

ELEMENTOS DECORATIVOS DAS FACHADAS DO TEATRO NACIONAL SÃO JOÃO COMO SE CONSTRUÍRAM, PORQUE SE DEGRADARAM

Esmeralda Paupério,* Xavier Romão,** Nelson Vila Pouca**

I. INTRODUÇÃO

O presente artigo documenta alguns dos processos construtivos que foi possível registar no decurso das intervenções realizadas nos elementos escultóricos e decorativos das fachadas do edifício do Teatro Nacional São João (TNSJ). Adicionalmente, descrevem-se também fatores de degradação que se relacionam com o processo construtivo e os materiais envolvidos.

Previamente à intervenção de conservação das fachadas do TNSJ em 2013-14, e na sequência do destacamento e queda na via pública de fragmentos de argamassas das fachadas, o Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (IC-FEUP) fez uma primeira inspeção para análise do estado de conservação estrutural e do nível de degradação das fachadas em 2009-10, por solicitação da Direção Regional de Cultura do Norte (DRCN).¹ Durante esta primeira inspeção, não foi possível obter um conhecimento profundo do estado de degradação das fachadas, uma vez que estas estavam pintadas e cobertas de sujidade, como depósitos biológicos e guano, o que dificultou a sua observação e camuflava os danos existentes. No entanto, sendo o edifício do TNSJ uma construção em betão armado do início do século XX, e tendo por base informação e experiência de intervenções anteriores, não foi difícil perceber que os elementos decorativos das fachadas apresentavam um processo construtivo singular que seria necessário investigar e confirmar. No decorrer da intervenção de conservação das fachadas em 2013-14 e nas subsequentes inspeções e operações de manutenção (em 2017 e 2019), foi possível obter um conhecimento mais detalhado dos processos construtivos de alguns dos elementos decorativos e escultóricos, conhecimento esse que importa registar para referência futura. Há, no entanto, ainda muito para estudar e conhecer. Se tiver de ser feito um balanço da informação obtida relativamente ao processo construtivo dos elementos decorativos das fachadas do TNSJ, constata-se que se desconhece muito mais do que aquilo que se conhece. Até agora, e pelo que foi possível pesquisar, não foram encontrados registos relativos aos elementos decorativos das fachadas, à sua execução e ao seu processo de fixação, nem se encontraram indícios relativos ao espólio dos *ateliers* dos escultores portuenses envolvidos na obra (todos

eles considerados estudantes ilustres da Universidade do Porto). Segundo se apurou, os referidos escultores foram Henrique Araújo Moreira (1890-1979),² Diogo de Macedo (1889-1959),³ José Sousa Caldas (1894-1965)⁴ e Joaquim Gonçalves da Silva (1863-1912).⁵

2. O TEATRO SÃO JOÃO NO CONTEXTO DA PRÁTICA CONSTRUTIVA DO INÍCIO DO SÉCULO XX

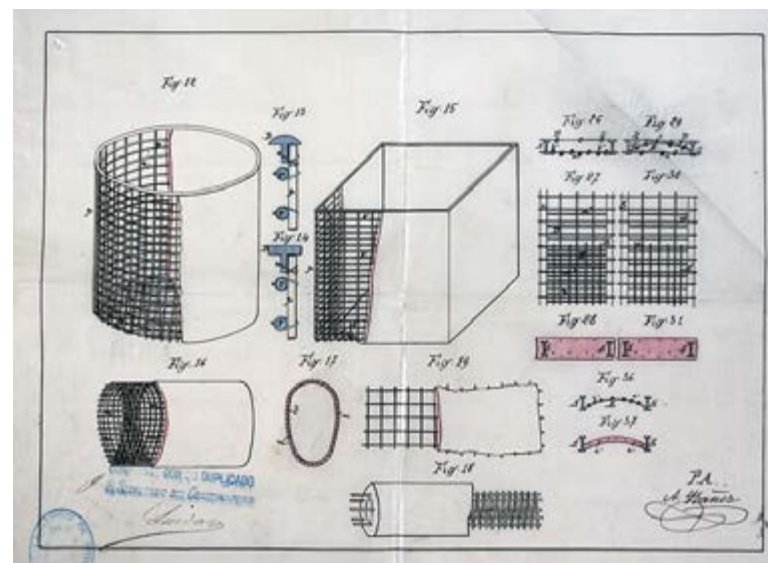
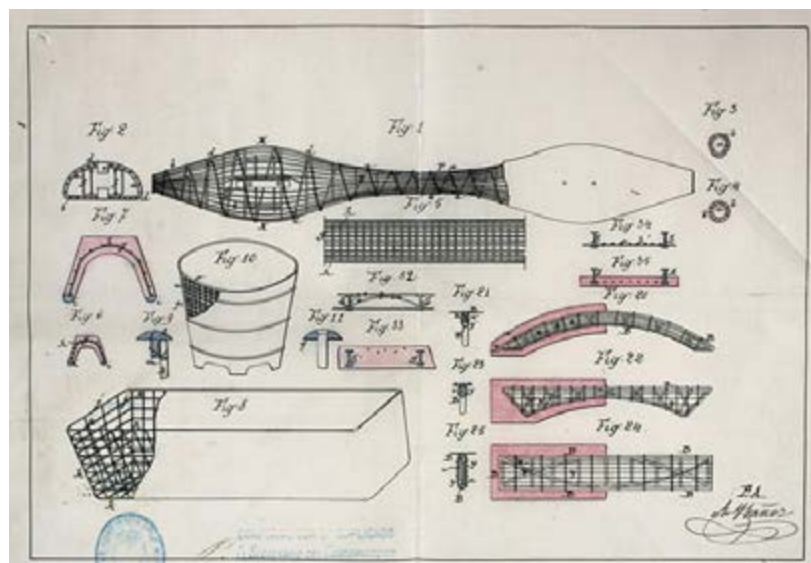
O edifício foi inaugurado em 1920, após o anterior teatro do Porto, da autoria do arquiteto italiano Vincenzo Mazzoneschi, ter sido reduzido a cinzas num incêndio que ocorreu na noite de 11 para 12 de abril de 1908. O atual edifício do TNSJ (Figura 1), construído no mesmo local do anterior teatro e com a pedra do anterior edifício, está classificado como Monumento Nacional. O edifício é da autoria de José Marques da Silva (1869-1947), ilustre arquiteto portuense da Escola de Belas Artes do Porto, com formação na École Nationale Supérieure des Beaux-Arts, em Paris, cuja vasta obra marcou definitivamente o urbanismo e a face da cidade do Porto. A construção do edifício ficou a cargo da Companhia Geral de Construções Económicas, que tinha como colaboradores, à data, o engenheiro Xavier Esteves (ilustre engenheiro do Porto ligado à introdução do cimento Portland em Portugal e que chegou a ser ministro) e o arquiteto Peres Guimarães.⁶⁺⁷

A sala de espetáculos e a decoração das fachadas exteriores e do interior, do *avant-foyer* e do *foyer*, da autoria dos escultores Henrique Araújo Moreira, Diogo de Macedo, José Sousa Caldas e Joaquim Gonçalves da Silva, aparentam ter sido inspiradas nos padrões italianos e franceses encontrados em edifícios da época, tais como a Biblioteca de Veneza, a Ópera de Paris ou o Teatro Cómico de Paris, que José Marques da Silva visitou, entre outros, após o incêndio do antigo teatro do Porto.⁸

Com o aparecimento dos novos materiais, como o aço e o betão, no final do século XIX e início do século XX, transforma-se o saber-fazer da construção à medida que se misturam os materiais tradicionais com os novos materiais. São assim alteradas as formas da arquitetura tal como se conheciam



Figura 1 – Teatro Nacional São João, 2014.



Figuras 2 e 3 – Processos construtivos em argamassa de cimento armada associados a Joseph Monier (adaptado de "Perfeccionamientos introducidos en las traviesas de ferrocarriles..."¹³).

até então, e são igualmente alterados os tempos de construção e o seu custo. Neste contexto, observa-se que o material betão armado teve um papel particularmente preponderante na evolução construtiva desta época. A maioria dos sistemas construtivos em betão armado desenvolvidos ao longo do último quarto do século XIX foi estudada e testada em Inglaterra, em França, na Bélgica e nos Estados Unidos da América (entre outros). No entanto, é interessante verificar que esses desenvolvimentos ocorreram quase em simultâneo e, aparentemente, sem haver trocas de informação significativas entre os seus criadores.⁹ Apesar destes desenvolvimentos ao nível da tecnologia do betão armado, a construção de edifícios neste novo material teve uma evolução lenta durante a maior parte do final do século XIX. Com o aparecimento do movimento modernista, entre o final do século XIX e o início do século XX, as potencialidades deste novo material de construção foram particularmente exploradas, conjugando a necessidade de vencer grandes vãos com a esbelteza dos elementos portantes, podendo-se afirmar que as construções desta época tinham um cariz eminentemente experimentalista. Neste contexto, observa-se que o desenvolvimento do betão armado enquanto material construtivo teve um papel determinante na arquitetura, tendo-se afirmado com o engenheiro francês Auguste Perret (1874-1954),¹⁰ com quem José Marques da Silva privou durante a sua estadia em Paris. Sobre a importância desta ligação, assinala-se em particular a correspondência entre Marques da Silva e Auguste Perret sobre a construção do Teatro São João, onde Marques da Silva lhe refere a sua intenção de o construir em betão armado.¹¹

Crê-se que muito do processo construtivo do final do século XIX e início do século XX advém de técnicas construtivas iniciadas por Joseph Monier,¹² um jardineiro francês que, em 1850, construiu vasos para flores com malhas de ferro embebidas em betão, invenção que patenteou em 1867. Dando continuidade às suas experiências com o novo material, "béton", desenvolveu

mais tarde outras patentes, nomeadamente para tubagens e tanques de água (1868), painéis para fachadas de edifícios (1869) e pontes (1873), entre outras (Figuras 2 e 3). Ao analisar os elementos escultóricos e decorativos que ornamentam profusamente as fachadas, verifica-se que são executados em argamassa de cimento armada, possuindo assim características similares a alguns dos sistemas de Joseph Monier. Estes elementos incorporam varões de aço e redes metálicas (vulgo rede de galinheiro) na sua moldagem e na sua ligação à fachada, tendo-se encontrado semelhanças entre a execução dos volumes ocultos e o que se conhece dos sistemas utilizados por Joseph Monier. Estes volumes ocultos reportam-se não só a volumes associados aos elementos decorativos e escultóricos, mas também ao fingimento de sistemas estruturais e de secções resistentes, *i. e.*, elementos que aparentam ser sistemas estruturais mas que não o são de facto. Estes fingimentos induzem a ideia de sistemas estruturais que efetivamente não existem, como acontece com a cornija e as mísulas do TNSJ, que aparentam ser estruturas maciças (Figura 4). A identificação destas estruturas fingidas requer, como é natural, um estudo e um conhecimento mais aprofundados do edifício e, eventualmente, a execução de sondagens pontuais semidestrutivas. A título de curiosidade, refira-se que a estereotomia semelhante a rede de galinheiro com que o musgo cresce nas faces das mísulas e da cornija aquando da inspeção do IC-FEUP em 2009-10 levou a que, na altura, se aventasse já a possibilidade de estes elementos poderem ser estruturas fingidas. Por outro lado, importa ainda salientar que a necessidade dos referidos processos de identificação estrutural mais detalhados reflete o facto de os processos construtivos do início do século XX estarem, em geral, pouco documentados e, como tal, serem pouco conhecidos tecnicamente. Considera-se, assim, que a problemática da conservação dos edifícios do início do século XX é particularmente complexa na sua teorização e na sua aplicação em obra, pois para intervir e para conservar é preciso conhecer.



Figura 4 – Mísula original do Teatro São João e processo construtivo em volume oco com rede de galinheiro, varões metálicos e réguas de madeira, 2015.

3. OS ELEMENTOS DECORATIVOS DO TEATRO SÃO JOÃO

Os elementos decorativos das fachadas têm dimensões e motivos variáveis, havendo inúmeros elementos repetidos em frisos decorativos. De uma forma geral, são executados em alto-relevo em argamassa de cimento armada e representam estátuas, carrancas (ou máscaras), festões, óvulos, elementos geométricos, instrumentos musicais, entre outros motivos alusivos às artes cénicas. Como já referido, os escultores Henrique Araújo Moreira, Diogo de Macedo, José Sousa Caldas e Joaquim Gonçalves da Silva, da Escola de Belas Artes do Porto, estão associados à execução destes elementos decorativos.

De acordo com a informação obtida sobre estes escultores,²⁻⁵ três das quatro estátuas que encimam a fachada principal (a *Dor*, a *Bondade* e o *Ódio*) são da autoria de Diogo de Macedo, considerado um dos mais importantes escultores da primeira geração de artistas modernistas portugueses (Figura 5). Apesar de não se ter encontrado informação sobre o autor da estátua *Amor*, que completa este friso decorativo, salienta-se, no entanto, que a assinatura *Macedo, 1915* está junto à estátua *Ódio* (Figura 6), o que faz pressupor que as quatro estátuas serão da sua autoria. A informação obtida indica igualmente que a execução das duas carrancas da fachada poente é da autoria de Joaquim Gonçalves da Silva,⁵ sendo que a Direção-Geral do Património Cultural também lhe atribui a execução dos elementos decorativos localizados nas duas fachadas laterais (nascente e poente), tais como carrancas, festões e elementos geométricos¹⁴ (Figura 7). Apesar de estes escultores aparecerem associados à obra, não foram encontrados registos precisos que refiram se a sua participação na construção do edifício se limitou ao seu exterior ou ao seu interior, ou se estiveram envolvidos em ambos. Além disso, pesquisas feitas no arquivo da Fundação Instituto Arquiteto Marques da Silva (FIMS) não permitiram determinar a autoria dos inúmeros elementos decorativos do exterior e do interior, nem identificar a forma de execução e/ou de colocação em obra dos elementos exteriores.



Figura 5 – Estátuas que encimam a fachada principal, 2019.



Figura 6 – Assinatura de Diogo de Macedo, 2013.



Figura 7 – Carrancas femininas que encimam a fachada poente, 2019.



Figura 8– Motivos decorativos que encimam as janelas de sacada, 2013.



Figura 9 – Alaúde e detalhe das suas craveiras, 2017.

A decoração das fachadas apresenta uma grande homogeneidade estética e material, verificando-se, naturalmente, maior profusão de elementos decorativos na fachada principal e nas fachadas laterais junto a esta. Para além das já referidas estátuas, são igualmente de salientar os elementos decorativos sobre as janelas das varandas das fachadas principal e laterais, que representam instrumentos musicais, pautas, bobos e outras figuras míticas, bem como alusões a Beethoven e a Goethe, com uma pormenorização extrema. A riqueza e a perfeição destes conjuntos decorativos sobre as janelas mostram que foram executados com um rigor comparável ao que seria de esperar se estes elementos se destinassem a ser observados de perto, o que suscita perplexidade e entusiasmo pelo génio criativo e pela qualidade de execução (Figura 8). A variedade de instrumentos musicais representados é considerável, existindo oboés, tambores, flautas de pã, harpas, pandeiretas, entre outros, e verifica-se que a argamassa que os executa possui uma finalização que imita os materiais de que são feitos esses instrumentos. Salienta-se, a título de exemplo, um alaúde que apresenta uma argamassa de acabamento a fingir madeira, em que as cravelhas são moldadas na perfeição em torno de um varão metálico (Figura 9).



Figura 10 – Carranca feminina que encima a fachada lateral poente, 2009.



Figura 11 – Vaso que encima a fachada principal (norte), 2009.



Figura 13 – Pormenor de flores na fachada lateral, 2009.



Figura 12 – Friso decorativo das fachadas laterais, 2009.



Figura 14 – Carranca da fachada lateral nascente, 2013.

As estátuas da fachada principal (norte), assim como as carrancas situadas nas fachadas nascente e poente, são elementos únicos que possuem grandes dimensões. A título de exemplo, refira-se que as quatro estátuas da fachada principal atingem cerca de 1,8 m de altura e que os dois vasos decorativos que encimam lateralmente esta fachada possuem mais de 1,5 m de altura. As figuras 10 a 23 apresentam um registo fotográfico de 2009, 2010 e 2013 (anterior à intervenção) de alguns dos elementos decorativos, onde se evidencia o estado de degradação (material e estrutural) destes elementos antes das obras de conservação das fachadas de 2013-14.



Figura 15 – Carranca da fachada lateral poente, 2013.



Figura 16 – Carranca da fachada lateral nascente, 2013.



Figura 17 – Fauna da fachada lateral nascente, enquadrado por festões, 2009.



Figura 18 – Escultura *Bondade*, de Diogo de Macedo, da fachada principal, 2009.



Figura 19 – Escultura *Dor*, de Diogo de Macedo, da fachada principal, 2009.



Figura 20 – Escultura *Amor*, da fachada principal, 2013.



Figura 21 – Escultura *Ódio*, de Diogo de Macedo, da fachada principal, 2013.



Figura 22 – Friso decorativo do corpo da teia, 2009.



Figura 23 – Mísulas, 2013.

4. PROCESSO CONSTRUTIVO DE ALGUNS DOS ELEMENTOS DECORATIVOS

Com base na intervenção realizada em 2013-14, descreve-se em seguida, para referência futura, a informação que foi possível adquirir sobre o processo ou as técnicas de construção de alguns dos elementos escultóricos das fachadas. Esta descrição não pretende (nem poderia) ser exaustiva, uma vez que este conhecimento foi obtido com base em observações feitas durante os processos de reparação e, felizmente, muitos dos elementos decorativos estavam ainda em condições razoáveis de conservação, pelo que a intervenção nestes casos foi muito ligeira. Complementarmente, o Roteiro das Fachadas, que integra esta publicação, identifica de forma sistemática os vários tipos de elemento decorativo e descreve a informação conhecida relativa aos respetivos processos construtivos.

Como já referido, a pesquisa realizada nos arquivos da FIMS aquando da intervenção de 2013-14 não permitiu encontrar registos específicos que identificassem a forma de execução e/ou de colocação em obra dos elementos decorativos. No entanto, a observação *in situ* após a limpeza das fachadas durante esta intervenção permitiu constatar que, para um mesmo tipo de elemento decorativo que se repete, podem existir diferentes tipos de argamassa, o que indicia, entre outros aspetos, que diferentes oficinas poderão ter estado envolvidas na execução de um mesmo tipo de elemento decorativo. Por solicitação do IC-FEUP, foram analisadas na Universidade de Aveiro (UA) várias amostras de diferentes argamassas recolhidas dos elementos decorativos, de modo a analisar as possíveis diferenças. Segundo os relatórios da UA,¹⁵⁺¹⁶ as diferenças observadas estão relacionadas com o tipo e a quantidade de inerte utilizado na execução das argamassas, o que, naturalmente, lhes confere um aspeto final diferente. Estas análises permitiram ainda determinar que

a argamassa das fachadas nascente e poente possui, na sua maioria, agregados siliciosos, o que lhe confere um aspeto visual semelhante a um granito, enquanto a argamassa das quatro esculturas da fachada principal e dos festões do friso decorativo do alçado sul possui inertes bastante mais finos, o que lhe confere textura e acabamento semelhantes a uma pedra calcária. Localmente, foi também observado que existia sobre alguns elementos de argamassa de inerte mais fino uma camada de proteção dessa argamassa, um tipo de barramento ou emborro, executado com areia siliciosa. Com base nas pesquisas efetuadas na FIMS relativas ao projeto de execução do Teatro São João e à correspondência trocada entre o arquiteto Marques da Silva e arquitetos franceses seus conhecidos, foi aventada a hipótese de os elementos executados com a referida argamassa de inerte mais fino terem sido executados dessa forma para posteriormente poderem ser alvo de um douramento, à semelhança do que se verificava em alguns edifícios contemporâneos em Paris, nomeadamente o edifício da Opéra Garnier, que possui douramentos na zona superior. Não se tendo optado pelo douramento, ou não tendo sido possível executá-lo, talvez devido à crise socioeconómica que o país atravessava decorrente da Primeira Guerra Mundial, foi depois aplicada uma camada de emborro de proteção em alguns destes elementos. Na intervenção de 2013-14, verificou-se a existência de rasuras em elementos decorativos da fachada lateral nascente que, aparentemente, serviriam para melhorar a aderência dessa camada adicional de proteção (Figura 24). Por sua vez, os elementos do friso decorativo da fachada sul, cuja argamassa possui um inerte mais fino, também apresentavam uma camada de proteção de tipo emborro (Figura 25).



Figura 24 – Rasuras e emborro de proteção sobre elemento decorativo, 2014.



Figura 25 – Embarro sobre elementos decorativos da fachada sul, 2014.

Em termos construtivos, todos os elementos decorativos possuem varões metálicos incorporados na argamassa e, por vezes, rede de galinheiro (Figuras 26 a 29). No entanto, não existe um padrão na utilização destes elementos metálicos na argamassa, sendo que, aparentemente, são colocados de forma aleatória quer em número, quer em forma. Não sendo expectável que existisse um grande domínio da técnica de construção em betão armado à data da execução destes elementos, crê-se, pelo observado, que os varões metálicos e a rede de galinheiro seriam usados da mesma forma aleatória que as linhas eram tradicionalmente usadas na execução dos elementos decorativos em gesso/estruque para a sua moldagem e fixação aos elementos portantes. Como já referido, alguns destes elementos decorativos são volumes ocos que fingem elementos estruturais, como por exemplo a cornija principal, as mísulas (Figuras 30 e 31) ou o muro de remate do corpo da teia, enquanto outros destes volumes ocos são elementos decorativos que integram esculturas. Exemplos deste último caso podem ser encontrados nas volutas que ladeiam as cabeças dos elementos femininos do cimo das fachadas laterais e em parte dos muretes da cobertura, bem como no friso decorativo a nível intermédio (Figuras 32 a 34). Relativamente aos muretes da cobertura e ao friso decorativo, é de salientar que estes elementos apenas foram identificados como volumes ocos durante a inspeção e operações de reparação das fachadas em 2017 e 2019, face aos danos que passaram então a apresentar.



Figura 26 – Varões metálicos em nariz de escultura, 2013.



Figura 27 – Varão metálico e rede de galinheiro na ligação à fachada, 2013.



Figura 28 – Voluta de pilar com varões metálicos, 2013.



Figura 29 – Varões metálicos nas mísulas, 2013.

Durante a obra de 2013-14, foi escolhida como elemento de teste uma carranca da fachada poente, que visivelmente se encontrava em pior estado de degradação material. Esta carranca foi alvo de um conjunto de ensaios que visaram obter o conhecimento necessário sobre estes elementos decorativos. Em particular, foram realizadas janelas de sondagem, foram extraídos carotes para avaliar a constituição do seu interior e tentar aferir o tipo de ligação destes elementos à fachada, foram feitos ensaios de compatibilidade de argamassas, testes de arrancamento de argamassas, testes de avaliação de profundidade de carbonatação, e testes de extração e tratamento de armaduras. Adicionalmente, salienta-se que as sondagens realizadas permitiram verificar que esta carranca já tinha sido alvo de uma reabilitação não registada (e não datada), que envolveu a execução de um empastelamento em argamassa sobre o elemento, o qual alterou a sua expressão inicial.



Figura 30 – Cornija fingida (volume oco), 2014.



Figura 31 – Mísulas fingidas (volume oco), 2013.



Figura 32 – Voluta (volume oco), 2019.

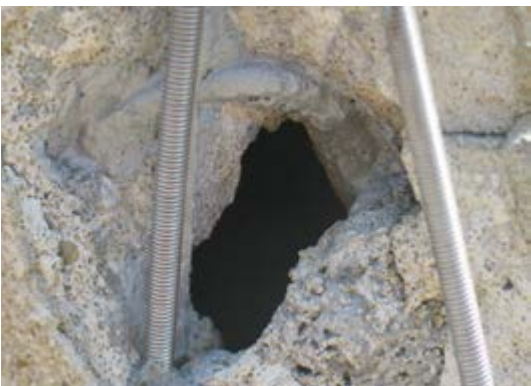


Figura 33 – Pormenor da voluta, onde não é visível a existência de rede de galinheiro, 2019.



Figura 34 – Murete do topo da fachada poente, em volume oco, com varão e rede de galinheiro, 2017.

Ainda que, durante a intervenção das fachadas do TNSJ, se tenha recolhido o máximo de informação possível do processo construtivo e de fixação às fachadas de grande parte dos elementos decorativos, nomeadamente dos elementos fingidos, a informação obtida não possui o detalhe pretendido. Por exemplo, se, no que respeita às mísulas, foi possível compreender integralmente o processo construtivo e a forma de colocação em obra devido ao seu avançado estado de degradação e à necessidade de um desmonte completo destes elementos, o conhecimento destes processos relativamente às cornijas e restantes elementos é reduzido, limitando-se ao que foi possível constatar durante a fase de obra, em 2013, e nas operações de manutenção, em 2017 e 2019. Não obstante, apresenta-se, em seguida, uma descrição sucinta da informação obtida relativamente aos processos construtivos dos elementos decorativos:

- Todos os elementos decorativos que integram as fachadas são executados em argamassa de cimento armada, ou seja, uma argamassa que incorpora elementos metálicos (varões e/ou rede de galinheiro);
- Após a limpeza das fachadas, verificou-se que existiam crostas negras debaixo da camada de tinta que recobria os elementos decorativos. Este facto mostra que, originalmente, a fachada não era pintada. Sondagens realizadas em alguns locais onde foi feita a remoção cuidadosa das crostas negras puseram a descoberto o acabamento original (Figuras 35 e 36);



Figura 35 – Sondagem realizada na escultura *Amor*, 2013.



Figura 36 – Pormenor da sondagem realizada na escultura *Amor*, 2013.

- Existem visualmente dois tipos distintos de argamassa na execução dos elementos decorativos das fachadas. A generalidade dos elementos é executada com uma argamassa de inerte silicioso, em que o aspeto final se assemelha a um granito com a presença de areia de tom amarelo. Por outro lado, alguns elementos são executados com um outro tipo de argamassa, que visualmente se assemelha a um calcário, onde o inerte é muito mais fino e de tom branco/bege (eventualmente com pó de pedra ou de mármore). Neste caso, o acabamento final destes elementos seria liso. Este segundo tipo de argamassa foi usado nos quatro elementos escultóricos da fachada principal (a *Dor*, a *Bondade*, o *Amor* e o *Ódio*) e no friso decorativo de festões que integra os vãos das janelas na fachada posterior (sul). Nestes elementos foi aplicada posteriormente (mas ainda em fase de obra inicial) uma camada de proteção em pedra artificial (embarro);
- Na fachada nascente, foram identificadas rasuras na superfície de elementos decorativos, as quais se supuseram ter como objetivo melhorar a aderência entre a superfície e a camada de proteção em pedra artificial (embarro).

Relativamente aos processos de fixação às fachadas, face ao que foi possível observar, considera-se que alguns destes elementos deverão ter sido moldados diretamente sobre a fachada, como por exemplo os elementos que encimam as janelas ogivais, enquanto outros aparentam ter sido executados em *atelier* e posteriormente adossados à fachada, como por exemplo as estátuas da fachada principal ou as inúmeras rosas dos festões. Assim,

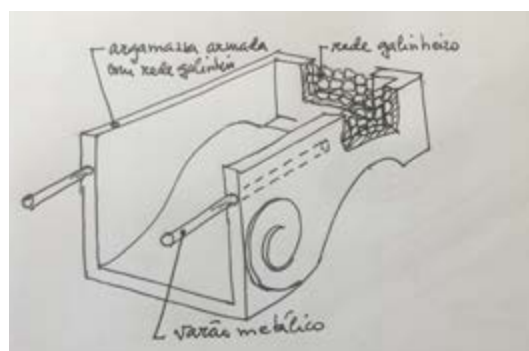


Figura 37 – Esquema da zona inferior de uma mísula em volume oco, com varão e rede de galinheiro, 2020.

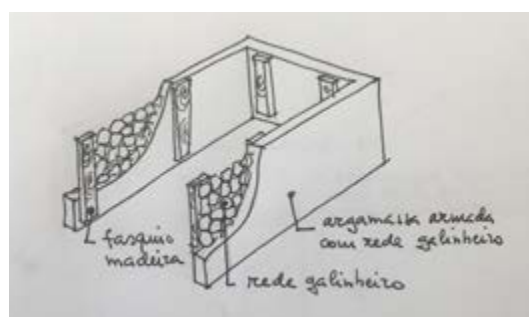


Figura 39 – “Gaveta” colocada na parte superior da mísula, em volume oco, com rede de galinheiro e fasquios de madeira, 2020.

relativamente aos diferentes elementos decorativos para os quais se possui informação considerada relevante para referência futura, destaca-se o seguinte:

- As mísulas originais eram ocas e executadas em argamassa armada com rede de galinheiro, em duas peças independentes: a peça inferior com curvatura e a peça superior de remate (Figuras 37 a 40). Estas peças possuem cerca de 2 a 3 cm de espessura e réguas de madeira que se pensa servirem para esticar a rede de galinheiro. A fixação das mísulas à fachada era feita através de dois varões metálicos existentes lateralmente, no topo da peça inferior da mísula (peça com curvatura) (Figura 37). O nivelamento desta peça inferior era feito através de quatro arames zincados (de tipo pendurais), fixos superiormente em vigas existentes na cornija, no alinhamento das mísulas, e inferiormente na base curva da mísula (que iam sendo torcidos com um pau ou ferro). A peça superior da mísula era



Figura 38 – Parte inferior de uma mísula, 2013.



Figura 40 – “Gaveta” superior da mísula, reguado e arames de nivelamento, 2013.

executada em U e entrava por cima da outra peça, de tipo “gaveta”, sendo posteriormente rematada (Figuras 39 e 40). Durante a obra de 2013-14, optou-se pela substituição integral das mísulas (tendo estas sido replicadas através de moldes), uma vez que grande parte estava fortemente degradada. A colocação das novas mísulas utilizou o mesmo sistema construtivo;

A cornija é executada em volume oco, moldado com rede de galinheiro e argamassa numa espessura desconhecida, e incorpora também varões metálicos longitudinais e transversais. Pelo que foi observado numa zona da fachada poente, onde a reparação das telas de impermeabilização permitiu pôr a descoberto uma parte degradada da cornija, supõe-se que o seu processo construtivo seja o seguinte: vigas de betão (ou de argamassa de cimento) armado em consola, ortogonais ao plano das fachadas, colocadas no alinhamento das mísulas, com afastamento de 0,80 m entre faces, nas quais se apoiam e ligam as peças que executam os volumes ocos da cornija entre mísulas (Figuras 41 e 42).



Figura 43 – Vaso com pilares e elementos decorativos adossados, 2017.

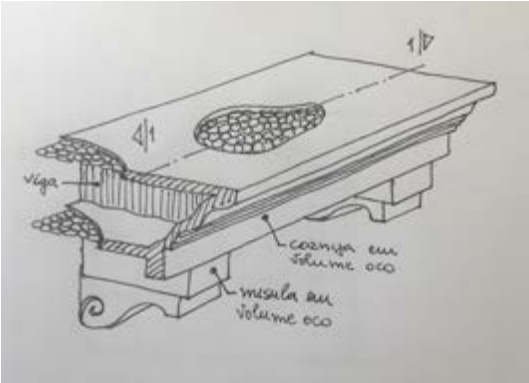


Figura 41 – Esquema de cornija em volume oco, com rede de galinheiro e varões metálicos incorporados, 2020.

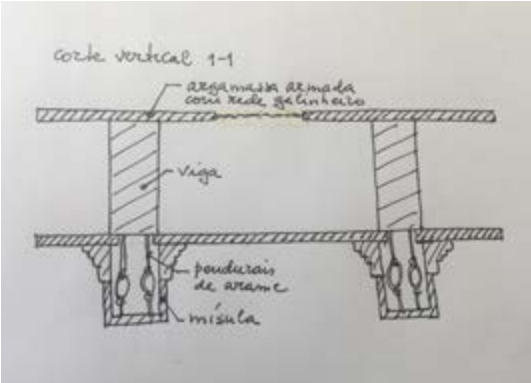


Figura 42 – Corte I-I da figura 41, 2020.



Figura 44 – Pilar de um vaso, 2013.

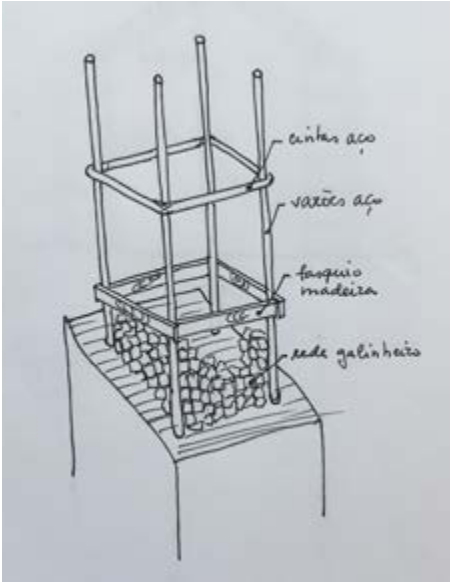


Figura 45 – Esquema de armadura do pilar de um vaso, com rede de galinheiro pelo interior dos varões longitudinais, es-tribos e fascios de madeira, colocados de forma aleatória em altura, 2020.

- Os vasos que encimam lateralmente a fachada principal são maciços e possuem três pilares inclinados que o confinam. Estes pilares possuem elementos decorativos adossados, como por exemplo uma cabeça de carneiro no topo e motivos vegetalistas no resto da secção dos pilares (Figura 43). Estes elementos decorativos são volumes ocos modelados com rede de galinheiro. Os pilares possuem armadura longitudinal, estribos e fasquios de madeira, apresentando, no entanto, também rede de galinheiro ao longo da sua secção, colocada na zona interior aos varões longitudinais (Figuras 44 e 45).
- As quatro estátuas do friso da fachada principal são maciças e possuem varões metálicos na sua execução. Todas as estátuas possuem juntas, o que indicia que poderão ter sido executadas em várias partes e posteriormente adossadas à fachada (Figura 46). A partir de uma sondagem *in situ*, onde foi feita a extração de um carote de 50 mm de diâmetro das costas da estátua *Ódio*, foi possível identificar a existência de uma argamassa homogênea de inertes finos ao longo do comprimento da amostra. No carote extraído, verificou-se ainda a existência de um varão de aço de 6 mm de diâmetro, com

um recobrimento inferior a 1 cm, grampos metálicos em arame em bom estado de conservação, envolvidos em argamassa ao longo de toda a extensão do carote, e a presença de uma secção em madeira com 20 mm de espessura, a uma profundidade de 29 cm, a qual se julga estar relacionada com um eventual suporte de madeira da estátua para auxiliar a sua elevação e colocação na fachada¹⁷ (Figura 47). Desconhece-se o sistema de fixação da estátua à fachada, admitindo-se, no entanto, que esta possa ter sido executada (ou colocada no local) por partes, atendendo à presença de juntas. Considera-se ainda que deverá ter sido utilizado um sistema idêntico na fixação das várias estátuas da fachada principal.

- As carrancas das fachadas laterais nascente e poente, ao nível intermédio, são maciças. O elemento horizontal ao nível dos olhos, e que incorpora a estátua, será o elemento principal que materializa o suporte da carranca à fachada.
- De modo a permitir uma identificação mais detalhada do processo construtivo, foram extraídos quatro carotes de 50 mm de diâmetro na “carranca de teste” da fachada poente (Figura 48): um, na face



Figura 46 – Junta horizontal na estátua *Ódio*. Tamponamento do local de extração do carote, 2013.



Figura 48 – “Carranca de teste” na fachada poente, 2013.



Figura 47 – Pormenor do carote da estátua *Ódio*, 2013.

da carranca e perpendicular à fachada, e os outros três, na vertical sobre a parte superior da carranca e sobre o elemento horizontal ao nível dos olhos.¹⁷ Os carotes extraídos não revelaram a existência de varões metálicos nas zonas interiores e mais profundas da carranca. Dois dos carotes extraídos foram sujeitos ao teste de fenolftaleína para identificar a profundidade de carbonatação, tendo-se observado valores inferiores a 2 cm. A execução de janelas de sondagem nesta carranca permitiu ainda verificar que esta foi alvo de uma intervenção não registada e, consequentemente, não datada, que lhe alterou a expressão original.

Nas carrancas femininas ao nível superior, onde, na fachada nascente, se identifica bem a figura Medusa (Figura 49), não foram feitas sondagens *in situ*, pelo que não se conseguiu determinar se estes elementos são inteiramente maciços ou semi-ocos (ou seja, se a zona da carranca situada acima do murete é executada em volume oco).



Figura 49 – Carranca Medusa, com volutas a encimar e a ladear a cabeça, 2013.



Figura 50 – Voluta oca que encima a carranca feminina, na fachada poente, 2019.



Figura 51 – Extração de carote em pano liso, 2013.



Figura 52 – Pormenor do carote, 2013.

Esta dúvida surgiu durante as intervenções de 2019, onde se verificou que as volutas que incorporam estas carrancas ao nível superior são volumes ocos (Figura 50). No que foi possível observar num dos volumes ocos, não se verificou a presença de rede de galinheiro.

- Foi extraído um carote de 100 mm de diâmetro na argamassa de panos lisos da fachada, para aferir a sua constituição e espessura (Figuras 51 e 52). Este carote permitiu identificar a existência de um revestimento em argamassa homogénea com pedaços de tijolo incorporados, pouco porosa e diferente da camada de acabamento, com cerca de 1 cm, cujo acabamento final é em areia siliciosa de tom amarelado, imitando granito. A espessura do revestimento em argamassa até à parede portante de granito é de cerca de 12 cm.
- O murete que encima e remata o corpo da teia é igualmente um volume oco, executado sobre a parede portante em granito (Figuras 53 a 56), sendo rematado em argamassa semelhante à dos panos lisos.

Como referido anteriormente, apenas foi possível identificar parte do processo construtivo utilizado nos elementos decorativos das fachadas durante a intervenção de 2013-14, uma vez que as várias camadas de depósitos biológicos existentes sobre as esculturas, assim como a camada de tinta existente sobre estes, não permitiram fazer uma análise realista do estado de conservação dos elementos, nem dos respetivos sistemas construtivos, nas inspeções iniciais de 2009-10. No entanto, tal como já referido, havia ainda muito para conhecer sobre estes sistemas após a intervenção de 2013-14. Neste contexto, salienta-se o papel importante que o plano de manutenção das fachadas, implementado após a obra de 2013-14, tem tido no sentido de adicionar conhecimento ao já existente sobre o processo construtivo dos elementos escultóricos. Este plano, da responsabilidade do TNSJ, com o apoio técnico do IC-FEUP e da DRCN, inclui inspeções periódicas às fachadas, permitindo assim a realização de intervenções continuadas e cirúrgicas que evitam uma evolução exponencial do seu nível de degradação, com todos os aspetos negativos que isso acarretaria.

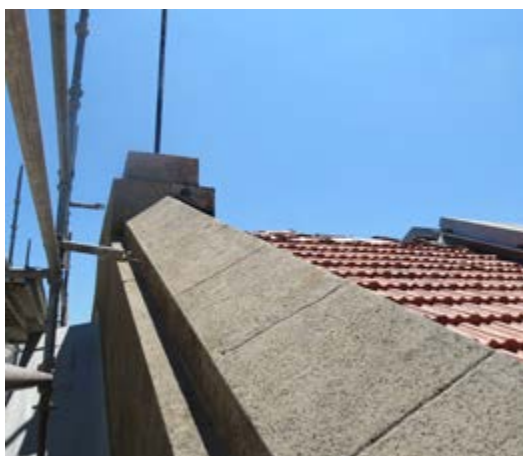


Figura 53 – Murete de remate do cimo do corpo da teia, 2013.



Figura 54 – Tijolo maciço no murete do corpo da teia, 2013.



Figura 55 – Pormenor de zona oca do murete do corpo da teia, 2013.

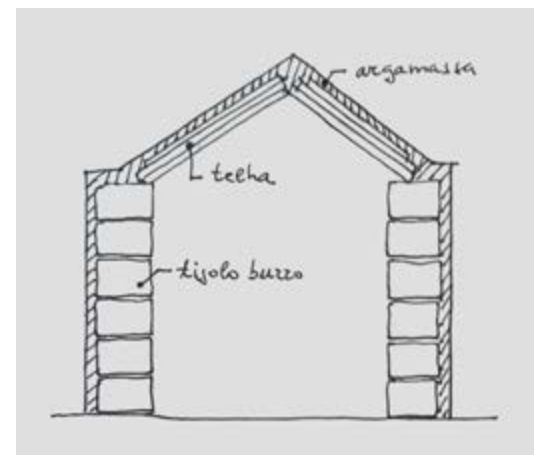


Figura 56 – Esquema do murete de remate do cimo do corpo da teia, 2020.

5. PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DOS ELEMENTOS DECORATIVOS

O processo de degradação material dos elementos escultóricos e decorativos que ornamentam as fachadas do TNSJ é contínuo, resultando maioritariamente da corrosão dos elementos metálicos incorporados nas argamassas (varões e rede de galinheiro) e da consequente delaminação das argamassas. Nas fachadas, verificou-se igualmente a existência de alguma fissuração vertical de origem estrutural, a qual se relacionou com a variação de rigidez de diferentes zonas do edifício, associada à sua arquitetura interior. No entanto, são os referidos fenómenos de corrosão de armaduras que provocam a degradação contínua dos elementos escultóricos e decorativos, dos quais resulta a perda de pedaços de argamassa, o que compromete a integridade e autenticidade destes elementos e, consequentemente, das próprias fachadas. Naturalmente, surgem ainda preocupações adicionais de segurança quando a queda potencial destes pedaços de argamassa pode ocorrer sobre a via pública.

De uma forma simplificada, pode dizer-se que a corrosão é o resultado de fenómenos eletroquímicos que transformam o ferro em hidróxido de ferro (vulgarmente conhecido por ferrugem) e levam à expansão do seu volume. A corrosão das armaduras em betão armado é influenciada pelos seguintes fatores:

- Tipo de proteção contra a corrosão (por exemplo: pinturas e ambientes de pH alcalino);
- Agentes que aceleram a corrosão (por exemplo: poluentes atmosféricos, ácidos e iões clorídricos provenientes de aditivos ou de ambientes marinhos; presença de guano e outros depósitos biológicos).



Figura 57 – Fissuração e destacamento de argamassa em estátua, por corrosão dos varões metálicos, 2010.



Figura 58 – Fissuração e destacamento de argamassa por corrosão dos varões metálicos em friso decorativo, 2013.



Figura 59 – Fissuração e destacamento de argamassa por corrosão de armaduras, 2014.

Os efeitos visíveis da degradação do betão devido à corrosão das armaduras começam geralmente com o aparecimento, na superfície do betão, de pequenas fissuras e manchas de cor ocre. Os produtos da oxidação das armaduras, por serem relativamente solúveis, atingem a superfície geralmente em zonas da armadura com menor recobrimento (*i. e.*, com menor proteção). A expansão provocada pela corrosão das armaduras (que pode ocupar um volume 6 a 8 vezes superior ao da secção original) fissa o betão na sua envolvente, conduzindo à fragmentação e destacamento do betão superficial nestas áreas, deixando visíveis as armaduras corroídas, que por vezes possuem já uma secção fortemente diminuída. O processo de corrosão continuará enquanto permanecerem as condições favoráveis à reação eletroquímica e existirem reagentes disponíveis. O destacamento do betão devido à força exercida pela expansão da armadura oxidada ocorrerá mais facilmente se a espessura de recobrimento da armadura for reduzida.

Os principais agentes responsáveis pela perda da proteção química das

armaduras, e que favorecem o início do seu processo de corrosão, são os iões cloreto e o dióxido de carbono associado ao mecanismo da carbonatação do betão devido à sua perda de alcalinidade. A carbonatação do betão é um processo inevitável, apesar de a sua progressão ser mais lenta em betões mais densos, a menos que alguma proteção seja aplicada de modo a impedir a penetração do dióxido de carbono. A frente de carbonatação pode atingir vários centímetros de profundidade nos primeiros anos após a execução de um elemento em betão, progredindo depois mais lentamente, pois os primeiros carbonatos formados travam a difusão do dióxido de carbono. As armaduras envolvidas por betão carbonatado podem sofrer corrosão como se estivessem expostas à atmosfera, isto é, encontram-se sem qualquer tipo de proteção, com a agravante de, no interior do betão, estarem sujeitas à presença de humidade por tempo bastante superior. As figuras 57 a 62 ilustram alguns exemplos de fissuração e destacamento de betão devidos à corrosão das armaduras, encontrados nos elementos decorativos das fachadas.



Figura 60 – Destacamento de betão na zona superior da cabeça, por corrosão de armaduras, 2013.



Figura 61 – Destacamento de argamassa por corrosão de armaduras, 2010.



Figura 62 – Fragmento de betão destacado por corrosão de armaduras (sendo visíveis varões e rede de galinheiro), 2013.

6. DIFICULDADES NA REABILITAÇÃO DOS ELEMENTOS DECORATIVOS

A reabilitação de elementos escultóricos em argamassa de cimento (ou betão) armada do início do século XX apresenta novos desafios à área da reabilitação. Esses desafios estão associados às questões de conservação, consolidação e reparação, onde intervêm igualmente questões de autenticidade, integridade e durabilidade da intervenção, que têm particular importância quando se está na presença de património cultural classificado.¹⁸ A degradação natural causada pela exposição dos materiais às condições ambientais, associada ao facto de estarmos perante um tipo de construção muito experimentalista e de não ter existido uma prática de manutenção preventiva ao longo dos anos, resultam numa progressão constante da vulnerabilidade do bem e num risco elevado associado à sua possível perda. A intervenção de consolidação e reabilitação de elementos escultóricos deste tipo é particularmente delicada e envolve múltiplas questões e preocupações. Um dos objetivos de uma intervenção desta natureza deve ser manter, o mais possível, a “mão do artista”, salvaguardando a autenticidade dos elementos escultóricos, mas envolvendo, naturalmente, operações de reparação e consolidação que garantam a sua estabilidade física ou estrutural. Por outro lado, deve ainda ser dada atenção particular à durabilidade da intervenção, a qual deverá igualmente minimizar a possibilidade de ocorrer degradação material devido a incompatibilidades físicas e mecânicas com os materiais originais.

Um dos maiores problemas da reabilitação dos elementos decorativos das

fachadas do TNSJ é a corrosão de armaduras encontrada em vários elementos escultóricos, a qual torna a sua reabilitação um desafio. Sabe-se que, uma vez iniciado o processo de corrosão de armaduras, este dificilmente é travado com um mínimo de intrusão. São conhecidos processos químicos e de eletrólise para o tratamento da corrosão do aço, mas estes pressupõem um conhecimento do posicionamento das armaduras, uma boa acessibilidade a essas armaduras, um conhecimento da espessura da camada de recobrimento e um conhecimento de diferentes propriedades do betão/argamassas como, por exemplo, a sua composição química ou porosidade. Nenhum destes fatores é conhecido no caso do TNSJ, devido à aleatoriedade dos processos de execução, à diversidade da composição das argamassas e à variabilidade do posicionamento e diâmetros das armaduras.

Num elemento decorativo em que o conceito estético e a sua autoria são fundamentais, não é razoável pensar na possibilidade de realizar a picagem das argamassas para eliminar os varões que estão corroídos, pois isso implica a destruição do próprio elemento que se pretende preservar. Assim, o tipo de intervenção efetuada teve como objetivo minimizar a progressão do processo de corrosão já instalado, com base em ações cirúrgicas definidas de acordo com as decisões de obra (Figuras 63 e 64). Ações como a remoção cuidadosa de argamassa em processo de destacamento, a microabrasão, o tratamento de varões metálicos e a recolocação dos elementos originais de argamassa transformaram uma obra de construção civil num trabalho de relojoaria.



Figura 63 – Remoção dos produtos da oxidação de varões com micromartelo, 2014.



Figura 64 – Tratamento de varões e reposição de argamassas, 2013.

Os trabalhos relativos à intervenção nos elementos decorativos de argamassa de cimento armada levantaram questões de valor e de autenticidade que foram ponderadas, naturalmente, com fatores igualmente importantes, como a segurança e a durabilidade da intervenção, integrando ainda fatores como os custos e o cumprimento do prazo de obra. O processo de decisão sobre o nível de intervenção necessária para reabilitar os elementos escultóricos, respeitando o seu valor patrimonial e repondo a sua integridade estrutural e material, exigiu um equilíbrio adequado entre a multidisciplinaridade da equipa e os múltiplos critérios que intervieram neste processo, dos quais se destacam:

- A autenticidade e a integridade dos elementos decorativos;
- A segurança estrutural dos elementos e a avaliação do risco de queda de pedaços de argamassa;
- A repetibilidade dos elementos;
- A avaliação da evolução do estado de degradação dos elementos desde a última intervenção;
- A facilidade (ou o potencial) de substituição de elementos;
- As exigências de durabilidade da intervenção;
- A escolha de procedimentos que não influenciassem o prazo de obra.

Dada a dificuldade em equilibrar todos os fatores que influenciam o tipo de intervenção a realizar, especialmente quando existe um largo número de elementos decorativos com características similares e decisões de intervenção que precisam de ser realizadas individualmente, foi desenvolvido um índice de intervenção I_{π} para auxiliar o processo de decisão de engenharia, determinado para vários elementos das fachadas do TNSJ.¹⁸⁻²⁰ A definição deste índice teve como principal objetivo estabelecer uma medida que combinasse, com diferentes pesos, os aspetos fundamentais que deveriam ser

considerados na decisão do tipo de intervenção a realizar para um determinado elemento, tentando, desta forma, eliminar parte das subjetividades de análise que resultavam de diferentes condicionantes à data da avaliação. Os elementos indicados como “a substituir” pelo índice desenvolvido foram os que apresentavam um estado de degradação que, de modo a cumprir exigências de segurança face ao risco de queda na via pública de partes dos elementos, exigiriam a sua substituição (como, por exemplo, o caso das mísulas). Ainda que o índice proposto envolva um conjunto objetivo de critérios para caracterizar um dado elemento, o peso atribuído a alguns dos critérios pode ser considerado, por vezes, subjetivo.

Para cada elemento decorativo em análise, este índice ponderou a influência de diversos critérios qualitativos e quantitativos, cuja classificação foi definida de acordo com as características e o nível de degradação do elemento. Adicionalmente, o índice permitiu ter em conta diferentes restrições que poderiam condicionar o tipo de intervenção admissível. Como referido, algumas dessas restrições estão relacionadas com a preservação do valor patrimonial dos elementos decorativos, devendo a análise destas restrições ser ponderada e combinada com aquelas relacionadas com requisitos de segurança e durabilidade, bem como com aspetos que envolvem o tempo de obra e o orçamento disponíveis. Assim, o índice I_{π} foi quantificado para cada elemento decorativo individual, refletindo a combinação ponderada de sete critérios (C1 a C7) de acordo com:

$$I_{\pi} = \frac{\sum_{i=1}^7 C_i \times w_i}{\sum_{i=1}^7 w_i}$$

onde C_i corresponde à classificação atribuída ao critério de ordem i e w_i é o fator de importância (peso) do critério de ordem i . Alguns dos critérios

1	2	3	4	5	6	7
						
1.21	1.71	2.48	1.47	1.77	2.52	2.34

Figura 65 – Exemplos de aplicação do índice I_n para diferentes elementos decorativos em função do seu estado de conservação.

selecionados são classificados diretamente enquanto outros são dependentes de parâmetros adicionais (P1 a P9), que a seguir serão detalhados. Os critérios selecionados, os dados e parâmetros tidos em consideração na sua quantificação e o seu fator de importância foram:

- C_1 – Critério associado à durabilidade dos elementos decorativos. Este critério combina informação do grau de fissuração do elemento (P1), da existência e localização da armadura (P2), do nível de corrosão da armadura (P7) e da quantidade de reparação requerida pelo elemento (P8). O fator de importância w_1 é considerado como sendo igual a 5.
- C_2 – Critério associado ao cumprimento do prazo de obra. A classificação deste critério combina informação do tamanho do elemento (P3), da dificuldade em construir uma réplica do elemento (P4), da dificuldade de fixação da réplica à construção (P5) e do nível de reparação necessário para este elemento (P8). O fator de importância w_2 é considerado como sendo igual a 5.
- C_3 – Critério associado ao risco de colapso ou de queda pontual do elemento decorativo. A classificação deste critério depende do risco associado à queda e consequente destruição do elemento e da possibilidade de se observar o estado de conservação a partir do solo. O fator de importância w_3 é considerado como sendo igual a 5.
- C_4 – A autenticidade do elemento decorativo. A classificação deste critério depende do facto de o elemento decorativo ser ou não autêntico (*i. e.*, se o elemento decorativo é uma réplica ou se já foi previamente restaurado). O fator de importância w_4 é considerado como sendo igual a 4.
- C_5 – A repetibilidade do elemento decorativo. A classificação deste critério depende do número de vezes que um dado elemento decorativo se encontra repetido no edifício patrimonial em análise (P6). O fator de importância w_5 é considerado como sendo igual a 3.
- C_6 – A evolução do estado de degradação do elemento decorativo nos últimos anos. A classificação deste critério reflete a evolução do estado do elemento baseado no conhecimento das suas condições alguns anos antes. O fator de importância w_6 é considerado como sendo igual a 1.

- C_7 – O potencial de substituição do elemento decorativo. Este critério combina informação do grau de fissuração do elemento (P1), do nível de corrosão da armadura (P7) e do nível de reparação necessário para este elemento (P8). A classificação do critério envolve informação do tamanho do elemento (P3), da dificuldade em construir uma réplica do elemento (P4) e da dificuldade de fixação da réplica à construção (P5). O fator de importância w_7 é considerado como sendo igual a 5.

Combinando a classificação atribuída aos diferentes critérios através da expressão do índice de intervenção I_{TP} , obteve-se, para cada elemento, o seu valor, o qual varia entre 0 e 3. Para valores inferiores a 2, recomendou-se que o elemento decorativo em análise fosse reparado e consolidado. Caso contrário, foi sugerida a substituição do elemento. De modo a ilustrar alguns dos resultados obtidos após a aplicação da referida metodologia ao TNSJ, apresenta-se na figura 65, a título de exemplo, o valor de I_{TP} para sete elementos decorativos em betão armado.

Como se observa, os resultados obtidos sugerem a substituição dos elementos 3, 6 e 7. No caso do elemento 6, comparando-o com o elemento 5 (semelhante ao elemento 6), o resultado de “substituição” dado pelo índice deve-se ao facto de este elemento exibir um alto nível de degradação, com corrosão severa das armaduras e delaminação do betão, sendo estimado que 75% do seu volume necessitava de consolidação. Por outro lado, o elemento 5 não apresentava sinais de corrosão nas armaduras, nem de delaminação do betão, tendo sido estimado que as operações de consolidação envolviam menos de 25% do seu volume. No que diz respeito ao elemento 7, os fatores que conduziram à necessidade de “substituição” do elemento relacionam-se com os níveis de corrosão nas armaduras, com o estado de fissuração do betão, com o facto de mais de 50% do seu volume necessitar de ser consolidado e, por último, por não ser um elemento original. O elemento 3, para além de se encontrar bastante fissurado e com necessidade de consolidação, é bastante pequeno, fácil de replicar, o que justifica o facto de o resultado do índice apontar para a sua substituição.

7. NOTAS FINAIS

O edifício do TNSJ, classificado como Monumento Nacional, possui uma enorme riqueza a nível construtivo e decorativo. É um exemplo notável da construção do início do século XX, onde imperam os novos materiais, como o betão, associados a novos processos construtivos. Face ao conhecimento empírico associado a estas construções, são muitas vezes consideradas experimentalistas e a sua preservação apresenta grandes desafios, uma vez que muitos dos processos construtivos são desconhecidos. No caso particular do TNSJ, os elementos decorativos que povoam as fachadas, associados a grandes mestres escultores da Escola de Belas Artes do Porto, merecem uma enorme admiração.

Com base nos fatores apresentados nas secções anteriores, salientam-se os seguintes aspetos, com vista a contribuir para a definição de uma estratégia que permita reduzir os danos e as perdas relacionadas com o processo de degradação dos elementos das fachadas:

- Os elementos decorativos que integram as fachadas são executados em argamassa de cimento armada, ou seja, uma argamassa que incorpora elementos metálicos (varões e redes).
- Com o envelhecimento das argamassas, a capacidade das mesmas para proteger os elementos metálicos das condições ambientais desfavoráveis vai-se reduzindo, o que potencia o desenvolvimento de corrosão nesses elementos (varões e redes). A corrosão dos elementos metálicos, por sua vez, provoca danos mais graves nas referidas argamassas armadas, como a sua fissuração e delaminação, potenciando o destacamento de pedaços de argamassa com risco de destruição dos elementos escultóricos e queda de pedaços na via pública.
- Uma vez iniciado o processo de corrosão, é muito difícil interromper a sua progressão em elementos com as características dos elementos decorativos que integram as fachadas (*e. g.*, entre outros aspetos, as operações necessárias para expor os elementos metálicos corroídos provocam mais danos nos elementos decorativos), e a introdução de novos materiais, como por exemplo inibidores de corrosão nas argamassas, pode produzir no futuro reações químicas cuja amplitude e consequências se desconhecem.
- Para minimizar os efeitos destrutivos do processo de corrosão, interessa destacar as duas situações:
 - a) Existem elementos decorativos em que o processo de corrosão já se terá iniciado, apesar de ainda não serem visíveis consequências no exterior desses elementos.
 - b) Existem elementos decorativos em que o processo de corrosão já se terá iniciado e em que são visíveis consequências no exterior desses elementos, como a fissuração e a escorrência ou vestígios de óxido de ferro à superfície.
- Não é possível prever a passagem de elementos decorativos do estado a) para o estado b), mas uma manutenção regular das fachadas permitirá identificar aqueles que se encontram no início do estado b), fase em que os elementos decorativos ainda poderão ser conservados e consolidados, prevenindo-se a queda de pedaços de argamassa.

Face ao exposto, compreende-se que é extremamente difícil, se não impossível, travar o processo de corrosão de armaduras e de degradação do betão devido ao envelhecimento do material e à sua exposição às condições climáticas. Considera-se, assim, que é previsível acontecerem mais destacamentos de argamassas nos elementos decorativos do TNSJ, aconselhando-se a continuação da implementação do plano de manutenção das fachadas, tal como se tem feito desde o final da obra de 2013-14.

É um facto que a conservação do património edificado em betão armado do início do século XX enfrenta novos desafios, associados à necessidade da sua consolidação, conservação e reparação. A deterioração natural, provocada pelo inevitável envelhecimento dos materiais de construção e da sua exposição aos agentes atmosféricos, conduz a um considerável aumento da vulnerabilidade deste tipo de construções. Dado que a prática de reabilitação deste tipo de edifícios é ainda relativamente recente, verifica-se uma falta de experiência e de conhecimento adquirido nestas intervenções, bem como sobre o comportamento destas reabilitações face à ação do tempo e à compatibilidade entre materiais novos e antigos. Estes aspetos são particularmente importantes quando se trata da reabilitação de elementos decorativos e escultóricos executados em betão armado (ou argamassa de cimento armada), em que a mão do artista é fator de autenticidade. Numa tentativa de racionalizar o processo de decisão da intervenção com critérios de autenticidade e no sentido de minimizar a subjetividade de critérios por maior ou menor influência do estado de degradação dos elementos, de prazos, custos, formas de execução e critérios de durabilidade, entre outros, no decorrer da intervenção de 2013-14, o IC-FEUP desenvolveu e aplicou um índice de intervenção I_{IT} . Este índice teve como objetivo auxiliar o processo de decisão de engenharia relativamente ao tipo de intervenção a implementar nos elementos decorativos e escultóricos. Em particular, este índice pondera os vários fatores que influenciam o tipo de intervenção a realizar, procurando um equilíbrio adequado entre esses diferentes fatores, numa tentativa de eliminar subjetividades.

Finalmente, e numa ótica de preparação para o futuro, considera-se muito importante a possibilidade de serem feitos moldes de cada um dos tipos de elemento decorativo existentes, para que, no futuro, estes possam ser reproduzidos. Esta operação poderá envolver a execução de moldes físicos diretamente sobre a fachada, ou a realização de um levantamento geométrico tridimensional digital destes elementos recorrendo à técnica de *laser scanning*, que permitirá, posteriormente, a execução dos moldes à medida que estes sejam necessários.

* CONSTRUCT-LESE, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (IC-FEUP).

** CONSTRUCT-LESE, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

REFERÊNCIAS

¹ Costa, A., Paupério, E. (2010). “Relatório de Inspeção e Diagnóstico às Fachadas do Teatro Nacional São João”. Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

² Henrique Moreira. “Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto”. Universidade do Porto. Acedido em março 2020, https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=antigos%20estudantes%20ilustres%20-%20henrique%20moreira.

³ Diogo de Macedo. “Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto”. Universidade do Porto. Acedido em março 2020, https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=antigos%20estudantes%20ilustres%20-%20diogo%20de%20macedo.

⁴ José Sousa Caldas. “Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto”. Universidade do Porto. Acedido em março 2020, https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=antigos%20estudantes%20ilustres%20-%20jos%C3%A9%20sousa%20caldas.

⁵ Joaquim Gonçalves da Silva. “Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto”. Universidade do Porto. Acedido em março 2020, https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=antigos%20estudantes%20ilustres%20-%20joaquim%20gon%C3%A7alves%20da%20silva.

⁶ Cardoso, A. (1997). *O Arquiteto José Marques da Silva e a Arquitetura no Norte do País na Primeira Metade do Século XX*. Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto.

⁷ Xavier Esteves. “Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto”. Universidade do Porto. Acedido em março 2020, https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=antigos%20estudantes%20ilustres%20-%20francisco%20xavier%20esteves%20silva.

⁸ Carneiro, Luís S. (2010). *A Estranheza da Estípite*. Porto, Fundação Instituto Arquiteto Marques da Silva.

⁹ Cusak, P. (1981). “Reinforced concrete in Britain: 1897-1908”. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Edimburgo.

¹⁰ Tostões, A. (2004). *Construção Moderna: As Grandes Mudanças do Século XX. Momentos de Inovação e Engenharia em Portugal no Século XX*, Heitor, M., Brito, J., Rollo, M. (Eds.). Publicações Dom Quixote.

¹¹ Namora, F. (2015). “O Betão Armado em Portugal através dos Arquitetos”. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura. Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto.

¹² Christophe, P. (1902). *Le Béton Armé et ses Applications*, 2.^a ed. Ch. Béranger, Paris e Liège.

¹³ Monier, J. (1884). “Perfeccionamientos introducidos en las traviesas de ferrocarriles aplicables a los travesaños para formar los recipientes de todas clases ya las construcciones en general de

hierros y de cemento”. Patente n.º 4433. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Oficina Española de Patentes y Marcas, Archivo Histórico, Espanha.

¹⁴ Teatro Nacional São João. Direção-Geral do Património Cultural. Acedido em março 2020, <http://www.patrimoniocultural.pt/pt/patrimonio/patrimonioimovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de-classificacao/geral/view/74813/>.

¹⁵ Velosa, A.L., Rocha, F. (2010). “Análise da Composição e do Estado de Patologia de Argamassas do Teatro Nacional São João”. Universidade de Aveiro.

¹⁶ Velosa, A.L. (2013). “Análise de Argamassas do Teatro Nacional São João – Fase de Intervenção. Relatório preliminar”. Universidade de Aveiro.

¹⁷ IC-FEUP (2013). Relatório mensal da Fiscalização. Relatório n.º 2 – 10 de junho de 2013 a 10 de julho de 2013. “Restauro da Envolvente Exterior do Teatro Nacional São João – Porto”. Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

¹⁸ Paupério, E. (2015). “Reabilitação de Edifícios da Primeira Metade do Século XX: Discussão Metodológica”. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

¹⁹ Paupério, E., Romão, X. (2014). “Development of decision-making indicators helping the management of interventions in cultural heritage”. 18th ICOMOS General Assembly and Scientific Symposium, “Heritage and Landscape as Human Values”, Florença, Itália.

²⁰ Paupério, E., Romão, X. (2016). “Desenvolvimento de Um Índice de Apoio à Decisão para a Gestão de Intervenções em Elementos Escultóricos”. XII Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas, Porto, Portugal.

AGRADECIMENTOS

FIMS – Fundação Instituto Arquiteto José Marques da Silva.

Este trabalho foi parcialmente financiado por: Financiamento Base – UIDB/04708/2020 da Unidade de Investigação CONSTRUCT – Instituto de I&D em Estruturas e Construções, financiada por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC).

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS/ESQUEMAS

Figura 1: © João Tuna, Teatro Nacional São João.

Figuras 4-9, 10-23, 26, 27, 29, 32-36, 38, 40, 46, 47, 49-53, 57-62: © Esmeralda Paupério, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Figuras 24, 25: © Ângela Melo, Direção Regional de Cultura do Norte.

Figura 28: © Ana Gomes, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Figuras 30, 44, 48, 54, 55, 63, 64: © Ricardo Santos, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Figura 31: © Catarina Quintela, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Figuras 37, 39, 41, 42, 45, 56: © Nelson Vila Pouca, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Figura 43: © João Marrana, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Figura 65: © Xavier Romão, Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

ESMERALDA PAUPÉRIO é engenheira civil, integra o Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e, desde 2000, o Núcleo de Reabilitação. Trabalha na área da inspeção, diagnóstico e definição de intervenções estruturais, em particular no âmbito do património cultural imóvel. É membro do Conselho de Administração do ICOMOS Portugal e membro convidado do GECORPA – Grémio do Património.

XAVIER ROMÃO é engenheiro civil e Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Desenvolve atividade científica nas áreas da avaliação do risco para múltiplos perigos (incluindo em construções históricas e patrimoniais) e da análise da segurança estrutural de construções existentes. É vice-presidente do ICORP – Comité Internacional da Preparação para o Risco do ICOMOS – International Council on Monuments and Sites.

NELSON VILA POUCA é engenheiro civil e Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Desenvolve atividade científica na área do betão armado e na análise da segurança estrutural de construções existentes. É diretor do Núcleo de Reabilitação do Instituto da Construção da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.