea, incluindo pinturas, resinas, impermeabilizantes, divisórias, forros e armações, onde a variedade de textura, resistência mecânica e cor garantem a diversidade de sua aplicação.

*Patologias e riscos:* produtos plásticos são: impermeáveis; quimicamente estáveis (no caso de polietileno e polipropileno, pois poliestirenos são degradados pela ação da luz); altamente combustíveis, dependendo ainda de tratamentos químicos que reduzem este potencial. Considerando sua capacidade impermeável, são amplamente utilizados como forro, pois bloqueiam de maneira eficaz infiltrações. Em relação à condutividade térmica, dependem da carga e de elementos químicos agregados em sua fabricação.

#### 3.4.6. Vidros

Os vidros são materiais usados na arquitetura desde o período medieval. Contudo, a tecnologia e a capacidade ótica de transmissão de luz tornaram o vidro um dos elementos mais empregados nas edificações contemporâneas, principalmente após a consolidação do Estilo Internacional (modernismo). As vanguardas arquitetônicas adotaram como materiais as esquadrias de vidro, o concreto e os perfilados metálicos. Existem no mercado diversos tipos de vidros com comportamentos termo-luminosos diferenciados.

*Patologias e riscos:* No caso dos vidros, agrega-se à sua transmissibilidade à luz, a falta de porosidade e a alta condutividade térmica. Esta relação porosidade-condutividade implica a promoção de um interior quente, com baixa troca de vapor úmido com o exterior, o que transforma “caixas de vidro” em espaços inadequados, uma vez que se associa a esse material a passagem da irradiação ultravioleta, quando não há barreira ou filtro de proteção. Como na maioria dos materiais modernos, há um alto consumo energético para sua produção. O vidro comum, que possui um fator solar<sup>13</sup> de 86%, provoca o chamado efeito estufa: As radiações ultra-violeta, visível e infra-vermelho próximo passam pelo vidro comum, são absorvidas pelos materiais e superfícies do ambiente e reemitidas sob a forma de infra-vermelho de onda longa, para o qual o vidro comum é opaco. Essa radiação térmica vai sendo trocada entre as superfícies do ambiente, que por sua vez transmitem o calor para o ar por convecção.

### 3.5. Pisos

Os pisos são muito variados na arquitetura tradicional brasileira, aparecendo desde os de terra socada até o parkê de madeira. O piso de terra batida é executado por compactação, às vezes com adição de terra e água, e depois apilado. Foram também utilizados ladrilhos de barro, de pequena durabilidade. O assoalho em tabuado corrido foi empregado com grande variedade de encaixes, com as tábuas pregadas nos barrotes, assentados em cima dos baldrames.

Outra modalidade de piso utilizada na arquitetura tradicional no Brasil foi o de seixos rolados, formando mosaicos, fixados por apiloamento. E também a chamada calçada portuguesa ou pé-de-moleque.

### 3.6. Forros

Assim como os pisos, os forros vernaculares brasileiros também apresentam grande variedade quanto à forma e ao material de acabamento utilizado. Os mais simples são de esteira. Os forros de gamela são compostos por 5 painéis, 4 painéis trapezoidais inclinados, correspondendo às laterais do cômodo, e sendo fechados no alto por um painel horizontal retangular ou quadrangular.

*Patologias e riscos:* Os maiores problemas dos entablamentos ou das estruturas feitas em madeira é sua degradação por ataque biológico e sua desagregação por umidade. Como material altamente combustível, são suscetíveis a incêndios.

### 3.7. Coberturas

Na arquitetura vernacular brasileira, as coberturas mais simples são denominadas de meia-água, podendo apresentar dois, três, quatro ou mais panos de telhado, caso em que aparecem as *tacaniças*.

As coberturas apresentam saliências, denominadas beiradas, beiral ou sancas. Sua função é proteger as paredes da água da chuva, sendo que a largura do beiral é proporcional à altura da parede a ser protegida. As beiradas podem ser:

- De madeira, com estrutura aparente – em cachorrada – quando são chamadas de beirais;
- Perfiladas, quando são chamadas cimalthas, de diversos tipos: madeira, alvenaria e massa, cantaria ou estuque.

A concordância entre a inclinação do telhado e a beirada é obtida com a aplicação de uma peça chamada contrafeito, que se apóia no terço inferior do caibro e no terço externo da beirada.

### 3.8. Patologias construtivas relacionadas com a umidade

#### 3.8.1. Capilaridade

A capilaridade é o fenômeno conhecido como a ascensão da água por meio de vasos capilares, frestas, fissuras e vãos dos componentes construtivos das paredes. A umidade por capilaridade se produz geralmente em níveis baixos da edificação como porões, salas localizadas em declives, próximas aos muros de arrimo e demais desníveis que colocam a construção em contato direto com o solo.

A presença de lençol freático no solo, a presença de áreas de descargas (esgotos, canos, ladrões, boca-de-lobo), mau escoamento de águas pluviais, a existência de fontes de água artificiais ou naturais e a vegetação abundante na vizinhança (raízes) podem gerar um ambiente úmido no entorno, que tende a

penetrar no interior da edificação através dos materiais construtivos. A altura que pode chegar a água na parede depende do equilíbrio de três fatores: sucção capilar, gravidade e evaporação.

As características da umidade por sucção capilar são:

- ocorrem nos níveis mais baixos da edificação;
- presença de manchas de umidade escuras em pontos distintos da parede;
- algumas vezes ocorre o estufamento da argamassa ou da tinta, ocasionando bolhas e desprendimento; eflorescências esbranquiçadas causadas pela formação de cristais salinos carregados das camadas internas para a superfície externa da parede; limo ou mofo em condições extremas devido à proliferação de microorganismos.

Há diversos tratamentos contra esse tipo de umidade. Identificada a fonte, profissionais qualificados devem ser acionados para a proposição de alterações estruturais na edificação. Ao contrário do que se imagina, não é recomendado selar ou impermeabilizar a parede, mas empregar materiais permeáveis que facilitem a evaporação e dispersão da umidade.

Para prédios novos, há de se cuidar para que o processo de cura e dispersão da água utilizada na modelagem do cimento, concreto, argamassa e pintura já tenham ocorrido. Entre a finalização da obra e a ocupação do espaço, o intervalo mínimo é de um mês. Por sua vez, recomenda-se planejar o final da obra e a ocupação do prédio para períodos de estiagem.

### 3.8.2. Condensação

A umidade por condensação ocorre em climas onde existe uma diferença acentuada entre a temperatura do exterior e a do interior. Quando a ventilação de um local em uso é deficiente e não promove a troca de ar contido no interior, a umidade relativa chega próxima a valores de saturação; além disso, muros possuem materiais que têm pouco isolamento e alta condutividade térmica, tendem a esfriar-se (interna e externamente) e, quando o ar toma contato com a superfície fria, condensa a água em forma de orvalho. As gotas de água são absorvidas pelo muro ou se acumulam na superfície.

As características principais da umidade produzida por condensação são: não é permanente e aparece em determinadas horas do dia ou em certas ocasiões

climáticas (chuva e frio); se manifesta na superfície e é similar em toda a altura (distinta da capilaridade).

### 3.8.3. Infiltração

Esta é uma das causas mais comuns de umidade e advém de numerosas origens, todas relacionadas a erros de projetos, execução da obra, falta de manutenção, reformas e usos indevidos.

A chuva é uma das principais causas de infiltração; penetra através dos telhados e muros, aproveitando-se de qualquer saliência, ruptura, fresta, buraco, deslocamento de telhas e tijolos, e muitas vezes manifesta-se em zonas distantes do ponto causal da infiltração. A água da chuva pode entrar por cima, a partir de problemas estruturais da construção, ou penetrar por capilaridade devido a sua concentração em desníveis do solo no entorno do edifício.

A infiltração pode ser proveniente de instalações defeituosas, como calhas, esgotos e canos; de problemas na execução do desenho do sistema hidráulico e também da falta de manutenção e sobrecarga em seu uso. Rupturas, fissuras e buracos nos canos; má localização de calhas e sistemas de esgoto são as causas mais comuns. Nos telhados as principais causas de infiltração são: a deficiência das tramas dos caibros e vigamentos; a má colocação das telhas; a existência de telhas quebradas ou deslocadas; forros permeáveis e suscetíveis a infiltrações; forros impermeáveis que dispersam as infiltrações pelas paredes; altura inadequada do declive em relação ao tamanho do edifício.

Localizar a causa é primordial para que seja possível executar o reparo. Há de se observar que normalmente problemas de infiltrações são identificados em períodos de chuvas e que os reparos só podem ser feitos durante a estiagem; ao localizar os pontos de goteiras, manchas e degradação do edifício, mapeando os pontos críticos, torna-se possível encontrar as causas e efetivamente sanar os problemas de infiltração.

## 4. O edifício como um filtro climático

### 4.1. Caracterização climática

A existência de diferentes climas é determinada por meio da ação de diversos fatores, os quais, combinados, promovem resultados distintos. Esses fatores po-

dem influenciar o clima desde uma escala global até a escala local. Entre os fatores globais podemos citar:

- a incidência de radiação solar em função da latitude: quanto menor a latitude do local, mais altas as médias de temperatura, devido à maior incidência de radiação solar;
- a proporção entre as massas de água e terra: quanto maior a distância de massas de água ou vegetação, maior a amplitude térmica diária e anual; O hemisfério sul tem uma proporção oceanos/continente maior que o hemisfério norte.
- os ventos, que juntamente com as correntes marítimas tendem a equilibrar o aquecimento diferencial das zonas da Terra, configurando regiões de baixa pressão atmosférica que se deslocam ao longo do ano entre os trópicos, efeito que se soma ao da rotação do planeta, produzindo correntes de ar globais;
- a altitude está relacionada com as temperaturas médias, observando-se um decréscimo dessas temperaturas à medida que a altitude aumenta.

Dentre os fatores que influenciam as condições climáticas numa escala intermediária, temos:

- A topografia, que pode canalizar ou barrar as correntes de vento, modificando o seu teor de umidade e, portanto, interferindo no regime de precipitações. Além disso, a declividade e orientação cardinal das vertentes do relevo determina horários de incidência de sol e sombra em seu entorno;
- A superfície do solo, que em função de sua permeabilidade determina a percolação ou o escoamento superficial das águas pluviais e, em função do tipo de ocupação, determina o albedo, propriedade física relacionada com a absorção/reflexão da radiação solar;
- E, por fim, a vegetação atua como uma massa de água, regulando o teor de umidade do ar e moderando as variações climáticas, que são mais extremas na sua ausência. A cobertura vegetal absorve parte da radiação solar, utilizando-a para a fotossíntese, e reduzindo os ganhos térmicos.

A distribuição espacial de regiões com características climáticas semelhantes, notadamente no território brasileiro, é extremamente heterogênea, devido a muitas combinações diferentes dos fatores listados acima.

Cabe ainda considerar que a ação antrópica sobre o ambiente, notadamente nos grandes centros urbanos, modifica as dinâmicas climáticas naturais, gerando

diversos problemas de ordem ambiental, dentre os quais podemos destacar a configuração de climas urbanos fortemente influenciados pelo fenômeno das ilhas de calor, sendo que as emissões, nas cidades e regiões industriais, de gases que causam o efeito estufa em escala global vem determinando um aumento progressivo nas temperaturas médias do planeta, fenômeno que já é conhecido como aquecimento global.

Há várias classificações climáticas que tomam como base as relações existentes entre temperatura e umidade, assim como suas variações relacionadas às estações do ano e à localização geográfica. Porém, cabe ressaltar que determinadas generalizações climáticas – países de clima temperado; países tropicais – não dão conta das especificidades do microclima; e mesmo que se considere o Brasil um país tropical, é possível encontrar áreas muito distintas em relação às características climáticas.

As características gerais do entorno são determinantes para as condições específicas de uma edificação que abriga acervos: o edifício pode ser completamente permeável às variações do entorno ou funcionar como um invólucro tampão. Em ambos os casos é imprescindível avaliar o custo e as consequências da interação ou do confronto com o meio, bem como as necessidades climáticas peculiares a cada acervo ou coleção.

De uma maneira geral, as estratégias de controle dos aspectos climáticos do edifício podem ser classificadas em dois grupos, do ponto de vista da eficiência energética (LAMBERTS, 2001):

- estratégias arquitetônicas bioclimáticas ou passivas que podem envolver o uso da ventilação natural, resfriamento evaporativo, umidificação por espelhos d'água ou vegetação, sombreamento, uso da inércia térmica dos materiais de construção, aproveitamento da luz natural;
- estratégias ativas que envolvem o consumo de energia, como utilização de ventilação mecânica forçada, ar-condicionado, aquecimento e iluminação artificial.

Os fatores climáticos que podem ser controlados no interior do edifício através da aplicação correta das estratégias são: a temperatura e umidade do ar, as condições de iluminação e as condições de qualidade do ar.

#### 4.2. Temperatura e umidade do ar

Umidade e temperatura são parâmetros que devem sempre ser avaliados conjuntamente, pois, além de definirem as condições climáticas, seu comportamento determina as condições favoráveis ou não dos ambientes em que estão instalados os acervos.

A umidade do ar é dependente de características climáticas locais, como o regime de pluviosidade e a proximidade com massas de água ou vegetação.

Para a avaliação das condições ambientais de temperatura e umidade, vários equipamentos podem ser empregados: higrômetros, termohigrômetros, termohigrógrafos e, recentemente, *data loggers*. Esses equipamentos só têm utilidade se houver manutenção e calibragem periódica (a calibragem ocorre com o uso do psicômetro), além da coleta e análise dos dados, pois não têm outra função a não ser efetuar a medição climática. Uma medição irregular ou não analisada não cumpre o papel de compreender o desempenho do ambiente interno; por sua vez, o desempenho do ambiente interno deve ser avaliado também em relação ao ambiente externo. Por meio da análise dos dados, os gestores das coleções podem:

- identificar áreas de risco;
- propor ocupação ou remanejamento do espaço a partir das necessidades dos acervos;
- identificar e sanar problemas estruturais, de reforma ou construção, nos ambientes da edificação;
- definir estratégias de controle relacionadas à abertura e fechamento de vãos;
- definir estratégias de controle a partir do uso de equipamentos mecânicos simples ou complexos ou do uso de material tampão.

Nesse contexto, para a avaliação do ambiente de uma instituição recomenda-se a coleta regular (diária) de dados no espaço integral de um ano; a partir desta coleta é importante avaliar o comportamento do ambiente interno em relação ao ambiente externo por meio de uma *carta psicrométrica*. Nessa carta estão traçadas as equações que regulam os processos de trocas térmicas com o ar úmido, e a plotagem sobre ela dos dados coletados permite analisar os recursos de climatização necessários.

Sempre que medidas de controle forem definidas, é importante voltar a analisar os dados e gerar relatórios que avaliem o impacto das medidas tomadas, bem como a necessidade de ajustes. O controle periódico é uma ferramenta segura para a verificação de possíveis irregularidades na edificação, nos equipamentos de controle climático ou nas alterações climático-ambientais provocadas pela ação do homem.

O modelo para o gerenciamento climatológico parte do seguinte plano:

- a) definição da equipe responsável pela calibração, manutenção e supervisão dos equipamentos, bem como levantamento e análise dos dados diários, semanais, mensais, anuais;
- b) coleta manual dos dados e sua transposição para programas estatísticos sob a forma de gráficos e tabelas (como Excell) ou estabelecimento de uma rede informatizada de coleta por meio de data logger;
- c) elaboração de um estudo comparativo entre ambientes; da edificação como um todo e do ambiente interno da edificação em relação ao entorno a partir das medidas de temperatura e umidade máximas, mínimas e médias; verificação das flutuações e identificação das características sazonais.

A partir desse diagnóstico é possível qualificar o ambiente em relação ao seu desempenho e propor ajustes para sua utilização.

Outra ação primordial nesse processo é o estudo das fontes geradoras de umidade ou que determinam a temperatura do ambiente. Para umidade, as possíveis fontes de intensificação podem ser: por capilaridade, por condensação ou por infiltração.

Ventilação e insolação são condicionantes que podem alterar as relações de umidade no ambiente. Por essa razão, é importante saber a direção do vento dominante no local do projeto, pois ela vai determinar a dinâmica de circulação do ar no interior do edifício. O uso de sistemas de ar-condicionado deve sempre ser pensado em relação ao custo energético, à manutenção e às reais condições da estrutura construtiva do prédio.

Tanto nas técnicas tradicionais de construção quanto nas construções modernas, a disposição das portas e janelas determina a ventilação natural do ambiente. Janelas e portas atuam de maneira integrada nos processos de circulação do ar, favorecendo a dispersão da umidade interna ou a entrada da umidade externa.

Uma vez que o comportamento térmico e de troca úmida é normalmente eficiente, os estudos de abertura e fechamento de portas são, eventualmente, mais adequados do que a instalação de sistemas de condicionamento de ar complexos ou o uso de isolantes, como manta asfáltica e resinas impermeáveis. Um plano de manutenção periódica e ocupação inteligente do espaço é a chave para o uso com qualidade dessa tipologia de edificação.

#### 4.3. Condições de insolação e desempenho luminoso do edifício

Um dos elementos que tem importância decisiva nas condições climáticas interiores dos edifícios está relacionado às aberturas por onde entra a luz, como portas, janelas, clarabóias etc. A disposição dos vãos e aberturas nos ambientes construídos não se restringem à função de acesso e visão do exterior, mas garantem questões importantes de circulação, iluminação e ventilação, fundamentais à definição das características ambientais internas e à interação da edificação com o ambiente externo.

A quantidade de luz que chega aos ambientes dentro do edifício depende de uma série de fatores, dentre os quais um dos mais importantes são as condições de insolação. Além dessas condições, a iluminância interna depende também das condições do céu, principalmente a nebulosidade, bem como de diversos fatores relativos ao ambiente, como cores das superfícies, e o tamanho, tipo e posição das aberturas de iluminação.

Para a análise das condições de insolação de um determinado edifício é necessário saber sua orientação, determinada pela direção do *norte geográfico* (*norte solar*). Cabe enfatizar que o norte solar é diferente do norte indicado por uma bússola (norte magnético). A diferença, variável em função da posição geográfica, é chamada de *declinação magnética* e pode ser calculada tendo em mãos as coordenadas de latitude e longitude do local<sup>14</sup>. Com essas informações, é possível analisar as condições de implantação do edifício em relação ao movimento aparente do sol, variável ao longo do ano.

O movimento aparente do sol em um determinado local pode ser representado através de uma *carta solar*. A superposição desse gráfico ao desenho arquitetônico permite avaliar as posições do sol ao longo do ano, determinando os horários de insolação de cada fachada, bem como a eficiência de dispositivos de proteção solar das aberturas, minimizando o consumo energético do sistema de ar-condicionado (caso exista) e otimizando o aproveitamento da luz natural.

### Conclusão

Em qualquer projeto de Conservação Preventiva, é indispensável o conhecimento da edificação para elaborações de propostas. Do posicionamento de mobiliário aos protocolos de manutenção; da definição dos suportes de acondicionamento à escolha do sistema de controle ambiental, tudo demanda o conhecimento exaustivo do prédio e do seu entorno, bem como das características das coleções instaladas. Assim, a exeqüibilidade, economia e eficiência de um projeto nessa área dependem de uma equipe multidisciplinar que possa discutir e compartilhar problemas e soluções no que tange ao uso do edifício, a segurança dos acervos e planos diretores.

### Referências

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6492: representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.*

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10067: princípios gerais de representação em desenho técnico: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Coletânea de normas de sistemas de gestão da qualidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ALLEN, Edward. *Construcción: cómo funciona un edificio; principios elementales*. 7. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

BECK, Ingrid (coord.). *Meio ambiente*. Tradução de Elizabeth Larkin Nascimento [e] Francisco de Castro Azevedo. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos – Arquivo Nacional, 1997. 36 p. (n. 14-17: meio ambiente). Disponível em [http://siarq02.siarq.unicamp.br/cpba/cadtec/cadtec\\_14-17.htm](http://siarq02.siarq.unicamp.br/cpba/cadtec/cadtec_14-17.htm)

CHING, Frank. *Representação gráfica em arquitetura*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, AGRONOMIA E ARQUITETURA. DECISÃO NORMATIVA N. 80, DE 25 DE MAIO DE 2007. Disponível em: <http://www.iab.org.br/wp-content/uploads/2007/06/dn-80-2007-restauro.pdf>

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, AGRONOMIA E ARQUITETURA DE MINAS GERAIS. *Decisão Normalizadora N. 17/2001*. Disponível em: <http://www.crea-mg.org.br/interna.aspx?id=1586&Expand=>

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, AGRONOMIA E ARQUITETURA DO PARANÁ. *Deliberação Normativa 28/2000-CEARQ*. Disponível em: [http://www.nc.ufpr.br/concursos\\_externos/crea/arquivos/legisla%E7%E3o/arquitetura/dn28-00.pdf](http://www.nc.ufpr.br/concursos_externos/crea/arquivos/legisla%E7%E3o/arquitetura/dn28-00.pdf)

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, AGRONOMIA E ARQUITETURA DO PARANÁ. *Manual de fiscalização da Câmara Especializada de Arquitetura, 2007*. Disponível em: [http://www.crea-sc.org.br/manuais/diversos/manual\\_arquitetura.pdf](http://www.crea-sc.org.br/manuais/diversos/manual_arquitetura.pdf)

FABRÍCIO, M. M. e MELHADO, S. B. *Projeto simultâneo e a qualidade na construção de edifícios. Seminário Internacional NUTAU '98; Arquitetura e Urbanismo - Tecnologias para o Século 21, São Paulo, 1998. Anais (CD-ROM). São Paulo: FAU-USP, 1998.*

FABRÍCIO, M. M. *Projeto simultâneo na construção de edifícios. 2002. 327 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.*

GEHBAUER, Fritz et al. *Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil-Alemanha. Curitiba: CEFET-PR, 2002.*

GONZÁLEZ, José Luis; CASALS, Albert e FALCONES, Alejandro. *Claves del construir arquitectónico. Barcelona: Gustavo Gili, 1997 3 v.*

LAMBERTS, Roberto. DUTRA, Luciano e PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. *Eficiência energética na arquitetura. 2. ed. rev. São Paulo: Prolivros, 2004.*

LEGGITT, Jim. *Desenho de arquitetura: técnicas e atalhos que usam tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2004.*

MELHADO, S. B. (coord.) et al. *Coordenação de projetos de edificações. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.*

MONTENEGRO, Gildo A. *Desenho arquitetônico: para cursos técnicos de 2º grau e faculdades de arquitetura. 4. ed. São Paulo: E Blucher, 2001.*

MONZEGLIO, E. *Disciplina AUP.5820 - Sistemáticas de pesquisa na linguagem do desenho. Disponível em [http://www.fau.usp.br/disciplinas/disciplinas\\_pos/aup\\_5820\\_2006.pdf](http://www.fau.usp.br/disciplinas/disciplinas_pos/aup_5820_2006.pdf)*

PARAIZO, R. C. *A representação do patrimônio urbano em hipertextos: um estudo sobre o Palácio Monroe. 2003, 132 p., il. Tese (Mestrado em Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em <http://www.nitnet.com.br/~rodcury/dissertacao/sumario.htm>*

PARAIZO, R. C. *A representação do patrimônio urbano em hipertextos: um estudo sobre o Palácio Monroe. In: VIII Congresso Ibero-Americano de Gráfica*

Digital, 2004, São Leopoldo, RS. Anais do VIII Congresso Ibero-Americano de Gráfica Digital: o sentido e o Universo Digital. São Leopoldo, RS: Sigradi/Unisinos, 2004. v. 1. p. 200-202.

PARAIZO, R. C. A Construção de narrativas do patrimônio urbano em hiperdocumentos. In: IX Congresso Ibero-Americano de Gráfica Digital, 2005, Lima. Visão e Visualização – Anais. Lima : Universidad de Ciencias Aplicadas, 2005. v. 1. Disponível em [http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2005\\_623.content.pdf](http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2005_623.content.pdf)

PARICIO, Ignacio. La construcción de la arquitectura. 3. ed. Barcelona: ITC, 1997.

PETRIGNANI, Achille. Tecnologias de la arquitectura. 2. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1979.

RAMALHO LESSA. Diretrizes de intervenção. Disponível em: <http://ramalholessa.com/port/diretriz.html>

ROMO, Fernando Rodríguez. Nota Técnica 1 - El edificio como envolvente: clima interior e exterior; Nota Técnica 2 - Edificios construidos con materiales y técnicas tradicionales: condiciones ambientales en su uso para museos; formas de conservación. Nota Técnica 3 - Edificios construidos con materiales contemporáneos de construcción: condiciones ambientales en su uso para museos; formas de conservación. GCI, 1995.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Desenho elétrico – elétrica. Disponível em: [http://arquivos.coinfo.cefetpb.edu.br/~ilton/apostilas/discip\\_yahoo/hipertexto\\_minicurso/arq/DesenhosEletricos.pdf](http://arquivos.coinfo.cefetpb.edu.br/~ilton/apostilas/discip_yahoo/hipertexto_minicurso/arq/DesenhosEletricos.pdf)

SILVA, Sylvio F. da. A linguagem do desenho técnico. Rio de Janeiro: LTR, 1984.

SPERLING, D. M. . O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o Museu Guggenheim de Bilbao. In: Workshop nacional de gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2002, Porto Alegre. Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2002. Disponível em: <http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/A038.pdf> (acessado em 13/11/2007).

THOMSON, Garry. The Museum Environment. 2. ed. Londres: Butterworth, 1994.

*TRINKLEY, Michael. Considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas: planejamento para preservação. Coord. Ingrid Beck; tradução de José Luiz Pedersoli Júnior e Luiz Antonio Cruz Souza. Rio de Janeiro: Projeto Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos – Arquivo Nacional, 1997. 102p., il. (n. 38: edifício/preservação) Disponível em: [http://siarq02.siarq.unicamp.br/cpba/cadtec/cadtec\\_38.htm](http://siarq02.siarq.unicamp.br/cpba/cadtec/cadtec_38.htm)*

*VASCONCELLOS, Sylvio de. Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos. 5. ed. rev. Belo Horizonte: UFMG, 1979. 186 p. (Patrimônio cultural; 2)*

*VILLALBA, Antonio Castro. Historia de la construcción arquitectónica. Barcelona: Edicions UPC, 1995.*

*VINUALES, Graciela. Patrimonio arquitectónico: aportes a la cultura nacional y americana. Buenos Aires: Instituto Argentino de Investigaciones, 1990.*

## Notas de pe de pagina

### Pag 10

1 Um Programa Arquitetônico de Necessidades é constituído por uma lista de espaços, com suas respectivas funções e atividades, que devem ser atendidas pelo edifício. Essa lista pode incluir detalhes relativos a pessoas, materiais, equipamentos e instalações, bem como definições relativas às dimensões necessárias aos espaços. O programa de um museu é composto resumidamente de espaços para exposições, espaços de guarda do acervo, reservas e laboratórios técnicos e científicos, área administrativa e de serviços gerais. Contemporaneamente, o museu tem adquirido outras funções que extrapolam a conservação, guarda e exposição do acervo, incorporando com frequência elementos do Programa de Necessidades de outras tipologias, como as escolas, os centros culturais e os teatros.

### Pag 12

2 [www.cpba.net](http://www.cpba.net) (acessado em 13/11/2007).

### Pag 13

3 [www.antac.org.br](http://www.antac.org.br) (acessado em 13/11/2007).

4 <http://silviobm.pcc.usp.br/GT-ANTAC.htm> (acessado em 13/11/2007).

5 <http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/> (acessado em 13/11/2007).

6 <http://www.pcc.usp.br/silviobm/Default.htm> (acessado em 13/11/2007).

7 <http://www.eesc.usp.br/sap/docentes/fabricio/Fabricio.htm> (acessado em 13/11/2007).

Pag 15

9 [http://pt.wikipedia.org/wiki/Desenho\\_arquitet](http://pt.wikipedia.org/wiki/Desenho_arquitet)

pag 22

10 A alvenaria é constituída por pedras aglomeradas por uma argamassa. Na cantaria, as pedras maiores são calçadas por pedras menores e a ensilharia é composta por blocos de pedra cortados regularmente e encaixados.

11 Baldrame - peça horizontal de madeira que sustenta a parede, apoiando-se nos esteios.

Pag 31

13 O fator solar é uma porcentagem que expressa a quantidade total de radiação solar que atravessa o vidro, em relação à radiação incidente.

Pag 41

14 <http://www.ngdc.noaa.gov/seg/geomag/magfield.shtml>