



Arquitetura Revista
ISSN: 1808-5741
Unisinos

Aguiar, Monica; Favero, Marcos
MAM-RIO: FORMA-ESTRUTURA, TECTÔNICA E EMPATIA
Arquitetura Revista, vol. 15, núm. 2, 2019, Julho-Dezembro, pp. 256-274
Unisinos

DOI: <https://doi.org/10.4013/arq.2019.152.03>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193660602003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Informação Científica Redalyc

Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal

Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

MAM-RIO: FORMA-ESTRUTURA, TECTÔNICA E EMPATIA**MAM-RIO: STRUCTURE-FORM, TECTONICS, AND EMPATHY**Monica Aguiar¹Marcos Favero²**Resumo**

O propósito deste artigo é promover a discussão, a partir de uma abordagem transdisciplinar, sobre diferentes modos de expressão tectônica que podem se manifestar em certas edificações — abordagem representada pela interpolação de conceitos relacionados à Arquitetura e à Engenharia Estrutural que possibilitou a caracterização de um conceito próprio: forma-estrutura, contribuindo também para a definição de um conjunto de categorias analíticas. Por sua vez, as proposições teóricas de Eduard Franz Sekler e Kenneth Frampton, bem como de Heinrich Wölfflin e Harry Mallgrave, no campo da tectônica, embasam esta investigação, que tem como objeto de análise o Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-Rio). Para tanto, essa análise assume a forma-estrutura como um princípio projetual e se desdobra por meio das seguintes categorias: imposição da forma, legibilidade estrutural e materialidade estrutural. Tais categorias sintetizam a transdisciplinaridade desejada, tornando possível observar as diferentes expressões tectônicas que se manifestam no edifício para além dos processos construtivos e do caminho de cargas chegando, no limite, a configurar uma expressão empática que, consequentemente, permite não só ressignificar certa compreensão do MAM-Rio, mas sobretudo da própria noção de expressão tectônica.

Palavras Chave: Forma-estrutura, expressão tectônica, experiência empática.

Abstract

This article is intended to encourage the debate, from a transdisciplinary approach, about the distinct ways of tectonic expression — approach represented by the merger of concepts related to Architecture and Structural Engineering, which allowed the characterization of a particular concept: structure-form and contributed to the definition of a set of analytical categories. On the other hand, the theoretical propositions of Eduard Franz Sekler and Kenneth Frampton, as well as Heinrich Wölfflin and Harry Mallgrave, concerning tectonics, are the foundations for this investigation, which has the Museum of Modern Art of Rio de Janeiro (MAM-Rio) as its object of analysis. This analysis has the structure-form as a design principle and unfolds through the following categories: form imposition, structural legibility and structural materiality. Such characteristics synthesize the desired transdisciplinarity, making it possible to observe the different tectonic expressions that are manifested in the building, apart from the construction processes and the load paths, even achieving an empathic expression that not only allows to re-signify a certain understanding about MAM-Rio but, above all, the very notion of tectonic expression.

Keywords: Structure-form, tectonic expression, empathetic experience.

1 Departamento de Arquitetura e Urbanismo PUC-Rio, monicaaguiar@puc-rio.br

2 Departamento de Arquitetura e Urbanismo PUC-Rio, favero@puc-rio.br

INTRODUÇÃO

O propósito deste artigo é trazer à discussão modos de expressão tectônica que podem se manifestar em determinadas edificações, por meio de uma análise que se dará pela aplicação de conceitos que procuram sintetizar ideias de Arquitetura e Engenharia Estrutural, ou seja, por meio de uma ótica transdisciplinar.

A referência ao termo edificação é consciente e proposital, uma vez que, além de ser consequência de um projeto e suas intenções, a expressão tectônica se manifesta fortemente pela fisicalidade do edifício construído, afetando corpo e mente do sujeito, ou seja, por meio da percepção do ambiente construído por intermédio de uma experiência empática. Por consequência, é questão intrínseca a esta investigação a análise de edifícios efetivamente construídos.

Nesse sentido, considera-se também certo diálogo entre a Arquitetura e a Engenharia Estrutural como fundamental para a seleção de objetos de análise. Neste caso, o Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-Rio), construído entre 1954 e 1967, na cidade do Rio de Janeiro (RJ), no qual se destaca, especificamente durante a elaboração do projeto, o diálogo e a parceria entre o arquiteto Affonso Eduardo Reidy e o engenheiro estrutural Arthur Eugênio Jermann.

Observa-se, no projeto em questão, a presença da estrutura portante incorporada à estrutura espacial arquitetônica, configurando uma única essência, aqui chamada de forma-estrutura (Aguiar, 2018), conceito que caracteriza um tipo de edificação que, acredita-se, é fruto de decisões projetuais impregnadas pela consideração da criação do espaço arquitetônico como algo intrinsecamente vinculado às condições estruturantes de sua materialização. Este pode ser aplicado a diversas edificações a partir de diferentes projetos, podendo ser considerado espécie de princípio projetual, que articula decisões desde o início da criação arquitetônica. De modo ideal, pode também ser matriz de expressão tectônica, na medida em que pode expor o processo construtivo relacionado com certo edifício — comunicação que, segundo Eduard Sekler, se dá por meio de uma experiência do sujeito, pela percepção da “realização de um conceito intangível, no caso, a estrutura, materializado pela construção, que ganha expressão visual por meio da tectônica” (Sekler, 1965, p. 92).

Para Sekler, em princípio, a palavra “tectônica” deveria ser reservada para as qualidades que expressam a relação das formas com as forças atuantes nas edificações (Sekler, 1965, p. 92).

Por sua vez, para Frampton, somente unidos os vetores topos, tipos e tectônico conferem legitimidade arquitetônica ao edifício (Frampton, 1995, p. 2), sendo que o vetor tectônico está relacionado com a necessidade de a Arquitetura “expressar-se na forma estrutural e construtiva” (Frampton, 1990, p. 558), além de ser “inseparável do tipo de sua fundação no solo, a ascensão de sua estrutura por meio da interação do suporte, do vão, da emenda e da junta, do ritmo de seu revestimento e da modulação de sua fachada”. Afirma, ainda, que “o potencial tectônico completo de qualquer edificação se origina de sua capacidade de articular os aspectos poético e cognitivo de sua

substância” (Frampton, 1995, p. 26), sendo também uma condição ontológica de uma “coisa por intermédio da revelação de seu valor epistêmico” (Frampton, 1995, p. 23). A partir daí, é possível deduzir que, na expressão tectônica, estaria intrínseco ao objeto construído um “saber fazer”, e isso se reflete em seu comentário sobre a necessidade de se reconhecer “o papel crucial da Engenharia Estrutural” na cultura construtiva moderna (Frampton, 1995, p. 335).

Explicitada pelo caminho das forças, ou mesmo pouco clara, por sua negação, pela criação de formas atectônicas que tendem a perturbar o observador (Sekler, 1965, p. 94), a expressão tectônica é uma manifestação empática, na medida em que está diretamente relacionada com a interação do sujeito com determinada edificação.

Observa-se que o termo empatia surgiu, no final do século XIX, em meio ao debate germânico sobre estética e psicologia, tendo sido apropriado por Heinrich Wölfflin (2017 [1886]) quando, ao discutir a relação entre a Psicologia e a Arquitetura, postula ser a tectônica uma manifestação particular de empatia no campo da Arquitetura. Michael Selzer, porém, ressalta a obsolescência dos conceitos sobre Psicologia utilizados por Wölfflin. Não obstante, ratifica sua atualidade no que tange à abordagem da consciência de nossos corpos como agentes de sensibilização pela expressividade das edificações (Selzer, 2017, p. 3).

Harry Mallgrave, por sua vez, aponta três questões que podem configurar a experiência empática como um fator relevante da Arquitetura: 1) o reconhecimento de que, assim como formatamos nosso ambiente físico e cultural, somos também formatados por ele; 2) não experimentamos o ambiente construído apenas por meio de leitura ocular ou simbólica da forma e do espaço, mas sim como um evento corporal desempenhado por intermédio de nossas emoções, experiências cognitivas e sociais e nosso nível geral de vitalidade; 3) as razões anteriores direcionam nosso foco do objeto estético para a experiência daqueles que habitam o ambiente projetado, ou seja, não se pode pensar o projeto de edifícios ou cidades desconsiderando a relação das pessoas com o ambiente construído (Mallgrave, 2017).

Acredita-se, aqui, portanto, que a ideia materializada pela construção seja o verdadeiro campo de investigação. Somente a análise dos projetos e dos objetos construídos poderá fazer a ponte entre a intenção e a realização, de modo que a expressão tectônica possa ser analisada também como experiência empática, uma vez que não há como analisá-la senão pela presença da construção e sua relação com o sujeito. Nesse sentido, Sekler afirma que, entre estrutura, construção e tectônica, este último é o conceito mais autonomamente arquitetônico e que, apesar de “o arquiteto não necessariamente controlar as condições da estrutura e da construção tão completamente quanto gostaria, ele é o mestre inquestionável da expressão tectônica” (Sekler, 1965, p. 94).

Assim, nesta investigação, serão abordados tanto os aspectos projetuais, arquitetônicos e estruturais como aqueles relacionados com a execução do MAM-Rio, construção vincada por um inquestionável “saber-fazer”, que se caracteriza pela implementação do conceito forma-estrutura como princípio projetual, sobretudo pelo estabelecimento de uma relação dialógica entre a Arquitetura e a Engenharia Estrutural, que possibilitou sua construção e, por

último, especialmente, a manifestação da expressão tectônica e da experiência empática que daí resultaram.

Howard relaciona arquitetura e estrutura quando propõe uma categorização que organiza as estruturas em mínimas, adequadas, formais ou esculturais e estruturas pretensiosas (Howard, 1966, p. 8–17). As estruturas mínimas são caracterizadas por um alto grau de eficiência mecânica, com utilização mínima de material; as adequadas são aquelas possíveis em atendimento a requisitos arquitetônicos específicos, de modo que se pode renunciar à máxima eficiência estrutural, uma vez que “o que é melhor para a estrutura não é necessariamente melhor para a edificação como um todo”; as formais ou esculturais são aquelas em que os elementos são exagerados ou cujas formas refletem um uso não eficiente do material, apenas pela causa do impacto emocional; e as pretensiosas são as projetadas apenas pela novidade em si, por uma afirmação de atenção à forma.

Observa-se, pela classificação de Howard, que as estruturas podem comunicar uma qualidade tectônica, identificada por Frampton como “a manifestação de uma estrutura potencialmente poética, no sentido original da palavra grega *poiesis*, como ato de criar e revelar” (Frampton, 1990, p. 559), pois o termo tectônica não alude ao componente estrutural em si, mas “também na sua amplificação formal relativamente ao conjunto de que faz parte” (Frampton, 1990, p. 560). Porém, essa classificação se mostra insuficiente quando se quer aprofundar uma discussão que envolve a análise estrutural e seus desdobramentos no desenvolvimento do projeto e da construção e, por consequência, sua expressão tectônica. É, portanto, necessária a caracterização de outro conjunto de categorias que considere, de maneira mais contundente, a questão transdisciplinar entre aspectos da Arquitetura e da Engenharia Estrutural, com o qual a classificação de Howard passará a operar. São estas: imposição da forma, legibilidade estrutural e materialidade estrutural (Aguiar, 2018).

A imposição da forma é um fator definidor da solução estrutural, relacionando-se diretamente com as categorias de Howard na medida em que, para a Engenharia Estrutural, funciona como um condicionante da criação do modelo de análise. Modelo que precisa incorporar todas as propriedades materiais, mecânicas e formais a serem consideradas para verificar a viabilidade de uma determinada solução estrutural. De modo geral, a operação formal que determina o modelo estrutural abstrato de análise precisará considerar tais propriedades desde as fases iniciais do projeto e, por isso, precisa ser representativa do comportamento estrutural do edifício construído, devendo, portanto, sintetizar o problema estático a ser resolvido. Nesse sentido, os limites impostos pela forma, em alguns casos, podem inviabilizar uma solução estrutural, seja pela capacidade resistente dos elementos aos esforços solicitantes, pelo cumprimento das normas vigentes, por questões ligadas à realidade das técnicas construtivas e capacitação de mão de obra, bem como por questões econômicas.

A legibilidade estrutural aborda o sistema portante como presença espacial, perceptível empiricamente, ou seja, por meio de experiência empática. Assim, a presença estrutural, além de um elemento da arquitetura, será também percebida como elemento responsável pela estabilidade e segurança da edificação e sistema condutor das cargas em direção a seus pontos de apoio. A capacidade de transmissão da sensação de solidez de uma edificação, como expressão tectônica, poderá se dar por inquietações

provocadas por condições de equilíbrio não apreendidas de imediato, ou mesmo por provocações sobre o funcionamento do sistema estrutural em si.

Em virtude das diferentes materialidades e arranjos espaciais viáveis para os sistemas estruturais, a categoria de materialidade estrutural procura analisar a estrutura como produto do processo construtivo e possível instrumento de comunicação de uma ideia.

Na análise do projeto e construção do MAM-Rio, a ideia é apontar o conceito forma-estrutura como princípio projetual, por meio de uma reflexão relacionada com a implementação do conceito desde o início do projeto. A provocação inicial foi identificada no memorial descritivo, no qual Reidy menciona a “integração da estrutura como elemento plástico de importância marcante à solução adotada” (Reidy, 1953 *in Solar Grandjean de Montigny, 1985, p. 94*). Sendo assim, há de se apresentar os modos de expressão tectônica que o princípio forma-estrutura imprime ao edifício do MAM-Rio, bem como a experiência empática que proporciona, por meio das categorias transdisciplinares de análise, que sintetizam conceitos da Arquitetura e da Engenharia Estrutural.

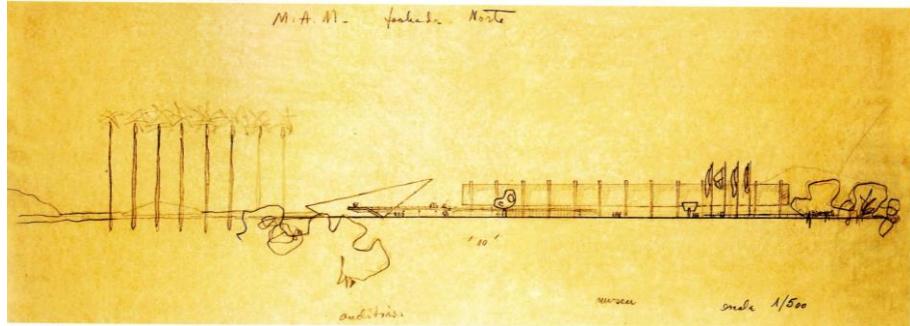
MUSEU DE ARTE MODERNA DO RIO DE JANEIRO

O projeto do Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-Rio), elaborado, em 1953, pelo arquiteto Affonso Eduardo Reidy, é uma presença que sintetiza a criação espacial arquitetônica com a técnica refinada da engenharia estrutural, em uma clara demonstração do trabalho conjunto realizado entre o arquiteto e o engenheiro estrutural Arthur Eugenio Jermann. A motivação de Reidy para a criação desse projeto não vem da “exaltação ufanista que vê no museu o centro de uma nova e revigorada cultura” (Kamita, 1994, p. 130). Reidy propõe um Museu que seria moderno pela “atualidade da função que cumpre na sociedade” (Kamita, 1994, p. 131).

A implantação deveria ser a de menor impacto à paisagem deslumbrante, que seria descortinada e também usufruída após a construção, conciliando programas específicos em um bloco de exposições, um bloco escola e um teatro, que se relacionariam e se interconectariam espacialmente, privilegiando a horizontalidade em um movimento intencional de inserção e valorização na e da paisagem, em que a presença de um alto grau de transparência e porosidade seria obtida graças a decisões projetuais intimamente relacionadas com as soluções estruturais e construtivas.

Os métodos construtivos e os sistemas estruturais distintos em cada bloco são soluções que se mostram no projeto de uma maneira quase didática, no qual há um jogo de discrepâncias hierárquicas que valorizam cada bloco *per se* e que já se mostrava nos croquis do projeto (Figura 1). No entanto, é o exoesqueleto do bloco de exposições que materializa o espaço a partir da fusão da forma com a estrutura portante. Esse foi o movimento emblemático na concepção do projeto que justifica concentrar nossa investigação apenas nesse bloco.

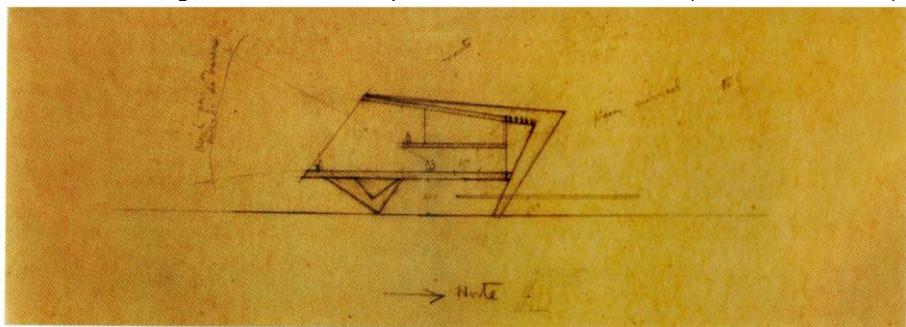
Figura 1: MAM-Rio. Croquis da fachada. (Fonte: Bonduki 2000).



Imposição da forma

No projeto do bloco de exposições, Reidy apropria o pórtico estrutural como princípio formal, tornando-o a “base originária que define e organiza o espaço” (Kamita, 1994, p. 119). De início, um pórtico ainda assimétrico e, posteriormente, um pórtico simétrico que, por sua repetição, gera esse edifício. Assim, no bloco de exposições, desde os croquis iniciais, Reidy demonstra intenção projetual de fusão entre estrutura espacial e estrutura portante (Figura 2).

Figura 2: MAM-Rio. Croquis inicial do corte transversal. (Fonte: Bonduki 2000).



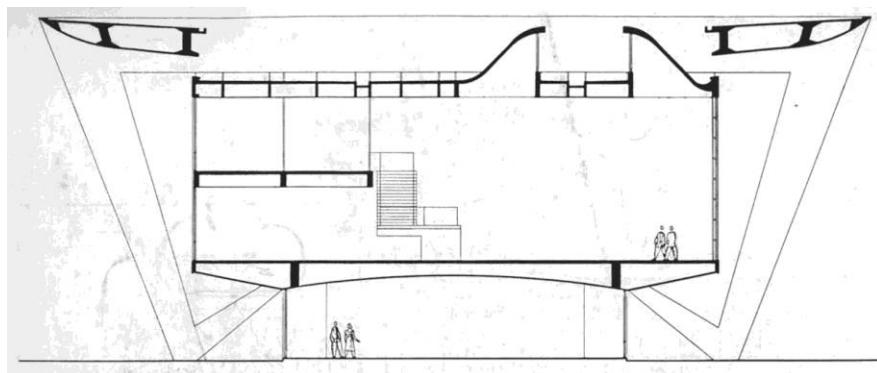
O processo de depuração da forma pela qual passa o projeto do MAM-Rio incorpora a estrutura portante do bloco de exposições como um exoesqueleto que tem pontos de interseção com o bloco escola e com o teatro, entrelaçando os espaços como um sistema de correlações e correspondências (Kamita, 1994, p. 135), configurando toda a estrutura espacial da edificação.

Ao propor um exoesqueleto e, com isso, expor à percepção do sujeito o sistema estrutural aporticado, Reidy abandona a estrutura independente corbusiana do sistema Dom-ino, composta de elementos ortogonais usualmente inseridos na delimitação dos espaços internos das edificações, como utilizado no bloco escola. Esse movimento passa a sugerir um novo caminho de forças integrado ao projeto — possivelmente percebido pelo sujeito — incorporando ao objeto construído o que Sekler descreve como a manifestação da tectônica pela experiência das forças relacionadas com as formas em uma edificação (Sekler, 1965, p. 92). Nesse caso, uma vivência corporal do espaço instigada pelo formato inclinado dos pórticos e sua condição de equilíbrio, proporcionando uma experiência empática “no sentido de que o corpo reconstitui o mundo por meio de sua apropriação tátil da realidade” (Frampton, 1995, p. 10). Assim, Reidy dá à estrutura do bloco de

exposições uma qualidade tectônica, pela “implementação de um conceito estrutural por intermédio da construção” (Sekler, 1965, p. 89), além de promover uma experiência empática ao sujeito, condensando ali os atributos funcionais e formais da edificação.

O arquiteto amplia o conceito do pórtico clássico, aquele composto pela união pilar-viga-pilar, no qual os elementos se posicionam perpendiculares entre si, ao adotar a composição de dois pórticos coplanares de pilares inclinados de seções transversais variáveis. Tal concepção cumpre objetivos funcionais específicos, como, por exemplo, a necessária proteção contra a insolação excessiva, por meio da inclinação dos pilares e o posicionamento das abas de laje no topo dos pórticos superiores, além da liberação do espaço contínuo nos pavimentos de exposições e no térreo, possibilitada pela ausência de apoios internos, resolvida pelos pórticos inferiores (Figura 3).

*Figura 3: MAM-Rio. Corte transversal do bloco de exposições.
(<https://pt.wikiarquitectura.com/constru%C3%A7%C3%A3o/museu-de-arte-moderno-do-rio-de-janeiro/#mam-corte-3>, recuperado em 16, abril, 2018).*

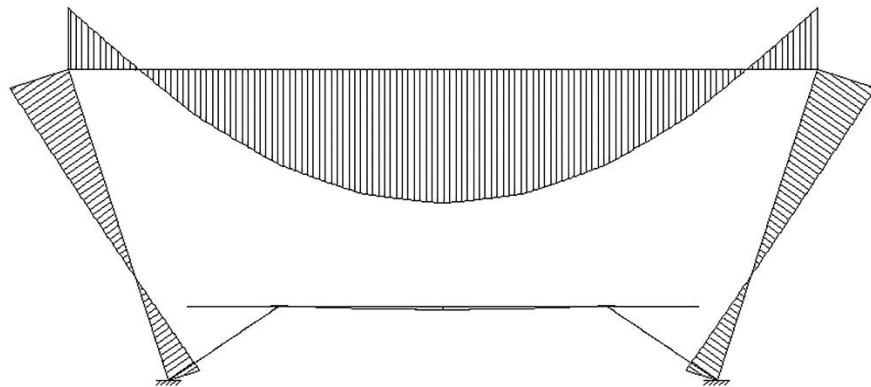


A proposta de Reidy para os pórticos do MAM-Rio se alinha, de maneira intrínseca, com o que Sekler qualifica como expressividade tectônica, caracterizada pela ênfase das qualidades expressivas dada ao “jogo de forças e arranjos correspondentes das partes na construção” (Sekler, 1965, p. 89).

O desenho do pórtico condicionaria soluções estruturais específicas, e, por isso, a imposição da forma aqui é determinante. O modelo abstrato de análise estrutural precisaria adequar a distribuição dos esforços solicitantes àquela geometria peculiar em total sintonia com o rigor projetual de sua concepção arquitetônica. Consequentemente, a materialização estrutural, fruto da abstração proveniente da análise a priori, só se realizaria na construção e seria tão mais próxima do projeto arquitetônico quanto mais adequado o modelo abstrato, mais precisa a análise e mais bem executada a construção, a partir da representação projetual. A chave de solução desse problema estaria na ligação da base do pórtico com os elementos de fundação, que poderiam ser representados por dois modelos abstratos distintos: um pórtico biengastado e um pórtico birrotulado.

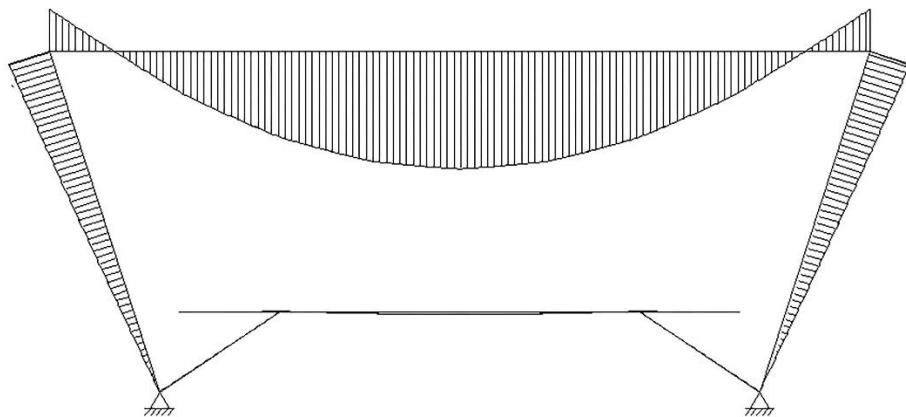
A consideração de engastamento no primeiro modelo reproduz a monoliticidade de ligação dos pilares com seus elementos de fundação, gerando esforços de flexão nos pontos de apoio, que poderiam ser representados pelo respectivo diagrama de momentos fletores (Figura 4).

Figura 4: MAM-Rio. Modelo estrutural de pórtico biengastado. Diagrama de momentos fletores para o carregamento de peso próprio.



Todavia, ao se abrir mão da monoliticidade do conjunto pórtico-fundação, configurada pelo engastamento no primeiro modelo, os momentos fletores nas bases desaparecem. A materialização dessa ideia se dá pela introdução de articulações nos pontos de ligação entre os pilares e as fundações, como aparelhos de apoio, por exemplo. Esse é o caso do segundo modelo, cujo diagrama de momentos fletores mostra claramente o desaparecimento desses esforços nos pontos de apoio dos pilares na base (Figura 5).

Figura 5: MAM-Rio. Modelo estrutural de pórtico biarticulado. Diagrama de momentos fletores para o carregamento de peso próprio.



Nota-se que, no modelo biarticulado, o diagrama que representa os esforços se aproxima da geometria proposta por Reidy para o desenho dos pilares: os esforços aumentam na medida em que a seção dos pilares aumenta também. Esse foi, provavelmente, o passo dado pelo engenheiro estrutural Jermann na direção de uma fusão entre a concepção do modelo abstrato, resultante da imposição da forma, e sua materialização, a ser realizada pela construção, imprimindo ao projeto estrutural o mesmo rigor que caracterizava o projeto de Reidy.

A imposição da forma, como fator definidor da solução estrutural do pórtico do bloco de exposições, caracteriza, segundo os termos de Howard, essa estrutura como adequada, aquela possível em atendimento a requisitos arquitetônicos específicos. Apesar do rigor conceitual pela qual se constitui,

esta somente poderia ser classificada como mínima caso os pórticos tivessem uma configuração “clássica”, configurada pela ortogonalidade entre os elementos portantes: vigas e pilares.

Ao mencionar a integração da estrutura com a solução espacial, Reidy denota intenção de promover, no MAM-Rio, uma identidade fundamental entre a estrutura espacial e a estrutura portante, que Kamita considera “procedimentos de fusão e condensação expressiva entre forma e estrutura” (Kamita, 2017, p. 126). Como consequência, a imposição da forma, indiscutivelmente, configura-se como um dos fatores que proporcionam a manifestação de sua expressão tectônica.

Legibilidade estrutural

Ao deslocar a estrutura portante do bloco de exposições para seu exterior e afastá-la do corpo da edificação, Reidy caracteriza uma relação extremamente instigante no que se refere à legibilidade estrutural desse bloco.

A materialização do conceito de forma-estrutura na proposta de Reidy, além de gerar “a forma visível e tangível que resulta do processo da construção” (Sekler, 1965, p. 89), caracteriza a expressão tectônica, que está profundamente vinculada ao caminho pouco usual das forças que ali se manifestam. Trata-se de uma provocação à percepção do sujeito por meio de uma experiência empática, na medida também em que o instiga a desvendar o caminho das forças e as condições de equilíbrio da estrutura, que não se esclarecem de imediato, seja pela inclinação dos pilares dos pórticos, seja pelo vazio do espaço contínuo e pela sua ausência de apoios internos.

De fato, a lógica por trás das decisões projetuais só vem à tona após uma análise detalhada do projeto. Para a compreensão da estrutura como um sistema, ou seja, “um conjunto de elementos relacionados entre si, ordenados de acordo com determinados princípios, formando um todo ou uma unidade” (Japiassú; Marcondes, 1996, p. 250), é preciso investigar como este se constitui.

A estrutura é composta por um conjunto de dois pórticos coplanares, um superior e um inferior, que se repetem 14 vezes, espaçados 10 m entre si e solidarizados pelas lajes do 1º pavimento, do 2º pavimento e da cobertura. O bloco de exposições tem 130 m de comprimento, o que, na época, acarretaria problemas para a estrutura de concreto armado, em função dos coeficientes de dilatação e retração do material. Assim, já na fase inicial de projeto, decidiu-se pela inserção de juntas de dilatação dividindo o conjunto, cuja materialização se deu por meio da execução de dentes Gerber em todos os pavimentos, promovendo uma ligação sem transmissão de momentos fletores e introduzindo uma separação física entre as partes (Figura 6).

Figura 6: MAM-Rio. Posicionamento das juntas de dilatação/vigas Gerber. (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/MAM_Rio_02.jpg , recuperado 16, abril, 2018).

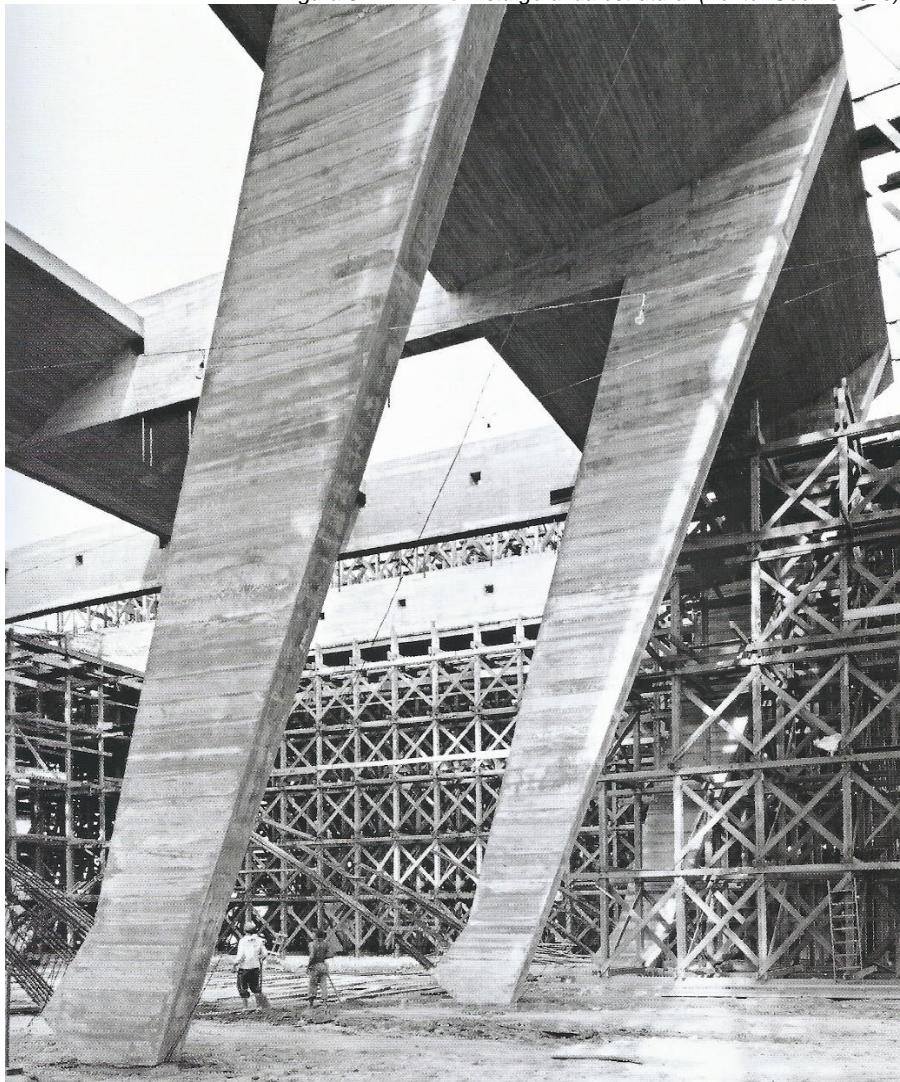


Nesse bloco, as cargas dos pavimentos não se acumulam hierarquicamente nos pilares, em movimento ascendente, como na construção da maioria dos edifícios. As cargas provenientes da laje do piso do 2º pavimento são suspensas por tirantes metálicos, fixados nas vigas dos pórticos superiores, e caminham diretamente ao topo, para, em seguida, buscarem os pilares externos e depois se dirigirem às fundações. Já a laje do piso do 1º pavimento se apoia em vigas que conduzem as cargas aos pilares inclinados do pórtico inferior. A relação entre os elementos da estrutura e seu funcionamento conjunto configuraram o sistema estrutural aporticado. As especificidades desse sistema implicaram em um processo construtivo que obrigou a completa construção dos pórticos antes da construção das lajes do 1º e do 2º pavimentos. É impossível, portanto, a partir do objeto construído, perceber a metodologia que orientou a construção, dificultando a legibilidade estrutural e, talvez, por isso mesmo, ampliando a experiência empática proveniente da expressão tectônica, na medida em que essa dificuldade pode gerar inquietações quanto ao processo construtivo e às condições de equilíbrio da edificação, em função de sua inclinação (Figuras 7 e 8).

Figura 7: MAM-Rio. Piso do 2º pavimento suspenso por tirantes metálicos. (Fonte: Coelho 2010).



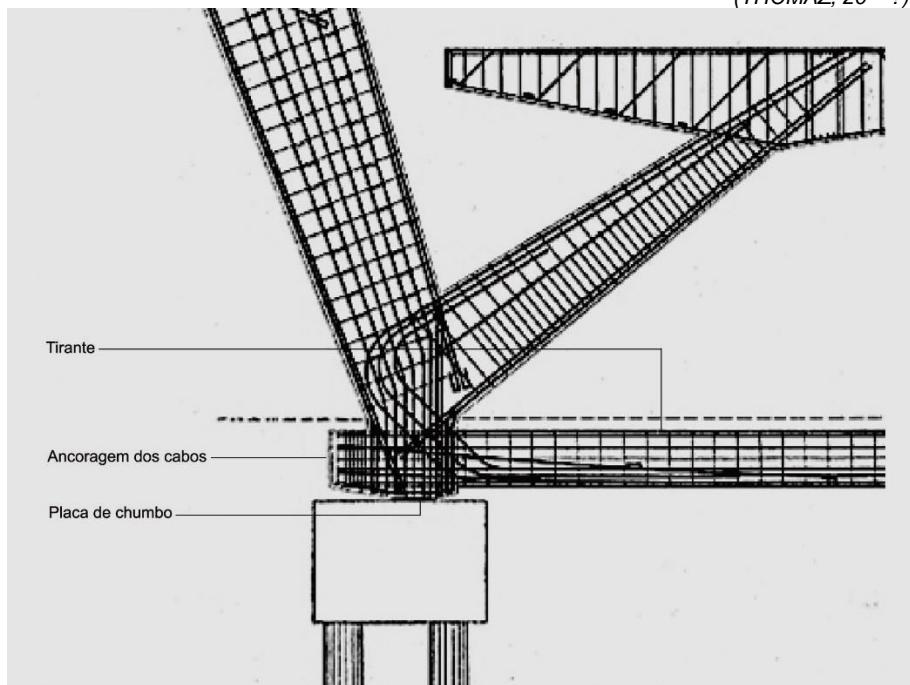
Figura 8: MAM-Rio. Vista geral da estrutura. (Fonte: Coelho 2010).



A inclinação dos pilares do pórtico superior para fora da edificação é apenas parcialmente equilibrada pela inclinação dos pilares do pórtico inferior na direção oposta. Essa inclinação para dentro do espaço expositivo do museu possibilita a diminuição do vão estrutural sem diminuir o vão livre do pavimento térreo, materializando a intenção de liberação espacial pretendida por Reidy. Decisão projetual, porém, que tem um custo estrutural. O somatório das forças de sentidos opostos, provenientes da geometria inclinada dos pórticos, resulta em um desequilíbrio nas bases, traduzido pelo aparecimento de força de tração cuja tendência seria afastá-las entre si. Fez-se necessária a criação de um tirante que fecha o quadro e o equilibra, evitando, assim, o risco de colapso. Cada conjunto de pórticos coplanares é equilibrado por um tirante invisível, por estar abaixo do piso do pavimento térreo, e, por isso, fora da experiência visual do “jogo de forças e do arranjo correspondente das partes” a que Sekler se refere, quando caracteriza a expressão tectônica (Sekler, 1965, p. 89). Consequentemente, a invisibilidade da solução técnica para a manutenção do equilíbrio mantém, para o sujeito, uma permanente provocação advinda da inclinação dos pórticos.

Abaixo desse chão e fora do campo visual, os dois pórticos coplanares se apoiam em placas de chumbo que servem de articulação entre a superestrutura e as fundações. A necessidade da existência dessa placa é o ponto crucial de conexão entre o modelo abstrato idealizado para a análise estrutural e sua materialização (Figura 9).

Figura 9: MAM-Rio. Detalhe da placa de chumbo e da armação do tirante no pavimento térreo.
(THOMAZ, 20 – ?).



É importante lembrar que o projeto estrutural foi desenvolvido no período classificado como de invenção das teorias estruturais (Kurrer, 2008, p. 30–41). Esse contexto justifica a escolha do modelo clássico de análise, o pórtico plano biarticulado, que se mostrou uma solução representativa da condição simbiótica entre o comportamento estrutural e o desenho do pórtico proposto

por Reidy, onde o que está construído comunica o comportamento estrutural, sendo essa uma das características que conferem autenticidade à sua expressão tectônica.

A proposta de Reidy para a criação de um espaço socializante, com características de continuidade e permeabilidade, materializou-se pelo sistema estrutural aporticado, como matriz de projeto. Decisão projetual que, posteriormente, viria a ser corroborada pelas ideias de Frampton, que chama a atenção para o fato de que a prioridade dada ao espaço se dá pela “reconsideração dos métodos construtivos e estruturais pelos quais, necessariamente, ele se constitui” (Frampton, 1995, p. 2). Possibilitando as intenções de transparência e atravessamento descritas no memorial do projeto, a implementação do conceito de forma-estrutura como matriz projetual não só promoveu a materialização do espaço concebido por Reidy como se tornou um dos fatores determinantes de sua expressão tectônica. Expressão essa que pode se manifestar por meio da legibilidade estrutural e da experiência empática provocada pelo formato inclinado dos pórticos, além do incomum caminho de forças relacionado com as suas condições de equilíbrio.

Materialidade estrutural

A monoliticidade é característica definidora da singularidade do concreto armado como material de construção, que, na primeira metade do século XX, esteve intrinsecamente associada a certa representação de modernidade (Forty, 2013). A complexidade envolvida na fabricação do concreto, em função de diversos graus possíveis de controle tecnológico, pode se refletir em sua materialidade e, nesse sentido, quando o material é utilizado in natura, ou seja, aparente, em certas edificações, pode comunicar visualmente a existência de uma técnica, pela associação do material com suas propriedades estruturais.

Projetos nos quais é possível verificar a implementação do conceito forma-estrutura e que são materializados em concreto aparente comunicam, primeiramente, a existência de uma estrutura portante, por meio da materialização do conceito intangível de estrutura, ao qual é dado “expressão visual por meio da tectônica” (Sekler, 1965, p. 92). Adicionalmente, essa materialidade também pode comunicar um processo construtivo e o trabalho a este vinculado, colocando-se, portanto, como testemunha de um estágio de desenvolvimento tecnológico, um “saber fazer” que reflete uma “condição ontológica revelada por seu valor epistêmico” (Frampton, 1995, p. 23).

Especificamente, a exposição da técnica passou a adquirir relevância no processo criativo de Reidy, a partir de sua pesquisa por uma ordem construtiva que se refletiu na evolução de sua arquitetura. Ao analisar o projeto do Pedregulho, Kamita se refere à “presença determinante da técnica” que “atenua, em certa medida, o primado da plástica”, e ao fato de que, “com o tempo, Reidy tende a ressaltar de modo mais e mais veemente a materialidade de suas construções, sobretudo pela exposição das qualidades intrínsecas dos materiais de construção” (Kamita, 1994, p. 108–110). Ao conceber o projeto do MAM-Rio, Reidy queria tirar partido das propriedades plásticas do concreto, mesmo que, no Brasil, isso fosse uma novidade e suscitasse algumas críticas. Em 1998, Carmem Portinho relatou que:

houve críticas ao Reidy na própria diretoria do MAM, quanto ao acabamento do prédio. Para eles, uma obra imponente e dispendiosa como o museu merecia, segundo afirmavam, acabamento mais adequado à sua importância, como pintar todos os pórticos, sem perceberem que o concreto aparente é nobre e estava aparecendo nas construções em todo o mundo (Portinho, 1999, p. 135).

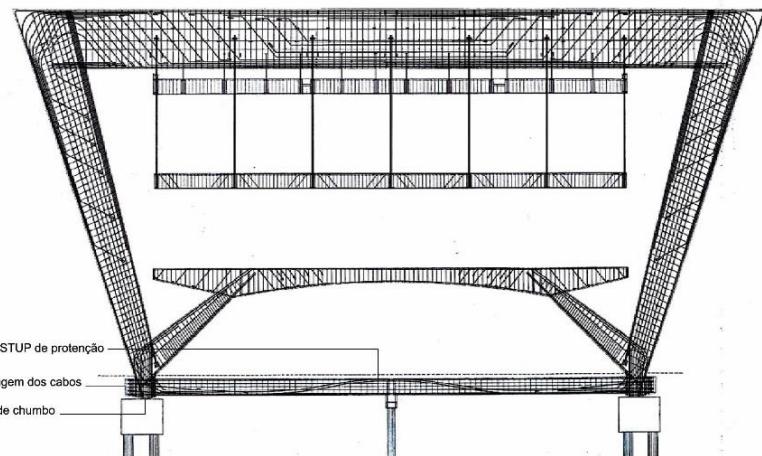
Para que se possa compreender a importância e os problemas que envolvem a escolha do concreto aparente como materialidade arquitetônica, torna-se necessário aqui fazer uma análise das implicações técnicas inerentes à fabricação do material e como se dá sua monoliticidade.

As estruturas de concreto armado se tornam monolíticas pela solidarização de seus elementos, que é promovida pelas armações de aço entrelaçadas internamente e posicionadas nas formas antes do lançamento do concreto fresco. De um modo geral, as armações das peças não fazem parte de áreas alheias à Engenharia Estrutural. Uma vez concretadas, as estruturas tornadas monolíticas escondem o que poderia ser considerada sua alma. Todo o detalhe de dobraduras e enlaces, garantidores da condição de monoliticidade, fica oculto sem que se possa perceber a relevância de sua existência, traduzida em preciosismo e minúcias nos desenhos de sua representação.

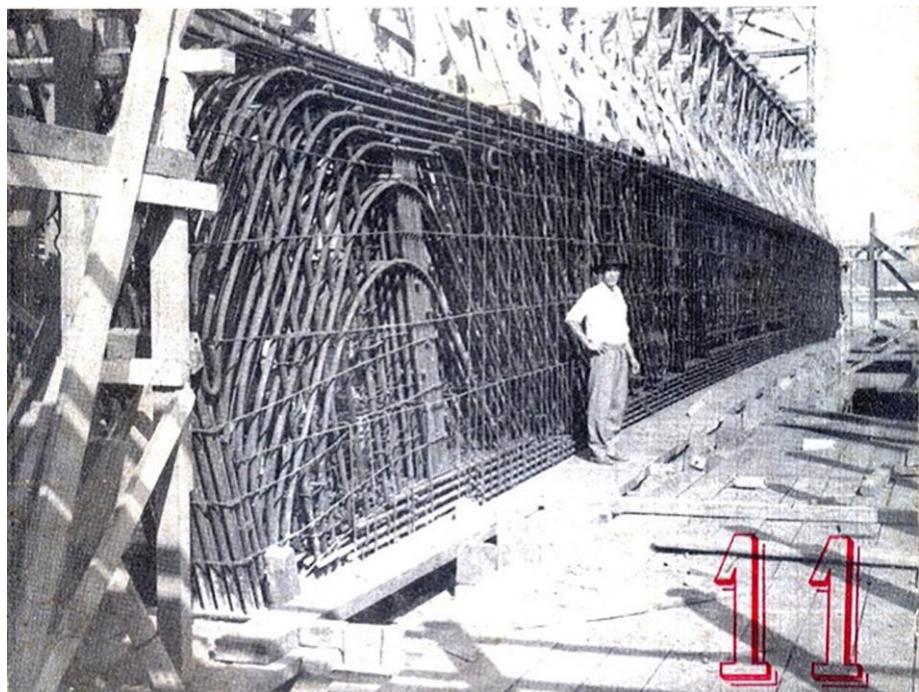
No projeto estrutural do bloco de exposições do MAM-Rio, pontos problemáticos, como os cantos dos pórticos, receberam atenção especial para evitar a concentração de tensões, por meio de uma dobradura em curva, cuidadosamente traçada em projeto e executada na obra, por exemplo. Há, no projeto, um conhecido desenho de representação dos detalhes de armação do pórtico que o mostra em sua totalidade, exibindo simultaneamente as armações de vigas e pilares, demonstrando a atenção ao conjunto e facilitando a leitura e o entendimento de seu funcionamento pelas equipes de obra. Esse preciosismo permitia antecipar possíveis incompatibilidades geradas pelo posicionamento inadequado das armações na obra, que, por sua vez, poderiam gerar “ninhos” de aço prejudiciais à completa penetração do concreto fresco por ocasião de seu lançamento. Providência que deixava poucas oportunidades para improvisações no canteiro, garantindo a aproximação entre o modelo idealizado na análise e a estrutura efetivamente construída.

Voltando à consideração de que a materialização da estrutura depende da elaboração de um modelo de análise adequado, da precisão dessa análise e da boa execução da construção a partir da representação projetual, é interessante notar o espelhamento da representação das armações detalhadas nos desenhos de projeto e na sua materialização na obra (Figuras 10 e 11).

Figura 10: MAM-Rio. Detalhe de armação dos pórticos coplanares. (THOMAZ, 20 – ?).



. Figura 11: MAM-Rio. Revista Estrutura, 1958: detalhe de armação da viga do pórtico superior. (THOMAZ, 20 – ?).



O preciosismo desse detalhamento se justifica, uma vez que o concreto armado só se configura como material compósito pela perfeita aderência entre as barras de aço e o concreto que as deve envolver. Para que isso aconteça, o concreto precisa preencher todos os espaços vazios existentes entre as barras de aço, de modo que ambos os materiais trabalhem conjuntamente sob solicitações estruturais. No MAM-Rio, o concreto armado seria utilizado não só como material estrutural, mas também como ênfase plástica na propriedade que lhe confere as características daquela modernidade, ou seja, sua monoliticidade e materialidade bruta, *in natura*.

O concreto aparente como provedor de materialidade é um material repleto de complexidades. Forty aponta para o paradoxo de um material que, apesar

de moderno, está ligado às práticas manuais de construção desde tempos remotos, criando uma “tensão entre um produto da tecnologia científica, cujo uso reside na aplicação de um conjunto de princípios desenvolvidos teoricamente, e algo enraizado nas práticas de trabalhos manuais mais básicas” (Forty, 2013, p. 15).

Consequentemente, o controle estético sobre este material inclui não somente o controle sobre os aspectos de sua fabricação, como o posicionamento das formas, por exemplo, mas também conhecimentos de suas propriedades físico-químicas. Além da formulação do traço e do adequado detalhamento das armações, procedimentos executivos como a cura do concreto, o planejamento e o tratamento das juntas de concretagem e a eficiência do escoramento, influirão em seu aspecto final.

Para a compreensão da escolha de Reidy para a materialidade do MAM-Rio, são possíveis várias associações. O concreto aparente, além de evidenciar a estrutura portante, se encontrava, como afirmou Portinho, em sintonia com aquela contemporaneidade, por “estar aparecendo nas construções em todo o mundo” (Portinho, 1999, p. 135). Reidy procurou realizar a materialidade do concreto aparente com rigor extremo, mantendo o controle criterioso que orientou todas as fases do projeto, decisão que caracteriza sua maestria da expressão tectônica. No que diz respeito à materialidade, esse controle se traduziu no exato posicionamento das formas que gerariam sua marcação na superfície dos elementos estruturais, conforme descrito por Ana Luiza Nobre:

Para atingir a perfeição no acabamento em concreto aparente — material que não admite revestimentos nem regularização da superfície após a execução —, empregou-se o melhor material disponível no mercado. Sem economias. As tábuas de pinho de primeira qualidade foram cortadas com 28 cm (em vez dos 30 cm usuais), aparelhadas e montadas com encaixe macho e fêmea, em lances de 2,80 m de altura (Nobre, 1999, p. 86).

Reidy conhecia a potência dessa metodologia construtiva enquanto instrumento de comunicação. Uma das características expressivas que resultam da marcação das formas no concreto aparente moldado in loco é a comunicação da existência um elemento adicional que, segundo Forty, também faz parte da composição do material: o trabalho humano (Forty, 2013, p. 225–251).

Reidy parece querer controlar a matéria bruta do concreto pelo rigor no posicionamento das formas em consonância com a precisão de seu desenho para o projeto, enfatizando um refinamento construtivo próximo dos princípios miesianos (Kamita, 1994, p. 139). Porém, independentemente de suas intenções, as marcas, por mais bem executadas que tenham sido, longe de enfatizarem um rigor que afastaria o processo de sua natureza artesanal, comunicam a presença da mão de obra utilizada na construção e, por isso, intensificam ainda mais a expressão tectônica. O controle de Reidy foi atingido em praticamente toda a extensão dos pórticos, menos nas juntas de concretagem. Por motivos provavelmente alheios à sua vontade, e que talvez possam ser justificados pela tecnologia disponibilizada na época da construção, as juntas de concretagem nos pilares inclinados do pórtico inferior são exceção à regra e apontam para esse ponto crítico das obras em concreto aparente, problema que atualmente é bastante amenizado, se não completamente resolvido, pela tecnologia da indústria química de aditivos para concreto (Figura 12).

Figura 12: MAM-Rio. Juntas de concretagem. (THOMAZ, 20 – ?).



A impressão da junta de concretagem na superfície dos pilares restou como testemunha indelével do processo construtivo e do estágio de desenvolvimento da tecnologia do concreto naquela ocasião. Para além das questões técnicas e como desafio ao discurso racionalista que emerge do projeto, a marca parece nos lembrar, por meio de uma experiência empática, a presença da imperfeição que permanentemente acompanha a condição humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Forma-estrutura como matriz de expressão tectônica é o tema que direcionou essa investigação, a partir de uma inquietação gerada pela presença da estrutura portante como evidência em alguns projetos de arquitetura.

Os conceitos autônomos de forma e de estrutura, consolidados de maneira específica nos campos da Arquitetura e da Engenharia Estrutural, ao serem trabalhados a partir de uma perspectiva transdisciplinar, possibilitaram a caracterização de novas categorias de análise. Tendo em vista sua implementação como princípio projetual em certas edificações, buscou-se analisar a expressão tectônica intrínseca a essa decisão, considerando, na abordagem do conceito tectônico, para além da conhecida proposição vinculada aos processos construtivos e ao caminho das cargas, a experiência empática.

A escolha do projeto e da construção do bloco de exposições do MAM-Rio como objeto de análise permitiu o surgimento de muitas relações entre a Arquitetura e a Engenharia Estrutural ao longo do processo, validando o caráter transdisciplinar deste estudo. O que chama mais atenção, porém, é a maneira como a expressão tectônica se manifesta por meio das categorias de análise propostas. Cada uma das categorias elencadas — imposição da forma, legibilidade estrutural e materialidade estrutural — possibilitou a observação de diferentes aspectos da expressão tectônica, seja pelo tradicional caminho das cargas ou por meio de experiência empática.

Segundo Kamita, Reidy exercia “um controle absoluto da forma arquitetônica”, e isso evidenciaria um “esforço para atribuir racionalidade a cada ato da existência” (Kamita, 1994, p. 167). No contexto do Brasil da década de 1950, consequentemente, o rigor da estética de Reidy parecia querer enviar ao mundo uma mensagem que comunicava a potência da racionalidade como solução possível para a precariedade do país.

Para Sekler, por meio da tectônica, o arquiteto pode “fazer visível aquele tipo intensificado de experiência da realidade que está no domínio do artista” (Sekler, 1965, p. 92). Reidy imprimiu ao MAM-Rio essa expressão tectônica, que Frampton também associa à arte quando afirma que, “na medida em que a tectônica equivale a uma poética da construção, ela é arte, mas, nesse sentido, a dimensão artística não é nem figurativa nem abstrata” (Frampton, 1995, p. 2). É a dimensão artística que emerge da materialização da ideia pela construção e, no caso, na potência da implementação do conceito forma-estrutura como matriz da expressão tectônica, que se traduz plenamente em experiência empática no MAM-Rio.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. C. (2018). FORMA-ESTRUTURA: Matriz de expressão tectônica no MAM-Rio, na FAU-USP e na Catedral de Brasília. Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, 154 p.
- BONDUKI, N. G. (Org.). (2000). Affonso Eduardo Reidy. 1^a ed. Lisboa, Blau, 216 p.
- COELHO, F. (Org.). (2010). Museu de Arte Moderna: arquitetura e construção. 1^a ed., Rio de Janeiro, Cobogó, 151p.
- FRAMPTON, K. (1995). Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture. 1^a ed, Chicago, John Cava, 430 p.
- _____. (1990). Rappel à l'Ordre: Argumentos em favor da tectônica. In: NESBITT, K. (Org.). Uma Nova Agenda para a Arquitetura: Antologia Teórica (1965-1995). São Paulo, Cosac Naify, p. 557-569.
- FORTY, A. (2013). Concrete and Culture: A Material History. 1^a ed., London, Reaktion Books, 335 p.

- HOWARD, JR., H. S. (1966). Structure: An Architect's Approach. 1^a ed., New York, McGraw-Hill Book Company, 297 p.
- JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. (1990). Dicionário Básico de Filosofia. 1^a ed., Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 399 p.
- KAMITA, J. M. (1994). Experiência Moderna e Ética Construtiva. A Arquitetura de Affonso Eduardo Reidy. Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, 173 p.
- _____. (2017). Affonso Eduardo Reidy e o Brutalismo Paulista. In: ZEIN, R. V. (Org.). Caleidoscópio Concreto: Fragmentos de Arquitetura Moderna em São Paulo. 1^a ed., São Paulo, Romano Guerra, p. 115-128.
- KURRER, K. E. (2008). The History of the Theory of Structures: From Arch Analysis to Computational Mechanics. 1^a ed., Berlin, Ernst & Sohn, 848 p.
<https://doi.org/10.1002/9783433600160>
- MALLGRAVE, H. F. (2017). Opening Remarks. In: Architecture as Experience: Human Perception and the Built Environment Symposium. Chicago, 2017. Disponível em: <http://driehausfoundation.org/news/2017/architecture-as-experience-human-perception-and-the-built-environment-symposium-videos-available-for-viewing>. Acesso em: 15/07/2018.
- NOBRE, A. L. (1999). Carmen Portinho: o moderno em construção. 1^a ed., Rio de Janeiro, Relume Dumará, 196 p.
- PONTINHO, C. (1999). Por toda a minha vida. 1^a ed., Rio de Janeiro, EdUERJ, 158 p.
- SEKLER, E. F. Structure, Construction, Tectonics. (1965). In: KEPES, G. (Org.). 1965. Structure in Art and in Science. New York, George Braziller, p. 89-95.
- SOLAR GRANDJEAN DE MONTIGNY (1985). Affonso Eduardo Reidy. Rio de Janeiro, PUC-Rio / Index. Catálogo da exposição.
- SELZER, M. (2017). Translator's Note. In: WÖLFFLIN, H. 2017. Prolegomena to a Psychology of Architecture. 1^a ed., Colorado Springs, Keep Ahead Books, 119 p. (Tese intitulada Prolegomena zu einer Psychologie der Architektur originalmente publicada em 1886).
- THOMAZ, E. ([20–?]). M.A.M. – Museu de Arte Moderna – Rio de Janeiro. 46 slides. Disponível em: <http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/mam.pdf>. Acesso em: 20/04/2018.
- WIKIARQUITECTURA (2018). MAM Rio. Disponível em:
https://www.google.com/search?q=mam+rio+pt.wikiarquitectura&rlz=1C1CHZL_pt-BRBR703BR703&source=lms&tbo=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjAg_CLjuPfAhXQxIkKHdgWChgQ_AUIdigB&biw=1366&bih=657#imgrc=4CDNWp2ryxt6yM. Acesso em: 16/04/2018.
- WIKIMEDIA (2018). MAM Rio. Disponível em:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/MAM_Rio_02.jpg. Acesso em: 16/04/2018.
- WÖLFFLIN, H. (2017 [1886]). Prolegomena to a Psychology of Architecture. 1^a ed., Colorado Springs, Keep Ahead Books, 119 p.

Submetido: 12/09/2018
Aceito: 20/01/2019