

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ARTE ESTRUTURAL: A ARQUITETURA DE
AFFONSO EDUARDO REIDY

Bolsista: Daniel Lins Falcone Pontes, Fapeam

MANAUS

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-E/0248/2012
ARTE ESTRUTURAL: A ARQUITETURA DE
AFFONSO EDUARDO REIDY

Bolsista: Daniel Lins Falcone Pontes, Fapeam
Orientador: Prof. Msc. Roger Pamponet da Fonseca

MANAUS
2013

RESUMO

Affonso Eduardo Reidy (1909-1964) possui grande representatividade na arquitetura brasileira por compor o seleto grupo de arquitetos responsáveis pelo seu reconhecimento internacional, quando o movimento moderno permite o questionamento sobre as produções anteriores, baseadas na representação de estilos europeus. Contemporâneo de Lucio Costa (1902-1998) e Oscar Niemeyer (1907-2012), Reidy compõe a vertente moderna conhecida como Escola Carioca, na qual desenvolve produções exaltadas pelo domínio técnico e plástico, com a utilização do concreto armado, sendo o Museu de Arte Moderna – MAM (Rio de Janeiro, 1952) sua obra de maior relevância. Teve sua carreira marcada pelo trabalho como funcionário público e pela preocupação em desenvolver uma arquitetura social. A partir do levantamento bibliográfico e projetual do arquiteto, e com a análise gráfica gerada a partir do programa computacional FTOOL, torna-se possível o estudo das obras de Reidy a partir da teoria desenvolvida pelo professor da Universidade de Princeton, David P. Billington, sobre a arte estrutural, que pode ser alcançada quando o domínio técnico e o senso estético são desenvolvidos no projeto a fim de gerar um resultado plástico consciente. Tal metodologia viabiliza a comprovação das especulações quanto à relação estabelecida entre a forma estrutural e a forma arquitetônica. Os gráficos possibilitam estabelecer critérios qualitativos do comportamento estrutural das obras, assim como a possibilidade de classificar a produção de Reidy como arte estrutural.

Palavras-chave: Affonso Eduardo Reidy; arquitetura brasileira; arte estrutural; forma arquitetônica; forma estrutural.

ABSTRACT

Affonso Eduardo Reidy (1909-1964) has a large representation in Brazilian architecture for being part of the select group of architects responsible for its international recognition, when the modern movement allows the questioning of previous productions, based on the representation of European styles. Contemporary Lucio Costa and Oscar Niemeyer, Reidy makes up the modern strand known as Escola Carioca, which develops productions extolled by technical mastery and plastic, using the concrete, as the Museum of Modern Art - MAM (Rio de Janeiro, 1952), his work more relevant. He featured his career by working as a civil servant and the concern to develop a social architecture. From the literature and projective architect, and graphical analysis generated from the computer program FTOOL, it becomes possible to study the works of Reidy according to the theory developed by Princeton University professor, David P. Billington, on the structural art, which can be achieved when the technical and aesthetic sense are developed in the project in order to generate an outcome plastic conscious. This methodology enables the verification of speculation regarding the relationship established between the structural form and architectural form. The graphs allow establishing quality criteria for the structural behavior of the works, as well as the possibility of classifying Reidy's production as structural art.

Key words: Affonso Eduardo Reidy; Brazilian architecture; structural art; architectural form; structural form.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Iate Clube da Pampulha.....	12
Figura 2 – Imagem aérea.....	12
Figura 3 – Elevação esquemática.....	13
Figura 4 – Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro.....	14
Figura 5 – Cortes transversais.....	14
Figura 6 – Maquete física	16
Figura 7 - Passarela Paulo Bittencourt.....	16

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Momento fletor uniforme.....	13
Gráfico 2 – Momento fletor correspondente à forma.....	13
Gráfico 3 – Momento fletor MAM-RJ.....	13
Gráfico 4 – Momento fletor Passarela Paulo Bittencourt.....	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3. MÉTODOS UTILIZADOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
5. CONCLUSÃO	17
6. REFERÊNCIAS.....	18
7. CRONOGRAMA.....	19

1. INTRODUÇÃO

O reconhecimento da arquitetura brasileira no cenário internacional surge na primeira metade do século XX, a partir da produção moderna, com destaque inegável de artistas como Oscar Niemeyer, Villa Nova Artigas, e Affonso Eduardo Reidy, que, além do domínio estético da forma, destacam-se por produções racionalistas onde a técnica e a especulação das possibilidades estruturais seriam fatores determinantes para o resultado da obra final.

Entretanto, apesar desse reconhecimento, poucas pesquisas buscaram relações de como a arquitetura contemporânea brasileira se valeu da estrutura como elemento primordial.

O presente trabalho se insere na pesquisa e constatação do processo no qual a estrutura influenciou a estética dos projetos de Affonso Eduardo Reidy, sendo esse um dos mais importantes nomes na história arquitetônica, por possuir o domínio tanto da estética da obra, quanto dos elementos técnicos.

O objetivo da pesquisa consiste na realização de um estudo sistemático sobre a Arte Estrutural e a produção de Reidy, bem como as relações entre a produção arquitetônica brasileira e a estrutura. Aspira-se compreender a metodologia de projeto do arquiteto, e suas considerações técnicas, estéticas e plásticas, a fim de encontrar relações que possam equiparar a arquitetura brasileira da primeira metade do século XX, com a teoria da Arte Estrutural.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A influência europeia na arquitetura brasileira era notória não apenas nas construções já realizadas até a metade do século XX, mas também na formação dos arquitetos que possuíam um ensino acadêmico, realizado pela Escola Nacional de Belas Artes (ENBA), que ainda dedicavam seus estudos aos estilos franceses, à solução dos templos egípcios, gregos, romanos e palácios renascentistas. Surge então o movimento moderno brasileiro, que se desenvolve em oposição aos preceitos acadêmicos, carregados pela tradição clássica. Para a parcela modernista de artistas e críticos, não havia mais razão manter estilos que não representavam a identidade nacional.

Seguindo os princípios da nova arquitetura moderna brasileira, tem-se a Escola Carioca, onde Affonso Eduardo Reidy, juntamente com Lucio Costa e Oscar Niemeyer, produz obras responsáveis pelo reconhecimento internacional da arquitetura brasileira.

A representatividade de Reidy à nova arquitetura é dada quando o arquiteto liberta-se dos princípios acadêmicos de sua formação na ENBA, e tem seu primeiro contato com o livro *Vers une architecture*, do arquiteto francês precursor dos princípios modernos, Le Corbusier. A partir desse momento, Reidy passa a desenvolver trabalhos com princípios racionalistas (BASTOS, 2010).

Mesmo tendo a carreira marcada pelo funcionalismo público, desenvolveu importantes obras com concreto armado, grandes vãos, e contemplando suas principais características: o domínio da técnica, e a preocupação em desenvolver uma arquitetura social. São obras de grande relevância o Museu de Arte Moderna – MAM (Rio de Janeiro, 1952) e o Conjunto Habitacional do Pedregulho (Rio de Janeiro, 1946).

Entretanto, para o entendimento do método projetual de Reidy, são necessárias análises conceituais sobre arte estrutural, e a possível relação a ser estabelecida entre arquitetura e estrutura.

Na segunda metade do século XIX, com a divisão dos papéis do engenheiro, responsável pela técnica sobre estrutura e construção, e do arquiteto, trabalhando questões estéticas e funcionais, tem-se diferentes análises sobre as possibilidades de arte estrutural.

Com a revolução industrial, vem o desenvolvimento de técnicas construtivas a partir do ferro, e do concreto, possibilitando que tais elementos fossem trabalhados com função

estrutural. As novas escolas de engenharia, a partir dos anos 1980, passam a utilizar o ferro e o concreto como elementos construtivos estruturais puros, sem artifícios que tentassem caracteriza-los. Nesse momento a engenharia começa a desenvolver um domínio pleno sobre a estrutura e a partir dela, a estética também conseguia ser atingida em sua plenitude, gerando até mesmo desconforto aos arquitetos não habituados aos novos padrões estéticos (BENEVOLO, 2011).

Segundo a análise de David Billington em "The Art of Structural Design", é a partir do momento em que o engenheiro passa a ter uma visão crítica sobre a estética, gerando formas simbólicas, com uma qualidade plástica elevada, trabalhando em harmonia com a estrutura, que começam a surgir as primeiras construções com o completo domínio estrutural e estético. Esse tipo de trabalho se desenvolveu inicialmente com projetos de pontes, como a Ponte do Brooklyn (1983), em Nova York, evoluindo posteriormente para outros usos.

Parte-se agora para a análise formal sobre as relações da arquitetura e da estrutura: há duas maneiras de se pensar sobre a forma, podendo ela ser forma arquitetônica, ou forma estrutural. A primeira é configurada a partir da relação dos volumes de massas de um edifício e de seu entorno. Ela é o resultado volumétrico dos planos representados em planta, que gerarão uma configuração espacial única. Segundo Francis Ching "a forma arquitetônica ocorre na junção entre a massa e o espaço." (CHING, 2008).

Já a forma estrutural, é gerada a partir dos elementos estruturais do edifício. A metodologia com que a forma estrutural é concebida, submete-se ao domínio do engenheiro, ou mesmo do arquiteto, sobre as possibilidades de trabalho da estrutura, determinando assim sua hierarquia no produto formal final. A forma estrutural é então a essência de sustentação do edifício (REBELLO, 2001).

A partir das possibilidades de relação entre a forma arquitetônica, e a forma estrutural, o teórico Charleston as divide da seguinte forma: oposição, quando não há relação, sendo a forma arquitetônica um invólucro da estrutura; consonância, quando a oposição não é tão evidente, porém o diálogo não é fluido; síntese, quando há total domínio estrutural sobre a definição da forma arquitetônica, sendo ambas a técnica, e a plástica, domínio do artista (CHARLESTON, 2005).

3. MÉTODOS UTILIZADOS

O trabalho desenvolve-se baseado no estudo de caso e análise gráfica de diversas obras da arquitetura e engenharia brasileira que apresentem avanços técnicos e plásticos.

Na busca da relação existente entre arquitetura e estrutura, e se o conhecimento qualitativo estrutural pode influenciar na concepção arquitetônica final, desenvolveu-se pesquisa bibliográfica e, posteriormente, pesquisa documental de obras do arquiteto supracitado, de acordo com a metodologia de análise definida por Billington, nos preceitos da Arte Estrutural, com enfoque histórico, projetual e estrutural, constituindo parte importantíssima do instrumental de coleta de dados.

A segunda parte será a transformação dos dados em desenhos gráficos para utilização do programa gráfico-interativo F-Tool, versão educacional 2.11. Esse programa será utilizado para a verificação do comportamento das estruturas gerando desenho gráfico dos esforços e do comportamento estrutural. O programa foi desenvolvido por Luiz Fernando Martha, no departamento de engenharia civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC/RIO. Tecgraf-PucRio: Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica.

A análise dos dados será qualitativa e se prestará a verificar se a forma final pode ter sido influenciada pelos esforços que a estrutura está sujeita e se a estratégia estrutural adotada nos projetos analisados, portanto, - no desenho da forma proposta pelos arquitetos -, influencia ou é favorecida pela a forma final encontrada no projeto.

Juntamente com a análise das obras, será realizado um levantamento de documentação primária, que pretende constituir um acervo dos elementos necessários para os estudos propostos. A metodologia adotada procura encontrar documentos válidos que comprovem a relação da função estrutural com a forma, desse modo, será necessário o resgate de documentos de desenho como croquis de composição, desenhos técnicos, desenhos estruturais, planilhas e memórias de cálculo, etc. que além de constituírem base para a pesquisa, servirão de acervo técnico e documental para o curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Amazonas, esse tão carente de fontes devido a sua tenra idade e distância dos centros de produção da Arquitetura Moderna Brasileira.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do levantamento histórico-bibliográfico, e da delimitação metodológica de pesquisa, são dadas as análises qualitativas sobre as obras arquitetônicas de Reidy que, assim como Oscar Niemeyer, surge como pioneiro do desenvolvimento da técnica, tornando seus produtos finais resultados não apenas da estética pura, mas da síntese entre forma arquitetônica e forma estrutural.

A definição sobre arte estrutural é clara e já definida, entretanto, a metodologia de análise da obra é determinante para tal classificação. A análise desenvolvida do estudo computacional, já realizada sobre a obra de Niemeyer, permite melhor entendimento do processo de pesquisa a ser desenvolvido sobre as obras de Reidy, a fim de classifica-las, ou não, como arte estrutural.

O projeto do anexo do late Clube da Pampulha, em Belo Horizonte, deixa clara a integração do gráfico do momento fletor na concepção formal da obra. Consiste numa imensa cobertura sustentada apenas por uma série de fileiras com pilares duplos.

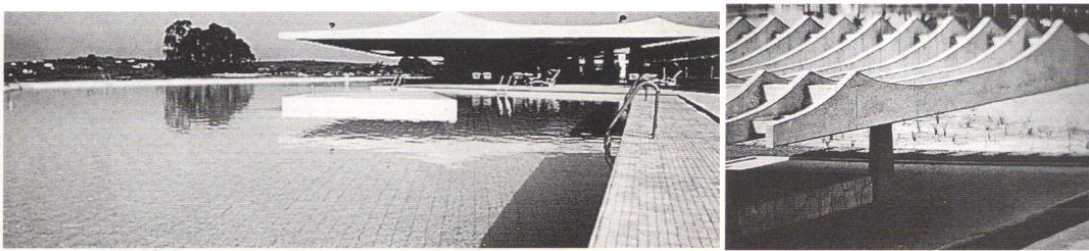


Fig. 01: Imagens do anexo do late Clube da Pampulha. Fonte: (BOTEY, 1997).



Fig. 02: Imagem aérea. Fonte: (PIC PAMPULHA, 2006).

Nota-se que as variações formais para as curvas dessa cobertura foram obtidas a partir do estudo do comportamento dos gráficos do momento fletor.

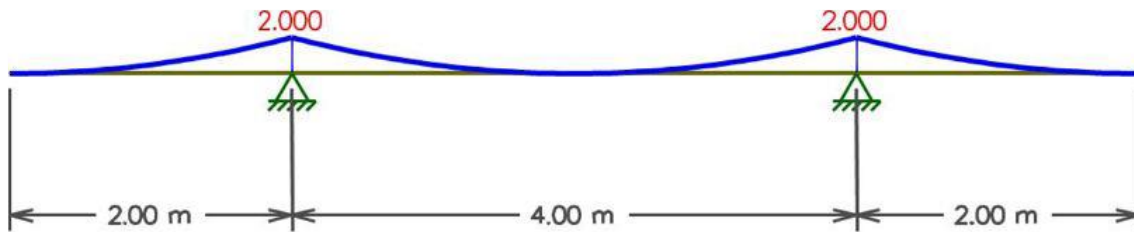


Gráfico 1 – Gráfico momento fletor, vão central sendo o dobro dos balanços laterais. Carregamento distribuído uniforme unitário. Gráfico realizado pelo autor. Fonte: FTOOL (MARTHA, 2002).

Os balanços não são simétricos, um corresponde à mesma medida do vão central. A forma gerada pelo gráfico de momento fletor, representando os esforços, corresponde diretamente à forma adotada por Niemeyer na estrutura da cobertura, como mostra a imagem. A variação de altura das curvas está diretamente ligada ao gráfico, e não à pura estética.

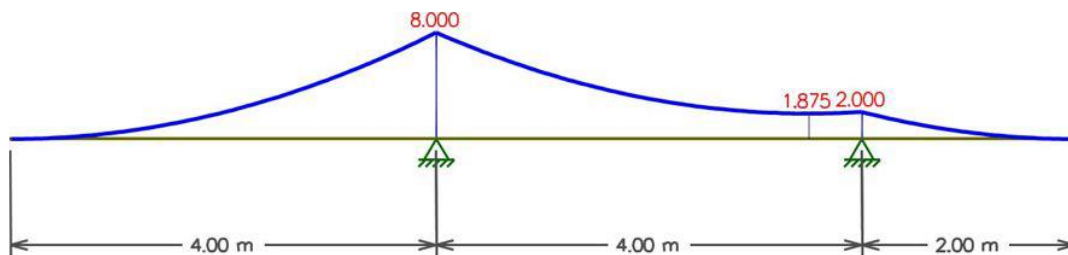


Gráfico 2 – Gráfico momento fletor correspondendo a forma. Gráfico realizado pelo autor. Fonte: FTOOL (MARTHA, 2002).

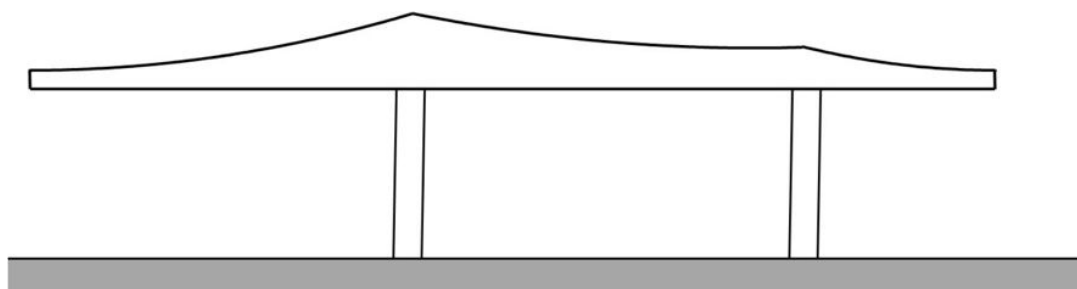


Figura 3 – Elevação esquemática. Gráfico realizado pelo autor. Fonte: FTOOL (MARTHA, 2002).

Na análise estrutural desenvolvida sobre o Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM), vê-se oportuno estabelecer relações estruturais do comportamento do edifício, com a lógica dos esforços de estruturas em V.

Apoios em V seguem os seguintes princípios básicos: todo membro de apoio vertical fixo em sua base e sujeito a uma força horizontal em seu extremo superior está sujeito a flexão; o valor da flexão aumenta de cima para baixo; o momento de flexão tem seu valor máximo na base; a forma estrutural mais larga na base se adapta ao desenvolvimento estrutural (LOPES, 2006).

Tais princípios podem parecer contraditórios quando aplicados à forma arquitetônica em questão. Entretanto, a partir do domínio técnico-estrutural, e das possibilidades formais da estrutura, é possível que a forma se adapte aos esforços de flexão que crescem de zero até o seu valor máximo.



Figura 4 - Vista transversal do MAM-RJ (BONDUKI, 1999).

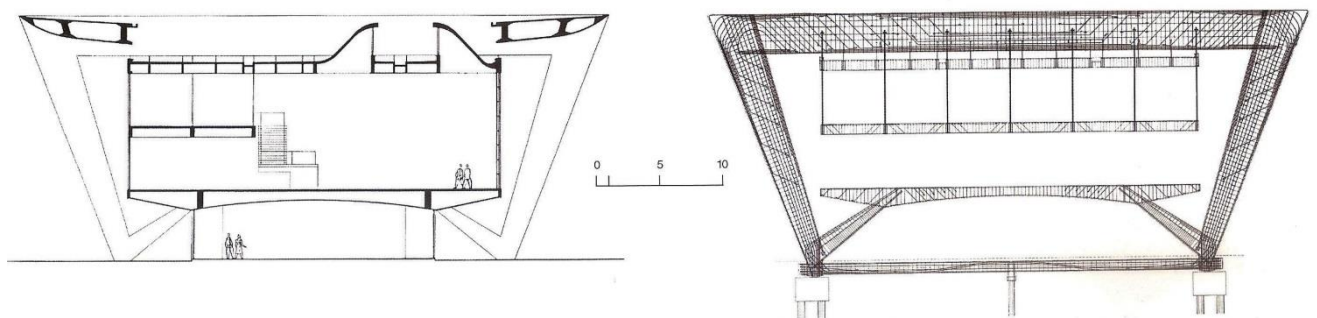


Figura 5 - Cortes transversais ilustrando a escala humana e o sistema estrutural, respectivamente (BONDUKI, 1999).

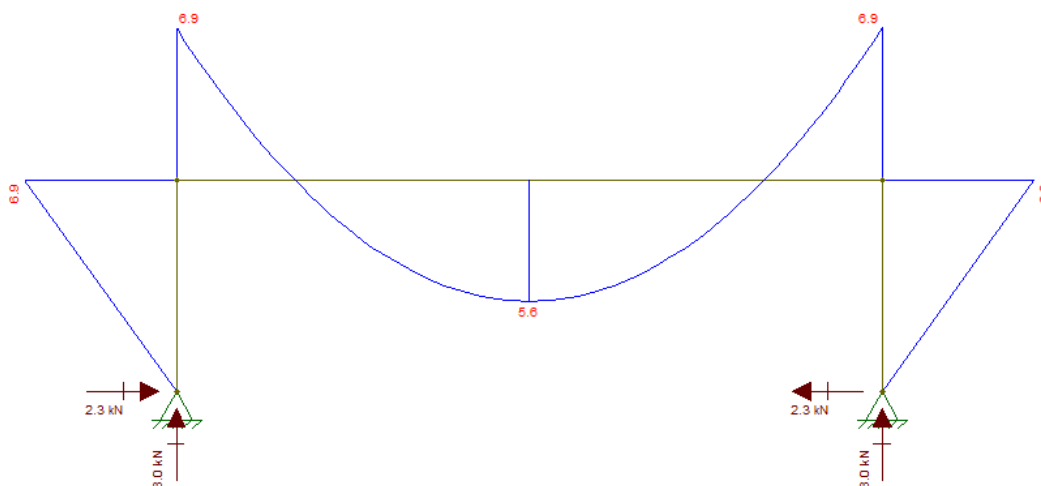


Gráfico 3 – Gráfico momento fletor correspondendo a forma. Gráfico realizado pelo autor. Fonte: FTOOL (MARTHA, 2013).

As imagens do MAM, assim como os gráficos gerados a partir do programa FTOOL, mostram o comportamento estrutural e o diagrama do momento fletor de uma estrutura em forma de pórtico, com carga vertical uniformemente distribuída. Os momentos definem a deflexão que cada seção do conjunto sofre, e o diagrama reflete graficamente os pontos onde as deformações provocam tensões. A obra pronta demonstra que a forma arquitetônica assemelha-se ao gráfico, devido os ganhos de massa serem necessários para atender os momentos máximos, fazendo com que a forma reflita o comportamento estrutural.

Outra importante obra de Reidy, localizada no aterro do Flamengo (Rio de Janeiro), próximo ao MAM, é a passarela Paulo Bittencourt. Com 84 metros de extensão, e dez metros de largura, foi construída em concreto protendido e estruturada sobre vigas triangulares justapostas. As ruas sob a passarela foram rebaixadas com o objetivo de suavizar a inclinação, sendo a altura máxima de 2,70 metros em relação ao solo circundante.

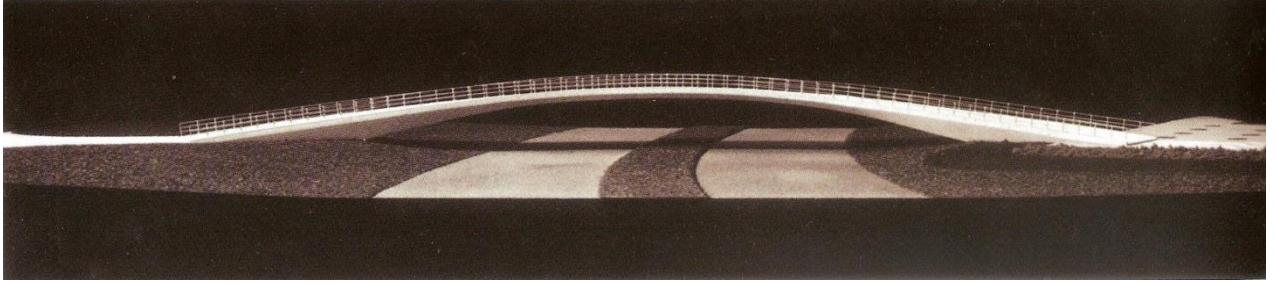


Figura 6 – Maquete física para estudo formal da passarela Paulo Bittencourt (BONDUKI, 1999).

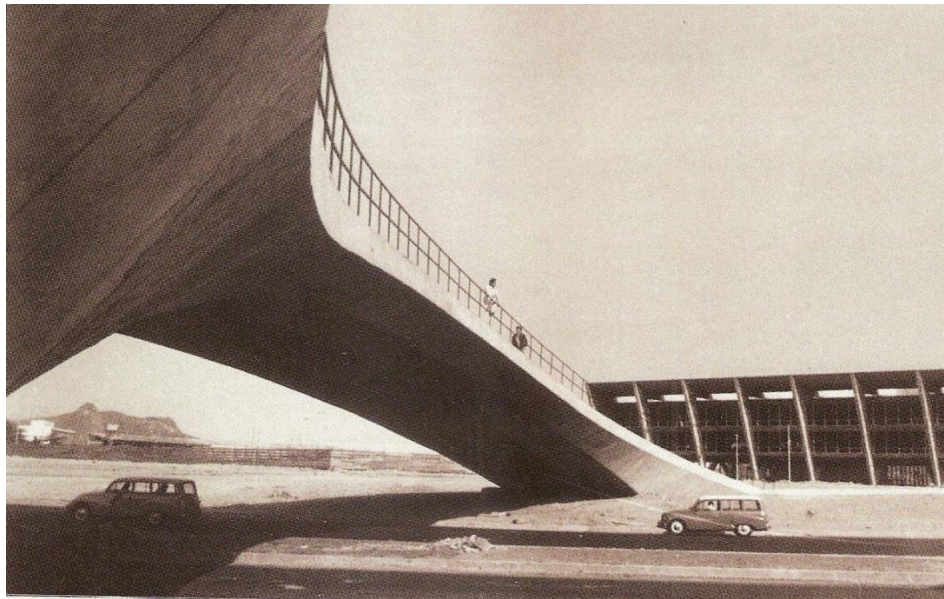


Figura 7 – Passarela Paulo Bittencourt: rua rebaixada; apoios vencendo 56 metros (BONDUKI, 1999).

Quando o gráfico é gerado, fica evidente a influência do comportamento estrutural na estética formal. O aumento do volume nos extremos da passarela é consequência da necessidade do aumento dos apoios, possibilitando a forma mais leve no centro e atingindo o vão livre de 56 metros.

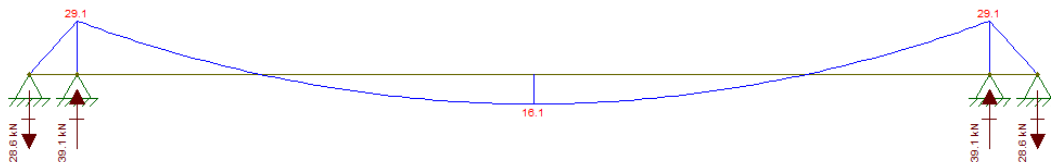


Gráfico 4 – Gráfico momento fletor. Gráfico realizado pelo autor. Fonte: FTOOL (MARTHA, 2013).

5. CONCLUSÃO

Feita a análise histórica da trajetória da arquitetura brasileira, assim como as teorias estudadas por David Billingotn sobre as possibilidades de dialogação entre a forma arquitetônica e a forma estrutural, torna-se possível a classificação qualitativa das obras arquitetônicas de Reidy.

Quando tal dialogação torna-se objeto de análise projetual sobre a produção do arquiteto, fica evidente a exclusão das teorias de oposição, ou mesmo de consonância entre o elemento estrutural do elemento arquitetônico. A síntese entre estes é determinante para o resultado final da forma.

Essa característica de projeto torna-se permanente quando ocorre a inviabilidade de análise da forma estrutural e da forma arquitetônica distintivamente. A forma é singular, torna-se elemento único e compositivo do aspecto plástico da edificação.

Se forem tomadas metodologias projetuais alternativas para a solução do MAM, por exemplo, e dotar o edifício com qualquer outra solução de estrutura, ainda que as alterações sejam pensadas apenas em relação ao material construtivo, constata-se que as alterações comprometeriam a obra. A forma transversal em ângulos agudos é resultado do conhecimento das possibilidades e do comportamento da malha estrutural, assim como do concreto – material predominante.

A metodologia adotada para a pesquisa possibilita a constatação gráfica do comportamento estrutural em cada obra, e sua influência na estética. Desse modo, torna-se clara a relação estabelecida entre a técnica e a plasticidade, e a consciência do arquiteto da possibilidade de trabalha-las como elemento único, extinguindo-se quaisquer subjetividades classificatórias da edificação como arte estrutural.

6. REFERÊNCIAS

- BASTOS, Maria Alice Junqueira. **Brasil: Arquiteturas após 1950** / Maria Alice Junqueira Bastos, Ruth Verde Zein. São Paulo, Perspectiva, 2010.
- BENEVOLO, Leonardo. **História da arquitetura moderna**. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- BILLINGTON, David P. **The tower and the bridge: the new art of structural engineering**. Princeton, Universidade de Princeton, 1983.
- BONDUKI, Nabil (ORG.) **Affonso Eduardo Reidy. Série Arquitetos Brasileiros**. Blau, Instituto Lina Bo e P. M. Bardi, Lisboa; 1ª Edição, 1999.
- BOTEY, Josep M. **Oscar Niemeyer**. Barcelona: Gustavo Gili, 1997.
- CHARLESON, Andrew W. **Structure as architecture: a source book for architects and structural engineers**. Oxford: Elsevier, 2005.
- CHING, Francis D. K. **Arquitetura: forma, espaço e ordem**. – 2 ed. – São Paulo: Martins Fontes, 2008.
- DIEZ, Glória. **Projeto Estrutural na arquitetura**. Masquatro Editora, São Paulo, 2004.
- LOPES, João Marcos. **Arquiteturas da engenharia, ou, Engenharias da arquitetura** / João Marcos Lopes, Marta Bogéa, Yopanan Rebello. São Paulo, Mandarin, 2006.
- PIC PAMPULHA. Parque aquático do PIC Pampulha. Fotos atuais, 2006. Disponível em: <http://www.pic-clube.com.br>. Acesso em: 25 nov. 2006.
- REBELLO, Y. C. P. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. Zigurate Editora, São Paulo, 2001.

7. CRONOGRAMA

Nº	Descrição	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
		2012					2013						
1	Levantamento bibliográfico referente à Arte Estrutural, Arquitetura Moderna Brasileira, e Affonso Eduardo Reidy.	X	X										
2	Levantamento de dados relativos à produção do arquiteto Affonso Eduardo Reidy. Esses dados serão obtidos na cidade do Rio de Janeiro, em órgãos públicos e privados detentores de acervo original.		X	X	X								
3	Separação e organização do acervo obtido segundo cronologia de projeto, execução e elaboração.				X	X							
4	Finalização do Banco de Dados obtido, referente ao acervo de Affonso Eduardo Reidy.					X	X						
5	Elaboração de desenhos técnicos, baseados nos desenhos originais, a fim de constituir banco de dados próprios para a aplicação no Programa Computacional FTOLL, conforme a metodologia supracitada.						X	X	X				
6	Análise dos dados e elaboração dissertativa dos resultados obtidos em concordância com as teorias utilizadas como arcabouço teórico e prático.								X	X			
7	Dissertação final dos resultados obtidos.									X	X	X	
8	Elaboração do Resumo e Relatório Final. Preparação da Apresentação Final a ser apresentada no CONIC.												X