

## O RESTAURO DE ARGAMASSA DE CAL NO BRASIL

Cybèle Celestino Santiago Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> UFBA—Universidade Federal da Bahia

### RESUMO

Uma das linhas principais de investigação do Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração (NTPR) é a das argamassas antigas, que apresentavam como ligante a cal. Neste texto serão feitas algumas considerações acerca dos constituintes e traços das argamassas, levando-se em consideração não apenas as referências históricas, desde Vitruvius, mas também os resultados de diversos ensaios realizados na Universidade Federal da Bahia em argamassas provenientes de monumentos que sofreram intervenções de restauro ou em argamassas preparadas no próprio laboratório.

**Palavra-chave:** argamassa; argamassa de cal; restauração de monumentos.

### ABSTRACT

One of the main lines of research of the Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração (NTPR – Technological Center for Preservation and Restoration) is the one of historical mortars, which had lime as binder. On this paper it will be made some considerations about their composition and the proportions of the ingredients in the mortars. It will be taken into account not only the historical references, since Vitruvius, but also the results of laboratorial analysis performed at the Federal University of Bahia on mortars that came from monuments that were restored or in mortars that were prepared in the lab.

**Keywords:** mortar; lime mortar; restoration of monuments.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na década de 70 (século XX), foi criado o Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração (NTPR), um laboratório fruto da colaboração entre o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e a Universidade Federal da Bahia (UFBA). O laboratório, sediado na Escola Politécnica e ligado ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFBA, foi o pioneiro da América Latina na área de ciência da conservação, e dedica-se, basicamente, ao estudo da durabilidade do construído.



NTPR – Vista da sala principal.

O NTPR conseguiu, aos poucos, atrair para a atividade voltada para o restauro, geólogos, químicos, físicos, biólogos, engenheiros de diversas especialidades, arquitetos, artistas plásticos (restauradores de bens móveis), o que não ocorria antes, no Brasil. Todos passaram a trabalhar conjuntamente visando caracterizar/ identificar as patologias dos materiais e das estruturas dos monumentos históricos, de modo a subsidiar os projetos de intervenção.

Com relação específica à atividade de restauro desenvolvida no Brasil, destaca-se ainda, o seguinte:

a) O Brasil é um país de grandes dimensões territoriais, o que dificulta sobremodo a operacionalização das

atividades, tais como uma simples vistoria ou mesmo a realização de uma grande obra. Associado a isto, o número de técnicos é reduzido, o que é um fator complicador;

b) O órgão federal de tombamento e fiscalização, o IPHAN, por exemplo, é dividido em várias Diretorias Regionais, algumas das quais abrangem vários estados. Como muitos dos estados são maiores do que alguns países europeus, torna-se muito difícil agir de maneira satisfatória;

c) O financiamento de obras de conservação/restauração, em monumentos classificados como patrimônio histórico, é difícil de ser obtido, pois as obras são caras e os recursos escassos. Por outro lado, nota-se, por vezes, o desinteresse por parte do proprietário do imóvel em proceder, com recursos próprios, a restauração do mesmo, tendo em vista que há restrições de projeto e as obras são caras.

Entretanto, mesmo com todos estes problemas, que se repetem nos diversos estados brasileiros, ainda há dirigentes e firmas de restauro que se preocupam com a boa qualidade das intervenções, buscando meios para realizá-las a contento.

No NTPR, como já mencionado, são realizados diversos ensaios e análises de materiais de construção provenientes de monumentos espalhados por todo o país. Dentre eles, é frequente o recebimento de amostras de argamassas para que seja averiguada sua composição provável ou que seja feita a identificação da presença de sais solúveis, o teor de umidade. Uma das linhas principais de investigação do NTPR é, pois, a das argamassas antigas e, por isto, vamos nos deter sobre o argumento.

As argamassas, segundo Vincenzo Scamozzi, eram consideradas como os nervos e a força das construções (SCAMOZZI, 1615). Do latim arenatum (ou harenatum), as argamassas, ainda hoje, são definidas, geralmente, de maneira pouco clara: mistura de ligante, areia e água.

A argamassa é um material composto. Logo, para

explicitar suas características e propriedades, faz-se necessário tecer comentários acerca dos seus diversos constituintes. Os comentários começarão pela cal, pois este foi o aglomerante mais usado nas construções, para a fabricação de argamassas de assentamento e de revestimento, até o século XIX. A partir deste período, com a descoberta do cimento tipo Portland, o aglomerante passou a cair em desuso, face a algumas vantagens apresentadas pelo cimento, tais como a rapidez no endurecimento, a alta resistência mecânica e a possibilidade de uso associado ao aço na confecção de elementos estruturais, como lajes, vigas e pilares.

Consideramos a definição pouco clara porque ela, por vezes, é restritiva. Como uma forma primitiva de unir pedras e tijolos, de modo a formar uma alvenaria, usava-se, antigamente, por exemplo, uma mistura simples de solo e água. Não se usava aglomerante (ligante) nem areia e a fração argilosa presente em grande quantidade no solo é que, ao endurecer, desempenhava a função do aglomerante. Posteriormente, o solo passou a ser usado como uma adição à mistura básica de areia, ligante (no caso, a cal) e água.

São comuns, por exemplo, no Brasil, as argamassas de cal e areia com solo, pouco comuns na Europa. O sistema foi trazido para o país no Período Colonial, pelos portugueses e, hoje em dia, mesmo sendo raras as argamassas com cal, o solo é acrescentado à argamassa de cimento – sob a forma de caulim ou arenoso – em algumas regiões do país, com a função básica de alteração da plasticidade e minoração da retração, tão comum em nossas argamassas de revestimento. Uma argamassa contendo solo na sua composição é, no Brasil, conhecida atualmente como argamassa “bastarda”.

Vitrúvio não dedicou uma parte específica do seu livro às argamassas, mas mencionou alguma de suas características, assim como detalhes acerca dos traços recomendados no seu preparo: Quando essa [a cal] sarà spenta allora la malta si mescoli in modo che se se sarà di cava, se mescolino ter parte di sabbia e uma di

---

calce, se invece sara fluviale o marina si mettano due di sabbia e una di calce (VITRUVIO, 1997).

Com relação à escolha da areia adequada para uso na argamassa, Vitruvius frisava que seria considerada como boa aquela que não contivesse terra, o que seria comprovado se ela não manchasse um lenço branco. Esta recomendação foi repassada ao longo dos séculos em tratados e livros de arquitetura e engenharia militar, apesar de não ter sido demonstrado nenhum ensaio feito, mesmo que de modo empírico, para comprovar a má qualidade do produto resultante.

Atualmente, vários ensaios de caracterização de argamassas tradicionalmente usadas em construções brasileiras e portuguesas comprovam o uso de alguma porção de solo, quer tivesse sido ele colocado intencionalmente na mistura, como componente da mesma, ou que tivesse sido nela incluído como impureza presente na areia. O que os portugueses fizeram no Brasil, como já mencionado, foi usar em suas construções, as argamassas bastardas, e isto não levou à degradação das mesmas, o que é comprovado por meio do grande número de construções do período colonial ainda remanescentes.

No NTPR foram já desenvolvidos estudos específicos acerca da caracterização das argamassas antigas de construções do período colonial. Várias dissertações de mestrado e algumas teses de doutorado já versaram sobre o tema, assim como foram apresentados diversos resultados de pesquisa em eventos internacionais, tendo os textos apresentados nos eventos sido publicados nos referidos anais. A arquiteta Tereza Cristina Oliveira, por exemplo, pesquisou especificamente sobre a composição e as características das argamassas bastardas. O resultado da sua pesquisa culminou com uma dissertação de mestrado sobre as argamassas bastardas (OLIVEIRA, 1995). Além disto, no NTPR são feitos ensaios para a definição dos traços prováveis de argamassas de cal existentes em vários monumentos do Brasil e alguns de outros países da América Latina, visando orientar a restauração dos mesmos.

Cal, argila, areia	Tensão de compressão (MPa) sem carbonatação	Tensão de compressão (MPa) com carbonatação
1:1:3 – Ilita	2.30	3.40
1:1/2:3 – Ilita	0.83	1.30
1:1:3 – Caulinita	0.56	2.90
1:1/2:3 – Caulinita	1.10	2.20
1:1:3 – Lateritita	0.96	1.13
1:1/2:3 – Lateritita	0.80	1.13

O quadro a seguir ilustra alguns traços encontrados para argamassas bastardas caracterizadas no NTPR, com a identificação do argilomineral presente na mistura:

O uso da argamassa de cal no Brasil antecede a fundação da Cidade de Salvador, em 1549, pois vem desde a época das Capitâneas Hereditárias. Mas, é a partir da criação da nova Capital que aparece a documentação de época, na qual estão listados os profissionais que teriam vindo de Portugal para a construção da Cidade. Nela consta, dentre outros, além dos homens de armas necessários à defesa do local, carpinteiros, taapeiros, telheiros e caeiros (ARQUIVOS NACIONAIS DA TORRE DO TOMBO, 1551). Os últimos seriam os responsáveis pelo preparo do aglomerante, feito, segundo indica Gabriel Soares de Sousa (SOUSA, 1587), a partir de “pedras muito crespas e artificiosas para outras curiosidades e não nascem em pedreiras, mas acham-se soltas em muita quantidade. Estas pedras são sobre o leve por serem por dentro organizadas em alféolas”. Tais pedras eram os corais, encontrados em abundância na área. Deste modo, a cal era preparada a partir de corais, e não a partir de rochas calcárias, como em Lisboa.

Gabriel Soares de Sousa, inclusive, informava não ser necessário o envio de pedras de lioz de Portugal para a confecção da cal, já que os corais atendiam muito bem ao objetivo, conseguindo-se com os mesmos obter uma cal de ótima qualidade (SOUSA, 1587).

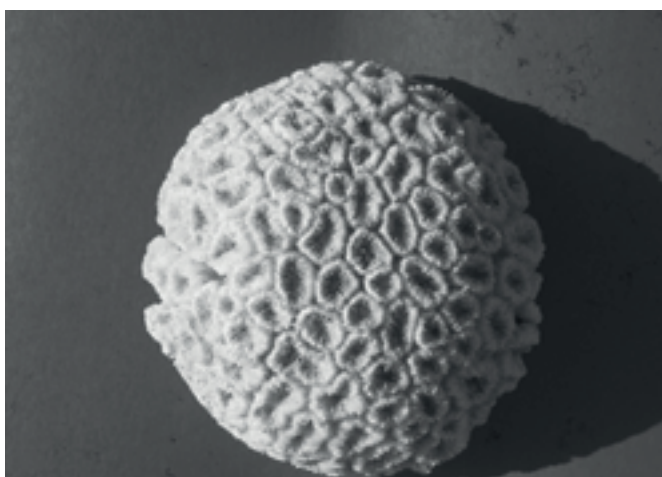
A cal usada em Salvador, a princípio, vinha da Ilha de

Itaparica, a maior ilha da Baía de Todos os Santos, ilha esta localizada em frente ao sítio de implantação da Cidade, a catorze quilômetros de distância.

Em Itaparica, foi autorizada a construção de fornos de cal – o que é comprovado em documentos antigos, como na carta do mestre Luís Dias (ANDRADE, 1958) e, até a segunda metade do século XX, ainda existiam na região alguns locais onde a cal era produzida.

A maioria das cales usadas antigamente, em Salvador, era de origem biológica. Não apenas provenientes de corais, mas também da calcinação de conchas de bivalves. O fato é facilmente comprovado através da observação de paredes sem reboco existentes em diversas edificações da nossa cidade, tanto em nível macroscópico, como também por análise microscópica.

Os corais, seguramente usados no preparo de cal em Salvador, foram em geral do gênero *Mussismilia* ou então *Meandrina brasiliensis*. Também foram encontrados fragmentos de cascas de bivalves, mas tais fragmentos não foram identificados.



Coral do gênero *Mussismilia*.

Alguns ensaios de caracterização já foram efetuados no Instituto de Química da UFBA em cales provenientes de rochas calcárias, corais e conchas de moluscos, com a técnica de espectroscopia de emissão atômica, por plasma indutivamente acoplado (ICP-AES), de modo a avaliar-se a composição química das matérias-

primas (além da presença do óxido de cálcio e do de magnésio), em uma tentativa de verificar, por exemplo, se a presença de óxido de bário ou de estrôncio poderia ser responsável pelo seu bom desempenho em comparação com as cales industrializadas. Os resultados das análises efetuadas, porém, ainda não são conclusivos.

Alguns ensaios para a avaliação do comportamento de corpos de prova à compressão também foram realizados utilizando-se prensas, em conformidade com as normas brasileiras, em uma tentativa de verificar a influência das matérias-primas no comportamento das argamassas endurecidas.

Quanto ao uso de solo local, sob a forma de “saibro”, nas argamassas de cal, no Período Colonial, constata-se que eram obtidos em jazidas nas imediações da cidade ou através da remoção de construções públicas para emprego nas casas e, principalmente, nas fortificações. Sobre o termo “saibro” caberia, porém, uma explicação: embora derive do vocábulo latino *sabulo* (*sabulonis*), o que quer dizer areia grossa, a partir de certo momento, na língua portuguesa, passa a significar solo arenoso.

Apesar de ser explicitamente recriminado nos livros publicados até o século XIX o uso, nas argamassas, de areias que contivessem argila, o seu emprego foi abundante, tanto em Portugal quanto no Brasil. Além dos inúmeros ensaios que tem comprovado o fato, o texto da autoria do padre português Ignácio de Vasconcellos cita que, na Cidade de Lisboa, encontrava-se, na época, uma terra avermelhada chamada saibro, a qual continha alguma areia (muito pouca) e se via, por experiência, que tal material fazia boa liga com a cal [...] (VASCONCELLOS, 1733). Dentro do mesmo argumento, em finais do século XX, o pesquisador português Vítor M. Lopes dos Santos (SANTOS, 1994) informou que nas casas da Baixa Pombalina, em Lisboa, era usado o saibro, uma areia argilosa amarelo-avermelhada, misturada com cal em pedra e porções de sebo, nas construções.

Com relação aos aditivos, a literatura é rica em citações



informando quais os que eram usados nas argamassas antigas. O rol é enorme, e está repleto de exemplos de aditivos orgânicos e inorgânicos. Óleos diversos, sucos, ovos, leite, cerveja, mucilagem de cactos, melaço de cana-de-açúcar, pó cerâmico, palha, casca de arroz são apenas alguns deles.

Vários são os ensaios a serem feitos visando a identificação da composição de argamassas antigas, principalmente se a intenção é descobrir qual os aditivos usados. Na realidade, é de fundamental importância a referência histórica acerca do monumento específico do qual a amostra foi retirada, ou pelo menos da região onde a edificação foi erguida.

No NTPR, várias foram as pesquisas de mestrado desenvolvidas visando o estudo específico de aditivos porventura usados nas misturas. Óleo de baleia, açúcar, sangue de boi e mucilagem de cactos são alguns. O pó de tijolo também tem sido estudado, misturado com a areia e a cal, ou mesmo em misturas sem areia, dando resultados satisfatórios. A literatura antiga, ao citar o uso do material cerâmico pulverizado, indica pó de tijolos e de telhas, às vezes dando preferência ao material proveniente de tijolos ou telhas retirados de construções antigas.

Os ensaios para a caracterização das argamassas, realizados no NTPR, seguem as normas brasileiras (ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas) e, na falta delas, a NORMAL italiana ou a ASTM (American Standard for Testing Materials), dos Estados Unidos, assim como as Normas Portuguesas (LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil).

O primeiro ensaio normalmente feito em uma amostra, caso haja indicação, é o de determinação de umidade da amostra, de modo a avaliar as condições do material, a salubridade do imóvel e a eventual necessidade de erradicação de algum problema existente no local, que esteja contribuindo para isto.

Outro ensaio, feito com bastante frequência, é a determinação do teor de sais solúveis presentes, pois

no caso de cidades litorâneas ou próximas do litoral, o aerossol salino oferece danos aos materiais porosos, de maneira geral. É, também, possível efetuar a dosagem quantitativa dos sais, por espectrofotometria, em soluções aquosas, mas rotineiramente é feita a identificação apenas qualitativa da presença dos íons cloreto, nitrato ou sulfato.

Com relação à dosagem dos componentes, em uma argamassa proveniente de um monumento, faz-se o ensaio de calcimetria, tendo por base a metodologia descrita por Jeanne Marie Teutonico no seu manual para a realização de ensaios de laboratório (TEUTONICO, 1988) embora, eventualmente, se empregue o calcímetro de Dietrich-Fruehling. É verdade que estas metodologias não trazem resultados extremamente exatos, mas são suficientes para se ter uma ideia da composição do material, já que a amostragem possível em um monumento pode não ser muito representativa do conjunto, pela forma de mistura rudimentar das argamassas no passado.

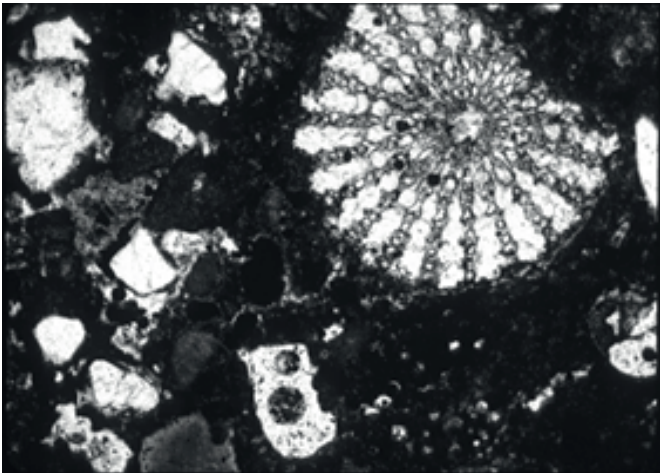
A microscopia ótica pode ser realizada em seções delgadas ou seções polidas. Por vezes, a consolidação na amostra é feita. Em várias delas, como mencionado, têm sido detectados restos de carapaças de animais marinhos, tanto macroscópicos quanto microscópicos.



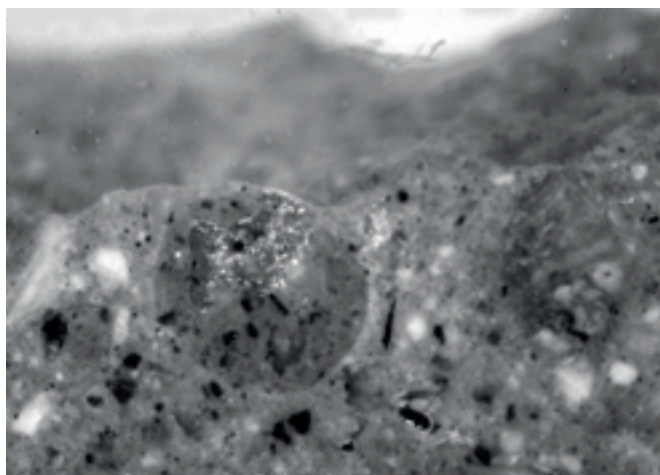
Preparo de amostra (polimento).



Análise ao microscópio.



Secção delgada de argamassa.



Secção polida de argamassa.

A Microscopia Eletrônica de Varredura é, por vezes realizada, mas o NTPR não dispõe do equipamento, de modo que os ensaios tem que ser feitos em outras instituições.

No caso de pesquisa envolvendo argamassas preparadas em laboratório, de modo a conhecer-se o comportamento do material para posterior intervenção, a caracterização do agregado miúdo é feita (o que também ocorre quando o material é a argamassa antiga). Primeiramente, determina-se sua granulometria, utilizando-se uma série de peneiras normatizadas pela ABNT. É, posteriormente, procedida a avaliação dos teores de sais solúveis e de impurezas orgânicas presentes na amostra.

A cal normalmente usada, atualmente, é a cal hidratada, tipo CH-1, comercializada na região em sacos de 20kg. Os corpos de provas podem ser preparados com a pasta de cal ou com a cal em pó. Entretanto, como no NTPR está sendo desenvolvida uma pesquisa voltada para o estudo do comportamento de argamassas de cal provenientes de conchas de alguns bivalves (*Anomalocardia brasiliana*) existentes no Recôncavo Baiano, a cal usada na confecção de corpos de prova está sendo preparada no próprio laboratório, com o auxílio de forno tipo mufla.

A moldagem é acompanhada de ensaios de avaliação do comportamento da argamassa no estado fresco (ensaio da mesa de consistência, de tempo de pega e de retenção de água). Destaca-se que a moldagem é feita sob vibração, para atingir-se uma melhor compactação. A cura a seco é feita no próprio laboratório, durante no mínimo quatro meses, mas às vezes usa-se a câmara de carbonatação acelerada para conseguir-se uma maior rapidez no processo, pois seu uso propicia a realização de ensaios em corpos de prova de apenas 15 dias, o que não seria possível, caso a argamassa de cal secasse naturalmente.

Até finais de 2005, as normas brasileiras previam que as argamassas fossem preparadas em moldes cilíndricos de 5cm x 10cm. Tais corpos de provas seriam submetidos à compressão e à compressão diametral (Método Brasileiro de ensaio à tração), de modo a avaliar a sua resistência mecânica. Desde então, as normas prevêm a elaboração de corpos de provas



Moldagem de corpos de prova em argamassadeira.

prismáticos (4 cm x 4 cm x 16cm), pois ficou constatado que proporcionam melhores resultados.

As amostras de argamassa endurecidas são também submetidas a ensaios de retração/ expansão, absorção total de água, observações visuais com o auxílio da microscopia ótica, difratometria de raios-X e análise semi-quantitativa dos elementos (ex.: fluorescência de raios-X).



Ensaio de expansão.

Não obstante as nossas limitações, temos cumprido a nossa função de mostrar que, se os fundamentos teóricos e críticos são importantes na intervenção sobre um monumento, ela só pode se completar com o apoio da ciência da conservação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Rodrigo Melo Franco, *Artistas Coloniais*, RJ, MEC, 1958. Apud SIMAS FILHO, Américo, *A propósito de Luís Dias*, Salvador, FGM, 1998.

ARQUIVOS NACIONAIS DA TORRE DO TOMBO, *Papéis do Brasil*, avulsos 3, no 6, Doc. de 13/8/1551.

OLIVEIRA, Teresa Cristina M. de, "Argamassas bastardas" e suas características físicas, químicas e tecnológicas, Salvador, Faculdade de Arquitetura da UFBA, 1995. Dissertação de mestrado.

SANTOS, Victor M. Lopes dos, *O sistema construtivo pombalino em Lisboa em edifícios urbanos agrupados de relação colectiva: estudo de um legado humanista da segunda metade do século XVIII*. Contributo para uma abordagem na área da recuperação e restauro arquitectónico do património construído, Lisboa, Faculdade de Arquitetura da Universidade Técnica de Lisboa, 1994. Tese de doutorado.

SCAMOZZI, Vincenzo, *L'idea della architettura universale* (Veneza, V. Scamozzi, 1615), fac-símile, no 9, Sala Bolognese, Arnaldo Forni, 1982. *Bibl. Di Architettura Urbanística, Teoria e Storia*, coord. Por Roberto Fregna e Giulio Nanetti.

SOUSA, Gabriel Soares de, *Noticia do Brazil: descripçam verdadeira da costa daquele estado que pertence a coroa do Reyno de Portugal, sitio da Bahia de Todos os Santos & fertilidade daquela província, com rellação de todas as aves, animaes, peixes, bichos, plantas, e costumes dos gentios muito sertã, e curiosa* (Mss., 1587), transcr. em português atual por Maria da Graça Pericão, Lisboa, ALFA, 1989.

VASCONCELLOS, Ignácio da Piedade (Pe.), *Artefactos symmetriacos: e geométricos, advertidos, e descobertos pella industriosa perfeição das artes*, Lisboa Occidental, Joseph Antonio da Sylva, 1733.

VITRUVIO. *De Architettura*. A/c de Pierre Gros. Trad. e comentários de Antonio Corso e Elisa Romano. Turim, Giulio Einaudi Editore, 1997. Vol. 1.

TEUTONICO, Jeanne-Marie, *A laboratory manual for architectural conservators*, Roma, ICCROM, 1988.



## O SISTEMA HIGROREGULÁVEL DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES HIGROTÉRMICAS

De forma a minimizar o risco de condensações e o sobreaquecimento no período de verão do Pátio das Nações, associado aos lanternins de iluminação / ventilação da cobertura, foi instalado um sistema higroregulável automático de controlo das condições higrotérmicas, composto pelos seguintes elementos (Figura 8 e Figura 10):

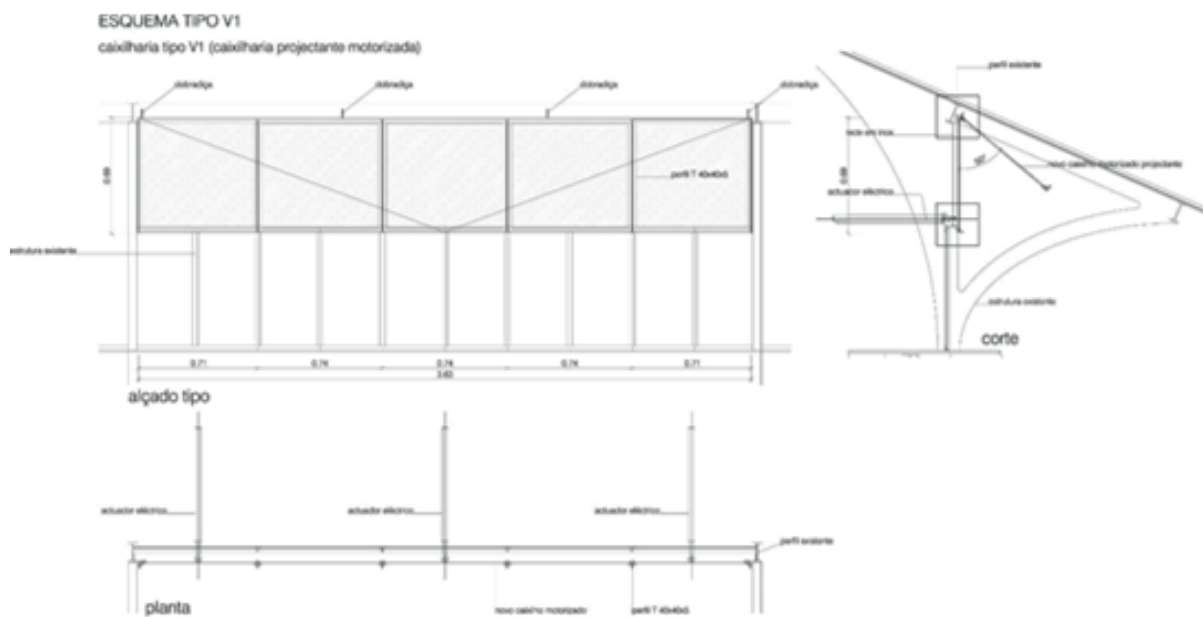
- Caixilharias exteriores projetantes motorizadas, fixadas à estrutura metálica original em substituição das grelhas de ventilação dos lanternins existentes (Figura 8, Figura 9 e Figura 11). No interior dos lanternins foi aplicada uma rede antiaves, em inox;
- Conjunto de actuadores eléctricos comandados pelo sistema higroregulável. Foram instalados um total de 16 actuadores nos vãos superiores e 12 nos inferiores (dois por vão), seleccionados em função do peso do vão (caixilharia de ferro + painel de vidro com cerca de 120kg);
- Central de comando composta por um controlador de abertura/encerramento, sensores de tem-

peratura, de humidade relativa, de velocidade do vento e de precipitação;

- Dois sensores para medição da temperatura e humidade relativa, colocados no interior da cobertura envidraçada de forma diametralmente oposta, junto aos vãos inferiores (Figura 10);
- Pluviómetro e anemómetro aplicados no exterior da cobertura, para medição da precipitação e da velocidade do vento, respetivamente.

O sistema higroregulável automático instalado de controlo das condições higrotérmicas encontra-se programado de acordo com o seguinte princípio de funcionamento (Figura 10):

- Quando a velocidade do vento é superior a um valor predefinido, ocorre o encerramento automático dos lanternins;
- Em condições de velocidade do vento normais, são os valores da temperatura e da humidade relativa no interior que condicionam a abertura/encerramento dos lanternins;
- Complementarmente, os lanternins são também dotados de um dispositivo que garante a abertura e o encerramento por controlo direto do operador;
- A programação poderá ser ajustada em função das condições de uso pretendidas pela Associação Comercial do Porto.



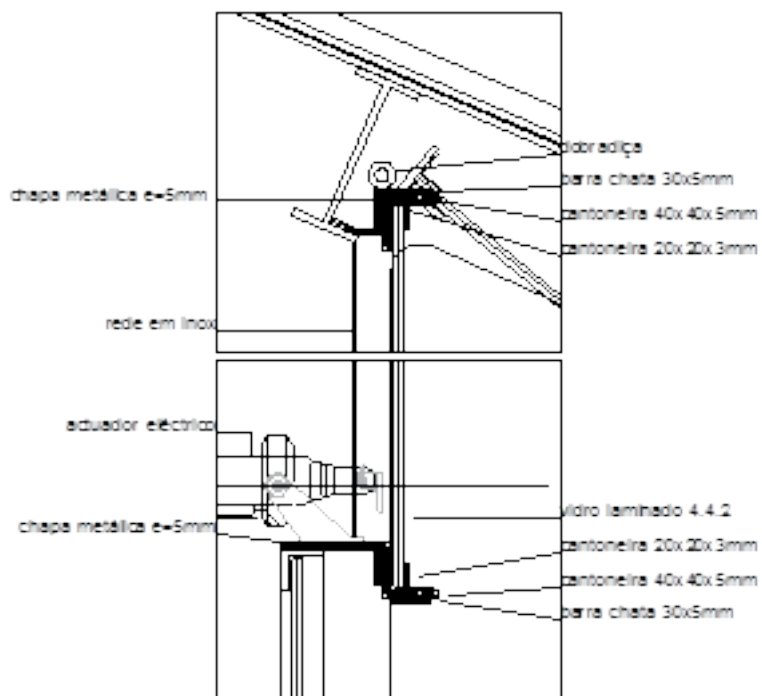


Figura 8: Intervenção nos lanternins de iluminação/ventilação – desenhos de projeto. [3]

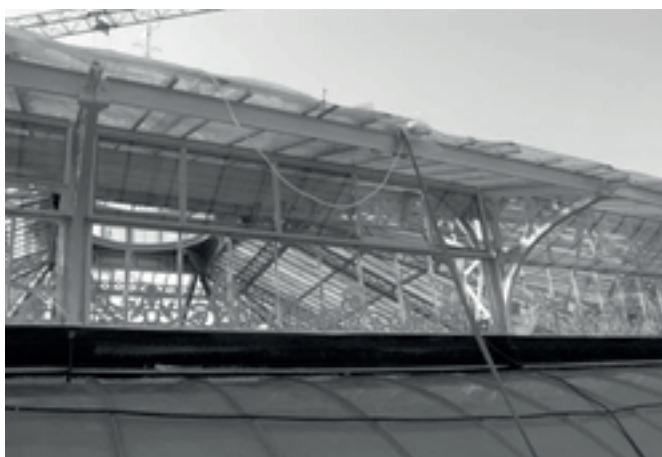


Figura 9: Aplicação de caixilharias exteriores nos lanternins de iluminação/ventilação.

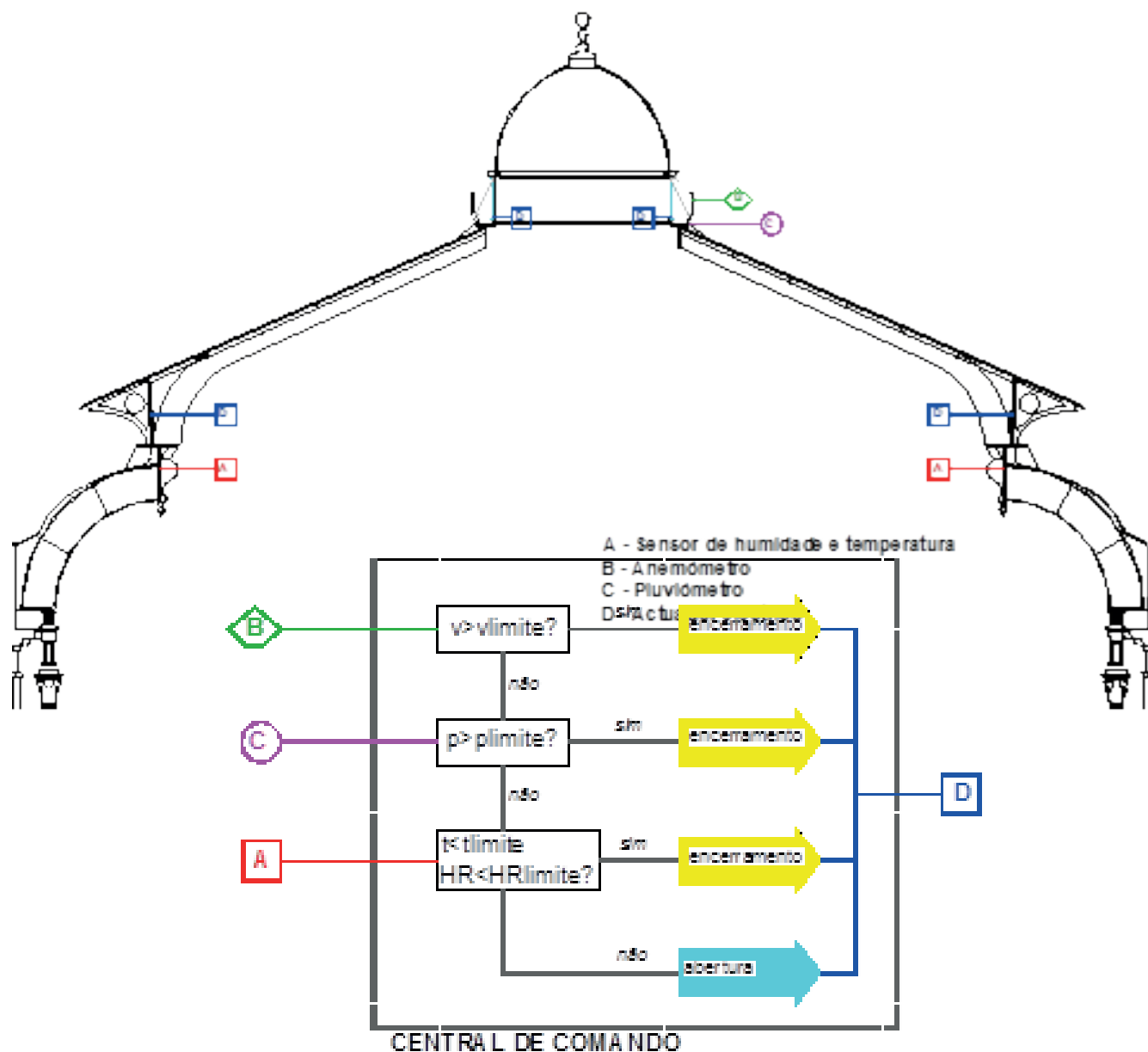


Figura 10: Localização esquemática dos elementos e princípio de funcionamento do sistema higroregulável de controlo das condições higrotérmicas.

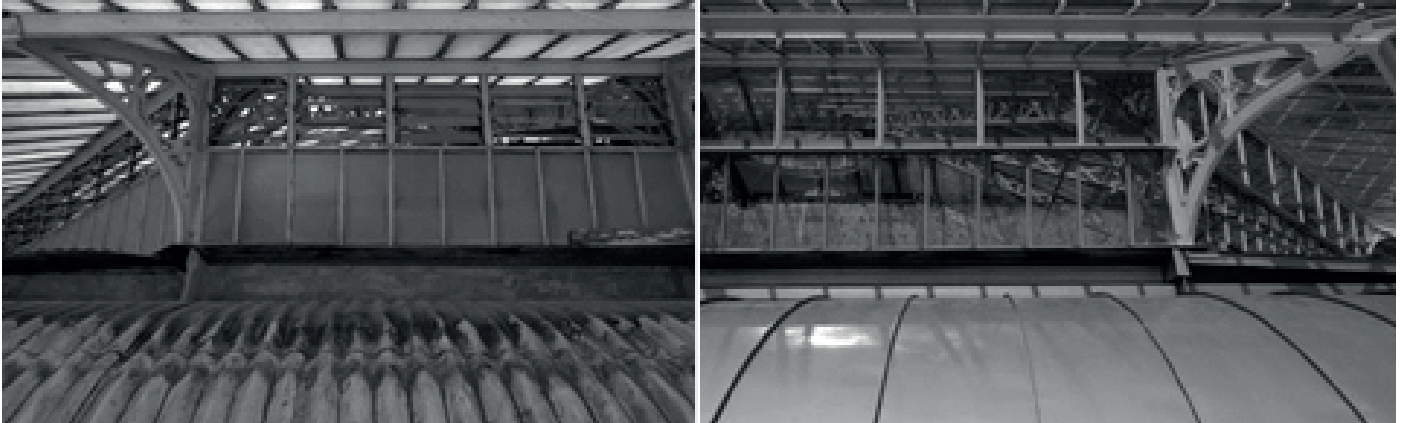


Figura 11: Lanternins – antes e depois da intervenção.

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA HIGROREGULÁVEL INSTALADO

Com o objetivo de medir o desempenho do sistema higroregulável instalado vamos desenvolver uma campanha experimental que consiste em colocar doze sensores de temperatura e humidade relativa a três níveis diferentes (A, B e C) de acordo com a localização evidenciada na Figura 12.

Com base nos registos será possível avaliar a estratificação da temperatura, a evolução das condições de conforto higrotérmico e obter informação que permita a programação do sistema de controlo da abertura monitorizada das janelas de projeção, de forma a conduzir à otimização da utilização do Pátio das Nações para os diferentes eventos que possam ocorrer.

Refira-se que os critérios iniciais de programação do sistema se basearam apenas nas condições externas e na informação dos sensores instalados no nível D (Figura 12).

### CONCLUSÕES

Com a intervenção realizada em 2006/2007 na cobertura envidraçada pre-tendeu-se dotar o Pátio das Nações do Palácio da Bolsa do Porto, com uma luminosidade, estanquidade, controlo solar, ventilação e controlo das condensações adequados.

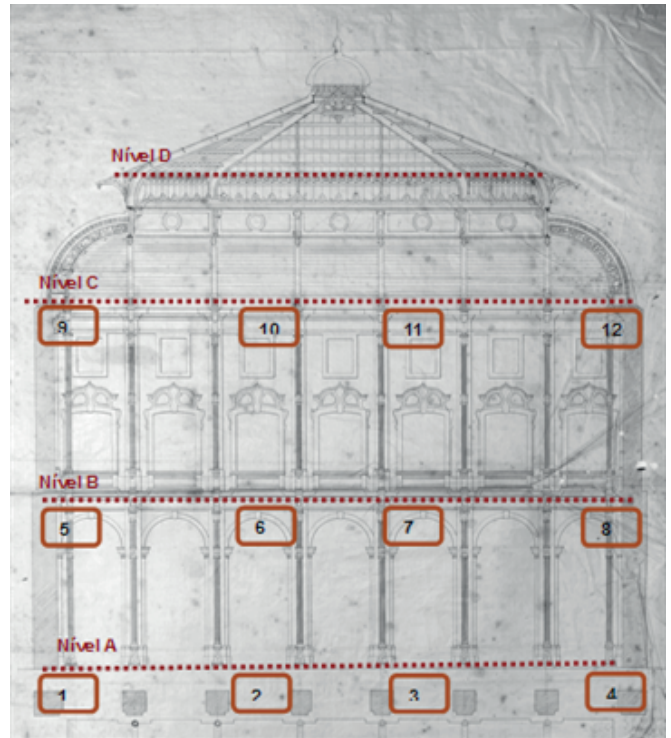


Figura 12: Localização dos sensores para avaliação do desempenho do sistema higro-regulável instalado.



---

O sistema higroregulável que foi instalado na cobertura, associado aos lan-ternins de ventilação/iluminação, permitirá o controlo automático das condições higrotérmicas de forma a minimizar o risco de condensações e o sobrea-quecimento no período de verão do Pátio das Nações.

## BIBLIORAFIA

[1] Cardoso, A. (1994). Palácio da Bolsa. 1ª Edição. Porto: Associação Co-mercial do Porto.

[2] Freitas, V. P. de e Angélico, M. S. (2006). Projecto de Reabilitação da cobertura do Palácio da Bolsa. Porto: Associação Comercial do Porto.

[3] Freitas, V. P. de; Angélico, M. S.; Valentim, N. (2008). O Palácio da Bol-sa: História e Retrato de uma Reabilitação. 1ª Edição. Porto: Associação Comercial do Porto.

[4] Freitas, V. P. de; Angélico, M. S.; Valentim, N. (2010). Rehabilitation of the glass and metal dome of the Hall of Nations in Palácio da Bolsa (for-mer Stock Exchange), Oporto. Structural Survey, volume 28, numero 1: p. 7-16.