

## **Brasília – Confronto entre a iluminação do passado e a reflexão sobre um presente em evolução constante.**

### **FORMA E FUNÇÃO ESTRUTURAL NA ARQUITETURA DE BRASÍLIA. PONTE, PALÁCIOS, TORRE E IGREJINHA.**

José Manoel Morales Sánchez; Roger Pamponet da Fonseca; Elcio Gomes da Silva; Eduardo Bicudo de Castro Azambuja; & Suyene Riether Arakaki (Universidade de Brasília)

**RESUMO:** Este trabalho apresenta o estado atual de pesquisa que vem sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília denominada de Forma e Função Estrutural na Arquitetura de Brasília. Como objetivo central busca-se contribuir com a historiografia da construção da cidade. Como sub-produto da metodologia de análise de obra construída empregada pretende-se contribuir para o ensino das estruturas e da compreensão do papel das estruturas no modernismo praticado em Brasília na sua construção. Nas obras analisadas a metodologia empregada aborda os aspectos técnicos, sociais e simbólicos, com ênfase nas relações existentes entre a concepção estrutural e construtiva com a criação arquitetônica. O estudo de cada obra leva em conta a historiografia existente e a busca da documentação primária (projetos, entrevistas e periódicos da época) com a finalidade de levantar a história da concepção e da construção. O estudo histórico visa decifrar os métodos e o contexto da criação da arquitetura e da sua construção. Como a forma das obras originais de Brasília são reconhecidas pela sua expressão estrutural, empreende-se a uma análise da forma através de uma análise estrutural qualitativa, que segue o lema de David Billington para quem o design não necessita de modelo estrutural sofisticado para a sua criação. As obras em análise são: a ponte de Oscar Niemeyer em Brasília; os quatro palácios originais da implantação da cidade, a torre de Lucio Costa e a Igreja.

**Palavras-chave:** Brasília, Arquitetura, Estruturas.

---

**ABSTRACT:** This paper presents the current state of the research that has been developed within the Graduate Study Program of the School of Architecture and Urbanism at the University of Brasilia called Structural Form and Function in the Architecture of Brasília. The main objective seeks to contribute to the historiography of the city construction. As a by-product of the methodology of built work analysis it aims to contribute to the teaching of structures and understanding of the role of structures in modernism practiced in Brasilia in its construction. In the works analyzed the methodology addresses the technical, social and symbolic, focusing on the relationship between the structural design with the architectural creation. The study of each work takes into account the existing historiography and the search for primary documents (projects, interviews and newspaper of the time) in order to raise the history of design and construction. The historic research aims to decipher the method and context of the creation of architecture and construction. As the shape of the original work of Brasilia are renowned for their structural expression, to undertake a review of the way through a qualitative structural analysis, which follows the motto of David Billington for whom the design does not require sophisticated structural model for its creation. The works under consideration are: the bridge of Oscar Niemeyer in Brasilia, the four palaces of the original deployment of the city, the tower of Lucio Costa and the Igreja.

**Key words:** Brasília, Architecture, Structures.

## INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar o estado atual de pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília intitulada de Forma e Função Estrutural na Arquitetura de Brasília. Esta pesquisa busca, através da análise de obras construídas na implantação da cidade, contribuir com a historiografia de sua construção.

Como as obras históricas estudadas possuem na sua forma estrutural expressão arquitetônica, cuja leveza marcante evidencia uma integração da estrutura com a arquitetura dentro do movimento moderno brasileiro, busca-se também através de uma análise estrutural qualitativa contribuir para o ensino-aprendizagem da teoria das estruturas em um ambiente de arquitetos.

A metodologia de análise fundamenta-se na proposta de David Billington (1983) sobre a existência da Arte Estrutural, como definida em seu livro *The Tower and the Bridge*. A concepção da Arte Estrutural tem como ponto de partida a obra de Robert Maillart (Bill, 1969), considerada por Giedion (2004) como obra de arte e como tal expostas no MoMA em 1947. Na seção 2 expõem-se as bases da Arte Estrutural e os aspectos de análise propiciados.

Uma das abordagens da análise é a tecnológica, no caso estrutural. Na seção 3, dentro da metodologia de investigação, apresentam-se as bases para uma Análise Estrutural Qualitativa, fundada no uso de programa computacional para análise de um modelo estrutural simplificado que representa as relações de forças internas (esforços) existentes na estrutura real. Com isto, agrega-se o conhecimento estrutural, relevante, à análise do objeto arquitetônico.

Na seção 4 apresentam-se resultados já obtidos pelas investigações realizadas. A obra inicialmente analisada foi a ponte de Oscar Niemeyer em Brasília. Escolhida devido a ser obra cuja estrutura é a própria arquitetura, e portanto revela com mais destaque as relações entre sua forma e sua função estrutural. Trata-se de trabalho concluído em dissertação de Fonseca (2007, 2010a, 2010b) e por isso apresentado com mais detalhe, como exemplo de aplicação do tipo de análise realizada e os potenciais resultados que se pode obter. A seguir apresentam-se alguns resultados do trabalho de doutoramento, em andamento, de Silva (2008, 2009) que analisa os quatro palácios originais da arquitetura de Brasília. Apresentam-se por

fim os trabalhos em andamento sobre a Torre de TV de Lucio Costa e a Igreja Católica de Super Quadra- Igrejinha.

Nas conclusões apresentam-se perspectivas para o desenvolvimento da pesquisa.

## **ARTE ESTRUTURAL**

Embora não seja o objetivo da investigação que se desenvolve a demonstração de que as obras em análise sejam obras de arte estrutural no *stricto sensu* dado por Billington (1983), o estudo de cada obra dentro da abordagem dos aspectos que caracterizam a arte estrutural se constitui no arcabouço teórico e metodológico que permite a inclusão do estudo das obras de arquitetura onde as estruturas estão integradas à expressão arquitetônicas, que é o caso das obras de Brasília. Portanto, apresenta-se de forma resumida o fundamento da Arte Estrutural.

A Arte Estrutural é enfaticamente moderna e surge com a Revolução Industrial e as primeiras estruturas de ferro no final do século XVIII, quando o emprego desse material produzido de forma abundante foi utilizado em pontes, permitindo que a estrutura despontasse independente da obra e da arquitetura. Nesse sentido a Arte Estrutural possui percurso independente da Arquitetura e de sua arte.

Os elementos da Arte Estrutural são eficiência, economia e elegância. A busca por esse elementos impõem três disciplinas: a utilização da menor quantidade possível de recursos naturais; a conservação de recursos públicos, economia como medida social; e, a consciente motivação estética. Portanto, busca-se o mínimo material, o mínimo custo e a máxima expressão estética. É na busca da expressão estética que reside a liberdade do estilo individual, motivado por uma consciente busca por elegância.

Como na Arquitetura o potencial da Arte Estrutural é demonstrado pela história. Billington, tendo como ponto de partida a obra de Robert Maillart, pesquisou e apresenta engenheiros e arquitetos que estão na linha que remete à Arte Estrutural. Os principais artistas estruturais, segundo Billington seriam Telford, Eiffel, Maillart e Candela, dentre outros que de forma consciente seguiram os ideais da Arte Estrutural.

Os elementos estabelecidos para a Arte Estrutural permite caracterizar três dimensões para as estruturas. Primeiro a **dimensão científica** que impõe que a estrutura deve se comportar em acordo com as leis da natureza, portanto a tecnologia

torna-se parte da natureza. A medida dessa dimensão é a eficiência. Segundo a **dimensão social** uma vez que no mundo moderno civilizado as formas tecnológicas são produtos da sociedade. A medida dessa dimensão é a economia. E, terceiro a **dimensão simbólica** que abre a possibilidade para que a concepção estrutural seja arte estrutural. Embora não haja uma medida para a dimensão simbólica, reconhecemos um símbolo por sua elegância e força expressiva

## **METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO**

Como suporte para o desenvolvimento da pesquisa foi criada a disciplina Evolução da Forma Estrutural (Sánchez, 2010) que visa o estudo do surgimento de formas estruturais inovadoras resultantes dos novos materiais, ou de sua abundância, a partir da Revolução Industrial. Por dever histórico, inclui-se o Gótico como parte do surgimento das estruturas com proeminência arquitetônica. Nessa disciplina exercita-se a proposta de análise de Billington na busca da obra de arte estrutural: exaustiva investigação histórica, análise estrutural qualitativa e reflexão estética sobre a forma construída.

Assim, como primeira etapa da análise empreende-se a revisão bibliográfica da literatura, geralmente esparsa. A seguir busca-se a documentação primária das plantas, contratos, editais e registros da obra em arquivos públicos ou privados. Complementa-se com entrevista com os responsáveis pela concepção e construção da obra. Essa etapa tem se revelado importante fase para a compreensão dos objetos em estudo tanto para a interpretação dos métodos de concepção como os de construção.

A segunda análise empreendida é a análise da forma através de uma análise estrutural qualitativa. Essa análise parte do lema de David Billington para quem o design não necessita de modelo estrutural sofisticado para a sua criação. Lema inspirado no estudo da obra Robert Maillard. Assim um modelo simplificado é concebido contemplando a proporção das dimensões e considerando cargas unitárias. Em alguns casos o modelo pode ser refinado à medida que se mostre simples e contribua para explicar a forma proposta. Como exemplo apresenta-se na Figura 1 o modelo para a Estação de Berlin, obra de Gerkan. Neste trabalho desenvolvido na disciplina Evolução da Forma Estrutural percebe-se que o tirante que transita por fora e por dentro do arco levíssimo segue de modo coincidente o diagrama de momentos

fletores, cujo traçado representa a linha das trações na estrutura. Para essa análise estrutural simplificada vem sendo utilizado o programa FTOOL (Martha, 2002)

A terceira etapa se constitui na apreciação do valor simbólico e estético da obra feita com o auxílio dos estudos históricos e estruturais da obra

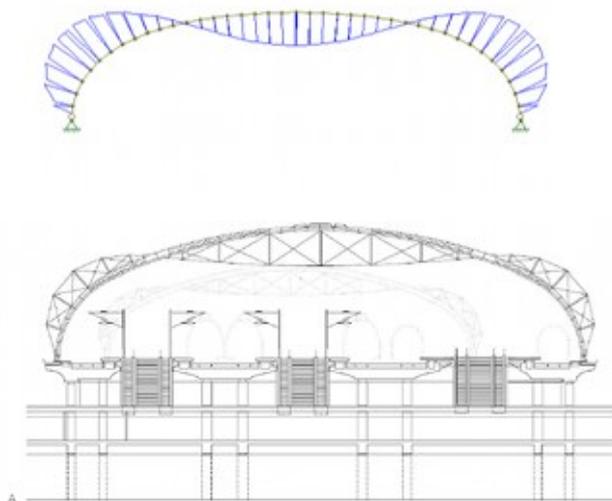


Figura 1 – Parte superior: diagrama de momentos fletores do modelo simplificado. Parte inferior: corte da Estação de Berlim. Arq. Gerkan.

## FORMA E FUNÇÃO ESTRUTURAL

### A Razão da Leveza da Ponte de Niemeyer em Brasília

Projetada pelo arquiteto Oscar Niemeyer em 1967, a Ponte Costa e Silva foi planejada para prover uma ligação mais rápida do Setor Residencial da Península Sul, às margens do Lago Paranoá, à área central da cidade. A obra possuía dimensões e características inéditas; o maior vão do mundo no gênero viga reta. A imagem da Figura 2 é a proposta Oscar Niemeyer para a ponte sobre o lago. A nota de próprio punho na planta diz:

“A ponte servirá à zona habitacional da península sul, adaptando-se pela sua leveza e arrojo à arquitetura de Brasília. Constitui-se de 3 vãos apenas, sendo que o central terá 200 metros – 220 se o calculista desejar vencer o recorde mundial – o que as dimensões previstas permitem. A solução que apresento não é, possivelmente a mais econômica, se a ponte fosse construída com pequenos vãos e as sondagens indicassem essa solução, provavelmente seria mais

econômica, mas destoaria da cidade, comprometendo o ambiente do lago, razões que prontificam nosso projeto”

O projeto da ponte sobre o Lago Paranoá foi considerado um monumento cruzando o lago e por isso foi primeiramente batizada de Ponte Monumental (Correio Braziliense, 1976a). Pode ser considerada como um exemplo do conhecimento estrutural adquirido ao longo dos anos pelo arquiteto com estudos e projetos em concreto armado onde o que se buscava, além da lógica estática, era a leveza e a esbeltez de uma estrutura, utilizando um material de construção tão visualmente pesado como o concreto armado (Figura 3). Essa é a única ponte projetada por Niemeyer que chegou a ser construída.

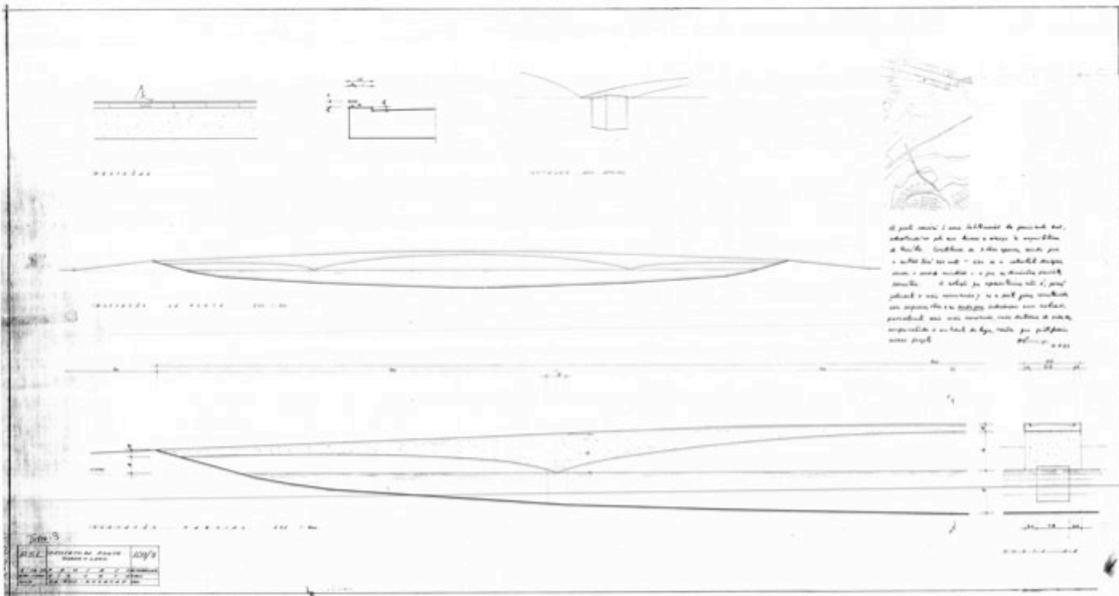


Figura 2 – Projeto original de Oscar Niemeyer para a Ponte Monumental sobre o Lago Paranoá. Fonte: NOVACAP. DE – DVO.



Figura 3 – Ponte Costa e Silva. Fonte: Arquivo Público do DF, 1976.

A superestrutura foi iniciada em junho de 1970. Composta de aduelas moldadas no local e protendidas seguindo o processo dos balanços sucessivos. Ao ter início a terceira aduela, com os cabos todos pendentes e apoiados sobre flutuadores (Figura 4), fortes ventanias causaram um enorme transtorno. No dia 13 de junho de 1970 ocorreu o primeiro acidente com os flutuadores que suportavam os cabos da superestrutura correspondente ao pilar próximo à margem de Brasília. Os flutuadores balançaram com as fortes ondas geradas pelo vento, que os cabos envolvidos em bainhas foram jogados na água e se enrolando de tal maneira que foi necessário um árduo trabalho para recuperá-los. Diante do ocorrido foi providenciado a construção de novos flutuadores e o resgate dos cabos. Em 18 de julho de 1970, sobreveio novo acidente com os flutuantes e os cabos já colocados em parte sobre os mesmos, novamente afundaram (Arquivo Público do DF, 1971a e b).



Figura 4 – Estágio da ponte quando da paralisação. Fonte: Arquivo Público do DF, 1970.

Após detalhados estudos, o processo construtivo foi completamente modificado, o sistema de concreto protendido foi substituído pela utilização uma estrutura metálica, em viga Gerber, de 58 metros para o vão central (Figura 5), onde resultou em um alívio para a superestrutura reduzindo seu peso e criando duas articulações, em vez de uma, prevista pelo projeto executivo inicial.

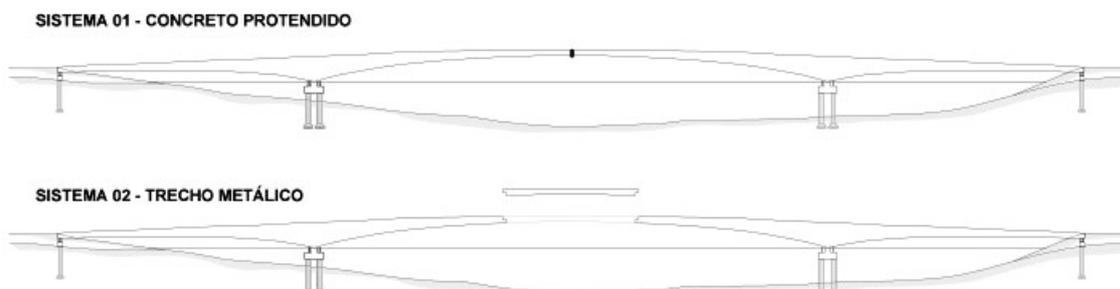


Figura 5 – Projeto executivo original e projeto de reforço com em viga Gerber. Fonte: NOVACAP 1971.

Estando concluída a superestrutura em concreto protendido executou-se o fechamento do vão central com o trecho em estrutura metálica. A viga Gerber foi fabricada no canteiro de obras pela empresa USIMEC e teve que percorrer uma trajetória de aproximadamente 365 metros até a sua posição final. Para a operação de seu transporte foram construídas pistas de lançamento em concreto com canaletas de aço; apoios deslizantes foram acoplados à viga metálica para permitir seu deslizamento sendo a peça tracionada por um guincho elétrico instalado sobre a

própria ponte. Os vestígios desse sistema de transporte podem ainda ser encontrados até hoje na margem leste do lago Paranoá (Figura 6).



Figura 6 – Trecho em estrutura metálica da Viga Gerber, 16/01/76. Fonte: Arquivo Público do DF, 1976.

Para o projeto de sua ponte em Brasília, Oscar Niemeyer procurou encontrar uma forma que possuísse uma ligação com a arquitetura já existente da cidade, não buscava confrontar a unidade criada anteriormente. A forma adotada possui inúmeras analogias, como de aves sobre o leito do lago, mas apesar de tantas referências, o projeto se trata de uma ponte onde sua maior relevância é a forma estrutural, que domina e determina a forma arquitetônica.

A análise da forma arquitetônica geralmente é realizada pelo campo da estética, e a análise da forma estrutural é obtida de maneira quantitativa, no entanto, quantitativamente conseguimos aferir a correta dimensão da geometria proposta. A metodologia de análise utilizada permite verificar qualitativamente a forma de uma estrutura existente permitindo tirar conclusões do método projetual e racionalidade estrutural adotada pelo arquiteto.

A segunda análise visa responder o que motivou a escolha da proporção entre vãos menores e o vão maior utilizada no projeto da ponte. Assim estabeleceu-se como parâmetro a relação entre vão menor ( $a$ ) e vão maior ( $L$ ) e fez-se a variação do parâmetro entre 0 e 0,5, portanto, admitindo a variação de um vão único ( $L$ ) até a posição de apenas dois vãos.

Todas as hipóteses estão sobre o carregamento unitário, representando o peso próprio da estrutura com dimensões unitárias e constantes, assim como, determinadas com o mesmo material que é o concreto. O gráfico da Figura 7 apresenta o resultado da tabulação do maior valor de momento positivo e negativo que ocorre no vão para cada caso de variação do parâmetro  $a/L$ . Foi acrescentado também uma curva com a soma desses valores. Com isto obtém-se um indicador geral com a proporção que leva a uma proporção de mínimo esforço. Outras possibilidades de otimização (menor área de diagrama, por exemplo) traria complexidade, divergindo da constatação de Billington da busca de métodos de análise simples para nutrir o design.

Com gráfico da Figura 7 verifica-se a diferença dos momentos entre a relação de vão estipulada por Niemeyer que ficou com 0,25 e as demais possibilidades construtivas. Com esse resultado pode-se especular que essa relação, juntamente com a de 0,30 possuem os momentos máximos e mínimos mais próximos, sem uma disparidade perceptiva. Encontramos na relação 0,35 a possibilidade construtiva mais ideal do ponto de vista do engenheiro civil, que leva a um mínimo do momento fletor sobre o apoio com valores baixos de momentos nos vãos, entretanto nessa relação, seria muito difícil proporcionar a forma mais bela.

Além da forma arquitetônica mais interessante, a relação de Niemeyer se mostra superior às outras por apresentar fundação mais econômica – por estar mais próximo das margens a fundação se torna mais vantajosa financeiramente – e a própria navegabilidade do lago, o vão central de 200 metros apresenta maior possibilidade para passagem de lanchas e barcos. Os vãos laterais de Niemeyer, sendo mais próximos da margem também ajudam a vencer o vão central conferindo a ele certo engastamento.

No seu projeto para a Ponte Monumental, Oscar Niemeyer estipulou as seguintes proporções entre o comprimento total (400m) e os vãos menores e o central:  $1/4$ ,  $2/4$  e  $1/4$ . Essa razão nos apresenta uma dualidade matemática, onde encontramos os motivos e a proporção que propicia a leveza. Niemeyer não adotou uma proporção áurea ou a tradicional proporção  $1/5$ ,  $3/5$ ,  $1/5$  das vigas com balanço e que possuem momentos fletores positivos e negativos idênticos.

Os ensaios numéricos realizados utilizando o programa FTOOL (MARTHA, 2002), variando-se a proporção do vão menor em relação ao comprimento total ( $a/L$ )

permitiu verificar que a proporção adotada 1/4, leva a um momento positivos e negativos bastante próximos e sem que ocorra uma reação de tração no pilar externo, sendo bem próximo do valor mínimo do momento fletor no apoio.

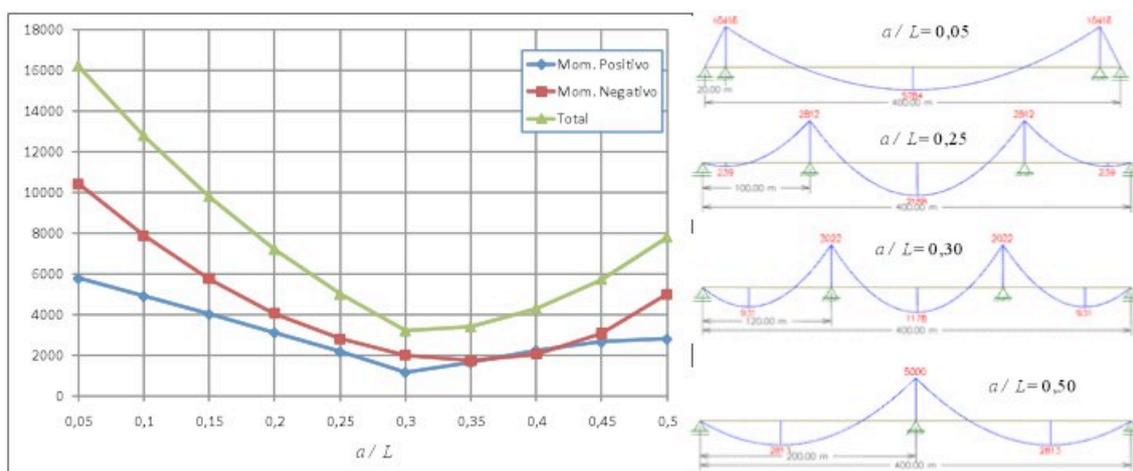


Figura 7 – Gráfico com os momentos fletores máximos positivo e negativo obtidos variando-se a relação do vão menor com o vão central.

A intenção de Niemeyer em usar essa proporção reflete sua busca constante e contínua de vencer um grande vão com seções esbeltas. Essa escolha reflete quase que sem dúvidas, a importância da presença do engenheiro para a obra de Niemeyer, o domínio dessa solução estrutural por parte do arquiteto vem do estrito contato que o arquiteto sempre possuiu com seus engenheiros estruturais, como Joaquim Cardozo, José Carlos Sussekind e Bruno Contarino. Com a insistência dessa razão, Niemeyer proporciona leveza à obra com razões até então desconhecidas, mas clarificadas com a ajuda de uma metodologia de análise computacional. Com as análises fica dedutível que a além da forma em arco, as dimensões escolhidas por Niemeyer nos encontros dos pilares – com a dimensão de 10 metros de altura – favorece o desempenho estrutural para o vencimento do vão de 200 metros. Com uma dimensão maior nos pilares centrais, o arquiteto aumentou a inércia favorecendo tanto a transposição do vão central quanto a leveza da forma, só sendo possível com a associação ao arco.

Em um pré-dimensionamento básico de altura de vigas utilizamos corriqueiramente a proporção de  $L/20$ , onde  $L$  é o comprimento ou vão que pretendemos vencer. Niemeyer fez uso desse raciocínio e constatou que a altura de uma viga transpondo o vão de 200 metros seria de 10 metros de altura, mas lógico que essa dimensão acarretaria em uma forma desinteressante e monótona. Ao

elaborar a forma de sua ponte, Niemeyer demonstra o conhecimento estrutural na associação da inércia com a forma arqueada, favorecendo o design e comportamento estrutural.

Como além do peso próprio atuando sobre a estrutura existe um trem-tipo influenciando o seu comportamento estrutural. Ao se mover, o trem-tipo provoca uma tração nas fundações dos extremos que deve ser combatida com contrapesos nas extremidades. No caso construtivo esse contrapeso foi obtido com a colocação de terra nos caixões perdidos da superestrutura.

A forma levemente arqueada da ponte mais do que eficiência estrutural confere leveza além de permitir a altura necessária para a navegação de lazer no lago. A forma em arco proporciona o aparecimento de esforços normais, diminuindo os esforços de momento fletor. Niemeyer compreendia que para aquele vão, ao adotar a forma arqueada os esforços de flexão seriam diminuídos com o aparecimento do esforço normal de compressão (facilmente absorvidos pelo concreto) garantindo um melhor desempenho estrutural.

A inércia atrai momento de flexão, e por isso nos estudos realizados foram colocadas as dimensões originais de projeto verificando-se que o aumento relevante dos momentos nos apoios aliviando o vão maior responsável pela leveza da ponte.

Por último, para que a leve forma estivesse pousada na água o arquiteto detalhou que o bloco de fundação fosse construído recuado, para que com a sombra da viga permanecesse oculto, ilusão projetada pelo mestre (Figura 2, 8 e 9).

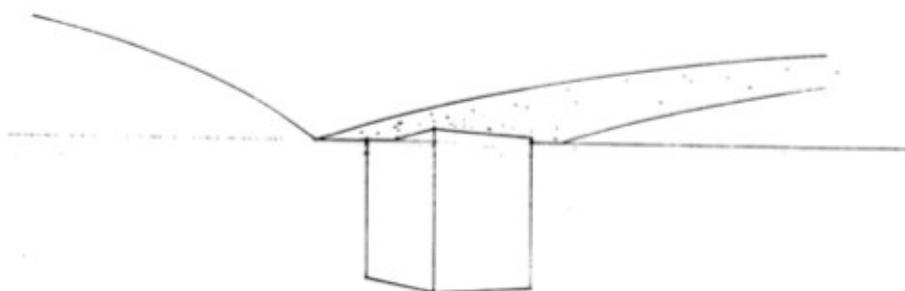


Figura 8 – Croqui de Niemeyer: encontro da ponte com os blocos de fundação, o afastamento do perfil da ponte do bloco de fundação garantiria a sensação de flutuação da ponte sobre o lago. Fonte: DE – DVO – NOVACAP, 1969.

## **Os Palácios Originais da Arquitetura de Brasília**

As pesquisas históricas e as diversas abordagens relacionadas à caracterização formal e compositiva dos primeiros palácios de Brasília constituem-se referências para o entendimento da arquitetura monumental projetada pelo arquiteto Oscar Niemeyer e construída entre 1957 e 1960: o Palácio da Alvorada, o Supremo Tribunal Federal, o Palácio do Planalto e o Congresso Nacional. Conquanto haja farta produção encontrada em publicações que fazem menções a estes aspectos do conjunto arquitetônico, identifica-se a escassez de estudos que tomem por base as fontes primárias de documentação técnica e realizem a necessária confrontação entre material gráfico e edificações.



Figura 9 – Ponte Costa e Silva no Lago Paranoá, visão frontal, notar os blocos de fundação recuados. Fonte: Foto de Roger Pamponet da Fonseca, 2007.

As investigações realizadas com base nesta constatação têm apresentado resultados em duas vertentes que contribuem para o entendimento dos objetos: uma relacionada à preservação dos bens arquitetônicos, e outra vinculada aos registros da historiografia existente.

Em relação à historiografia existente, identifica-se que as abordagens e os registros encontrados em livros e publicações periódicas especializadas, tanto nacionais quanto internacionais, têm ênfase na análise geral dos partidos arquitetônicos e trazem pouca informação resultante de consultas em fontes primárias. Uma das conseqüências deste fato pode ser notada nas representações gráficas que se utilizam das mesmas bases de 1957 sem que houvesse uma comparação destas com os documentos técnicos e com as obras construídas. A falta de uma revisão crítica das fontes bibliográficas fez com que indicações equivocadas se repetissem em várias abordagens utilizadas como referência em produções acadêmicas.

As investigações conduzidas trataram dos registros gráficos relacionados aos palácios da Praça dos Três Poderes: o Supremo Tribunal Federal, o Palácio do

Planalto e o Congresso Nacional. No decorrer dos levantamentos, no entanto, notou-se que a execução do Palácio da Alvorada e do Brasília Palace Hotel, serviram, em certa medida, de laboratório para as construções na Praça dos Três Poderes. O estudo dos palácios da Praça em conjunto com o Palácio da Alvorada tem revelado parte do processo de concepção destas obras. Estes achados são atribuídos à identificação dos mesmos profissionais envolvidos e do método no desenvolvimento dos projetos, que se revela semelhante em todos os casos. Outro aspecto relevante é a constatação do impacto que as decisões de projeto para o primeiro estudo do Palácio da Alvorada tiveram em dois estudos para palácios distintos da Praça.

A observação sobre a relevância do projeto para o Palácio da Alvorada é notada nos estudos preliminares das obras em tela. Nestas fases observamos que a solução das colunas da residência oficial (Figura 10-a), em versão alusiva ao primeiro estudo, é revisitada em duas propostas dos palácios da Praça. A primeira ocorre, conforme descreve Katinsky, em uma das mais de trinta variações realizadas pelo arquiteto Oscar Niemeyer (Figura 10-b) e que encontram-se representadas e analisadas em pesquisa de livre-docência. Outra versão, inédita, é identificada em estudo preliminar para o Supremo Tribunal Federal, não executado, composto por cinco pranchas de desenhos, 1957, onde a mesma solução das colunas encontra-se presente (Figura 10-c).

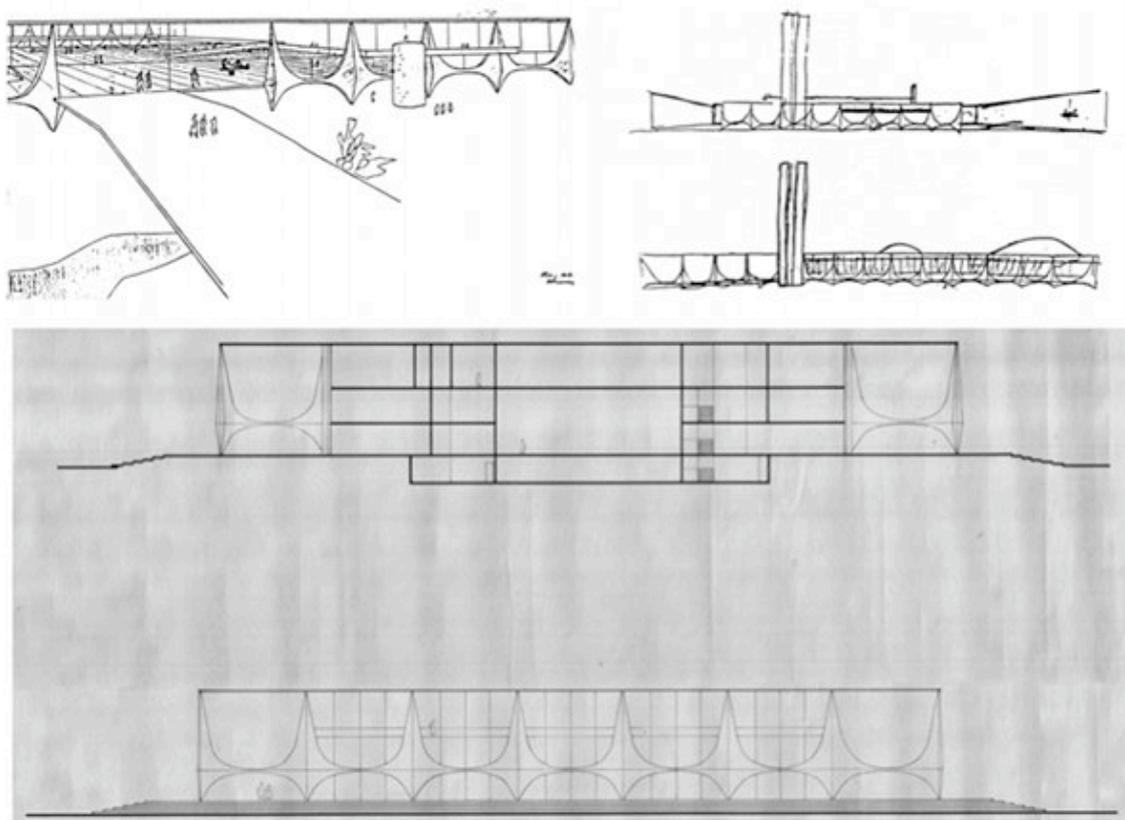


Figura 10 – a) Croqui do primeiro estudo para o Palácio da Alvorada. Oscar Niemeyer. 1956. b) Parte dos croquis de Estudos Preliminares para o Congresso Nacional. Oscar Niemeyer. 1957. c) Trecho de corte e fachada do Estudo Preliminar para o Supremo Tribunal Federal. 1957.

Estas descobertas são partes dos estudos específicos para cada um dos palácios, onde a abordagem tem como primeiro passo a delimitação das etapas na produção técnica e das variações verificadas em projetos; na seqüência trata-se de comparar as versões ocorridas na concepção e, por fim, busca-se correlacionar as atividades a fim de desvelar parte dos métodos que permearam a tarefa projetual e construtiva. Pretende-se, com estas investigações, mapear as etapas descritas a fim de contribuir com a história da arquitetura de cada edifício, como é o caso dos resultados a seguir apresentados, elaborados preliminarmente para o caso do Congresso Nacional.

Em relação à historiografia existente, verifica-se que em diversas ocorrências de pesquisa e de publicações as representações gráficas não correspondem à obra executada. A divergência entre informações gráficas e obra construída é reconhecida em dois pontos: o primeiro se refere à diversidade nas plantas dos níveis, ocorridas

entre as etapas, e o segundo diz respeito à solução definida para a plataforma que serve de base para as cúpulas. De forma distinta das variações programáticas para compartimentação, ocorridas nos pavimentos e que não representam impacto no partido proposto, a configuração do projeto indicada nos cortes para o nível da plataforma do Edifício Principal - denominado Esplanada e que define a Circulação de público para as Galerias dos plenários - corresponde a uma interferência no desígnio pretendido por Oscar Niemeyer.

Esta ocorrência é verificada na referência basilar para as diversas publicações sobre os edifícios que se encontra na Revista Módulo de 1958. No periódico ocorre a primeira publicação completa do projeto, incluindo fotos de maquete, croquis, texto explicativo e desenhos técnicos de plantas dos pavimentos e de cortes do edifício. Conforme mencionado anteriormente, estas representações técnicas foram produzidas a partir da combinação dos produtos de duas etapas: as plantas dos pavimentos Semi-enterrado, Térreo e o corte longitudinal têm origem no Anteprojeto 02, a planta do pavimento Esplanada e os cortes transversais são da fase inicial da etapa Projeto.

Neste conjunto de desenhos o projeto para o nível de base das cúpulas não condiz com a versão final definida, trata-se de uma proposta que foi alterada por apresentar interrupção na percepção dos elementos de destaque e na permeabilidade visual que se pretendia (Figuras 12-a e 12-b). No caso, nota-se que o teto da Circulação de público para as Galerias se encontrava em nível acima do embasamento definido, com isso gerava uma linha de cumeeira situada a 1,70m acima do plano de base (Figura 11-a). Esta elevação criava um volume que interferia tanto no Senado quanto na Câmara (Figura 12-a). A previsão representava um obstáculo à intenção do arquiteto de proporcionar a vista que hoje se estende em profundidade, além do edifício, acima da esplanada, entre as cúpulas. Destaca-se que as fotos da maquete não permitem antever esta interferência, pois ela foi executada considerando uma plataforma contínua sobre a qual os volumes se assentavam, ou seja, o modelo não corresponde ao desenho técnico representado.

A proposta final para o caso apresenta a circulação de público totalmente integrada à plataforma (Figura 11-c). Neste planejamento a cota da laje de teto do espaço passou a corresponder ao nível de base das cúpulas (Figura 11-d), eliminando, assim, a interferência outrora identificada. Era a solução pretendida,

ilustrada em croquis, explicada nos textos como manifestação da intenção do arquiteto e a que foi de fato executada (Figuras 12-c e 12-d).

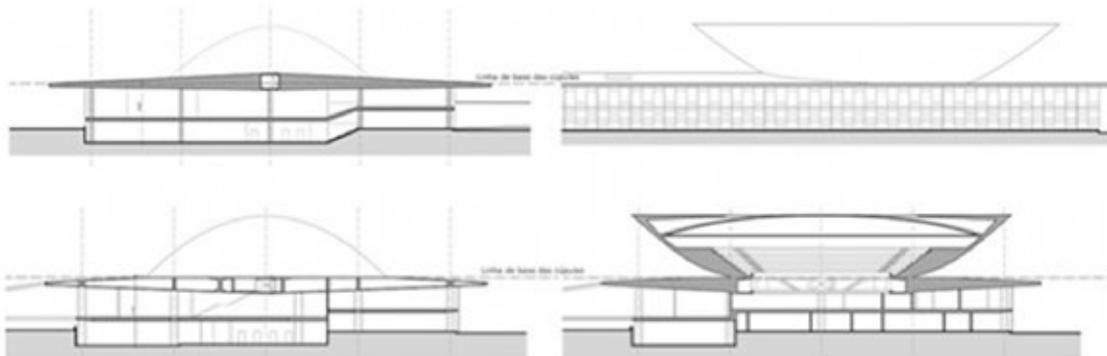


Figura 11 – a) Etapa Projeto – Corte Transversal – Circulação para Galerias. 1957. b) Etapa Projeto – Trecho Fachada Oeste – Cúpula da Câmara dos Deputados. 1958. c) Etapa Alvenaria – Corte Transversal – Circulação para Galerias. 1958. d) Etapa Alvenaria – Corte Transversal – Câmara dos Deputados. 1959.

Atribui-se a ocorrência inicial da inconsistência aos fatos simultâneos condensados no período entre 1958 e 1960, com destaque para a urgência na elaboração de projetos, a necessidade de divulgação na mídia especializada, a estratégia política de publicidade para as obras e a execução da construção em tempo exíguo. Neste contexto, não se trata de equívoco na representação por parte do arquiteto, uma vez que a intenção expressa era clara, mas da utilização da documentação que estava disponível no momento, ainda que em nível preliminar. A reprodução sistemática dos dados, durante mais de cinquenta anos, sem que houvesse a atualização das informações e adequação à obra imaginada e executada, é que pode ser configurada como um lapso da historiografia, fato relevante ao verificarmos que estas informações têm servido de referência para pesquisas e para investigações sobre o objeto.

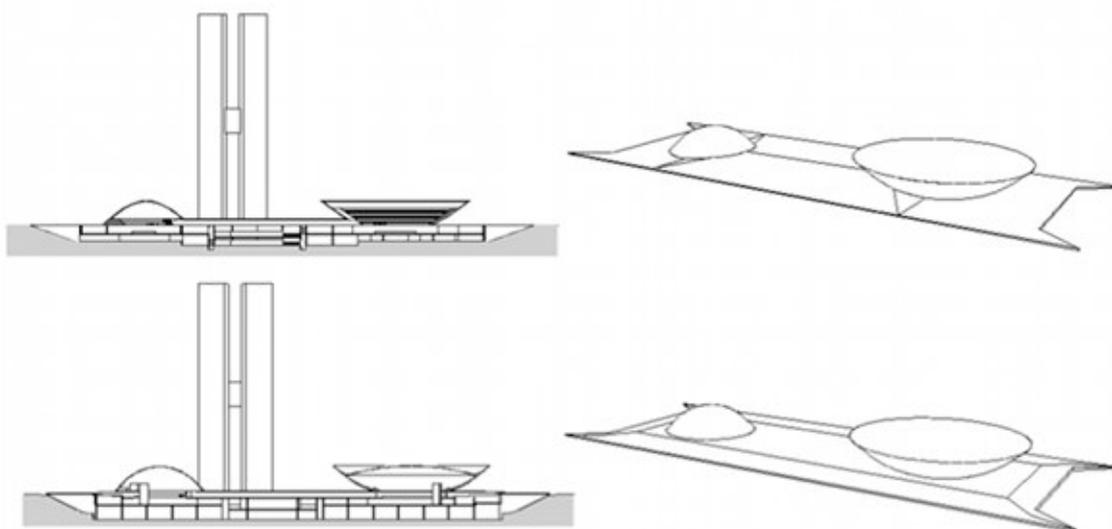


Figura 12 – a) Anteprojeto 01 – Corte Longitudinal. 1957. b) Plataforma das cúpulas - simulação da volumetria para o Anteprojeto 01. c) Projeto Executado – Corte Longitudinal. 2008. d) Maquete da plataforma das cúpulas, conforme executado.

### **A Torre de TV de Lucio Costa**

Lucio Costa construiu uma única torre, sem nunca ter projetado uma estrutura semelhante. Juntou para tal, uma equipe composta pelos melhores projetistas de estruturas da época: Joaquim Cardozo, para o cálculo do embasamento de concreto armado e Paulo Rodrigues Fragoso para o projeto da estrutura metálica

Apesar disso, Lucio Costa foi o primeiro projetista a alcançar simultaneamente todas as funções de uma edificação vertical. Sua torre foi concebida como parte do desenho urbano de Brasília, funcionando conforme o desejo de Sisto V de ser um elemento de referência, um ponto focal e de concentração espacial. Seu projeto possui a monumentalidade proposta pela torre construída por Eiffel e a herança plástica escultural dos obeliscos egípcios, além da capacidade de conectar-se com o mundo através da tecnologia de telecomunicações.

Na introdução do relatório de Lucio Costa para o Plano Piloto de Brasília (Buchmann, 2002) descreve sua intenção de conferir ao conjunto projetado um caráter monumental: “... não no sentido de ostentação, mas no sentido da expressão palpável, por assim dizer, consciente, daquilo que vale e significa”. No item 10, onde Lucio cita pela primeira vez a torre das estações radioemissoras e de televisão, fica clara sua

intenção de dar-lhe um caráter monumental, através de um tratamento plástico, integrando-a na composição geral da cidade.

No item 12, Lucio caracteriza bem a arquitetura da Torre: "que se prevê de planta triangular com embasamento monumental de concreto aparente até o piso dos studios e mais instalações, e superestrutura metálica com mirante localizado a meia altura".

Quando riscou a Torre de TV de Brasília no relatório do Plano Piloto, Lucio Costa ainda não havia projetado algo parecido. Sua proposta inicial para a estrutura metálica seguiu o modelo geométrico do Tylon de Harrison e Fouilloux: uma pirâmide extrudada de base triangular com altura de aproximadamente 190m (Figura 13). Lucio, porém, preferiu não usar nenhum tipo de revestimento e deixar sua estrutura aparente como a torre projetada por Eiffel, utilizando, contudo, um desenho mais limpo com uma menor quantidade de barras.

Em 1939, durante a construção do Pavilhão do Brasil na Feira Mundial de Nova York, em Flushing Meadows, no Queens, Lucio afirmou que o seu objetivo era fazer o melhor possível para o bom êxito da adequação arquitetônica às novas tecnologias do aço e do concreto (Costa, 1995). Nesse período que passou em Nova York desenvolvendo o projeto, Lucio trabalhou com Niemeyer em uma sala no escritório do arquiteto Wallace Harrison, no Rockefeller Center.

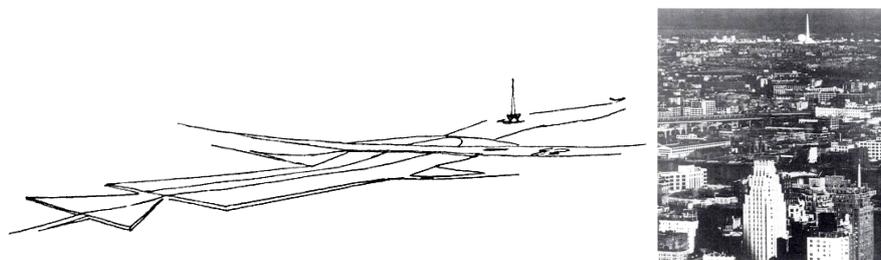


Figura 13 – Croqui do Eixo Monumental no Plano Piloto de Brasília e vista do Tylon a partir de Manhattan (Smith, 1993)

A arquiteta e urbanista Maria Elisa Costa, filha de Lucio, acredita que a presença vertical da torre naquele ponto, exatamente como Lucio Costa tinha pensado, era de fundamental importância para a configuração do projeto urbano de Brasília. E foi com essa motivação que Lucio tratou de definir logo e assumir o projeto - caso contrário correria o risco de surgir um desenho plasticamente frágil, fora da escala por ele imaginada, ou mesmo de nem a construírem. Para Maria Elisa, a Praça

dos Três Poderes e a Esplanada dos Ministérios por suas representatividades no governo federal estariam com as suas obras garantidas.

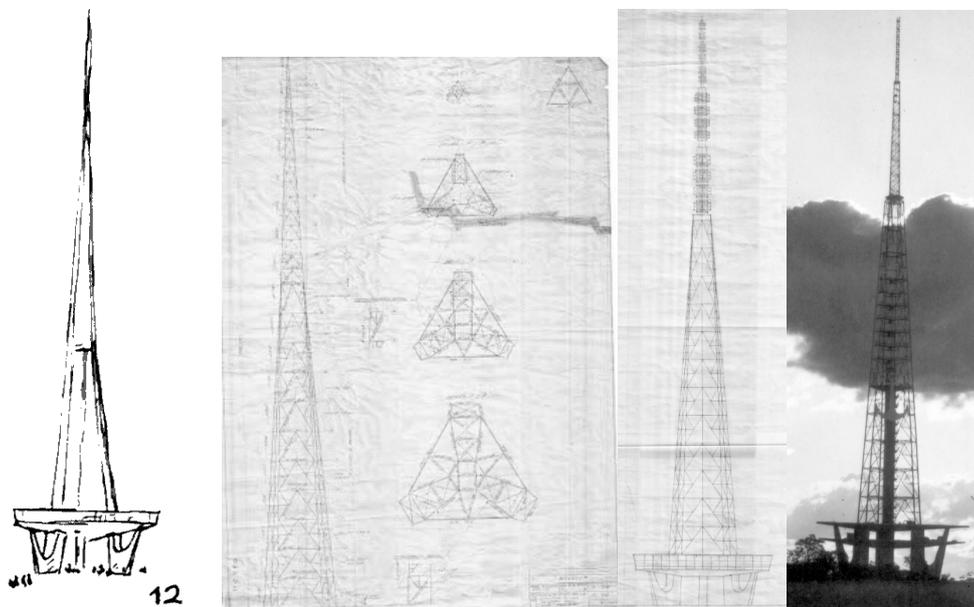


Figura 14 – Croqui de Lucio Costa para a Torre de TV no Plano Piloto de Brasília. Ante-projeto executivo na forma piramidal. Projeto Executivo. Foto da Torre de TV recém-construída

O desenho final de Fragoso, porém, apesar da semelhança geométrica de sua forma com o traço inicial proposto por Lucio Costa, apresenta algumas diferenças quanto à concepção apresentada no relatório do plano piloto de Brasília (Figura 14).

### **Igreja Católica de Super Quadra - Igrejinha**

No dia 28 de junho de 1958 foi inaugurada a Capela de Nossa Senhora de Fátima, cuja audácia plástica mostra-se num primeiro olhar mais aparente que a estrutural, caracterizando sua contemporaneidade com os palácios da nova capital.

A Capela Nossa Senhora de Fátima, primeiro templo católico construído no Plano Piloto, teve sua obra realizada em cem dias e coube a Sra. Sarah Kubitschek, idealizadora do templo, inaugurar a placa comemorativa, onde se lê: *Este santuário, primeiro de Brasília, foi mandado erigir em honra a Nossa Senhora de Fátima, por iniciativa da Sra. Sarah Kubitschek, em cumprimento a uma promessa.*

Enquanto marco urbanístico cumpre seu papel agregador, de reunião da comunidade. Sua praça nos remete às pracinhas das cidades do interior que dão vida ao cenário da urbes. A capela abre-se ao exterior, tornando público o momento

sagrado. Pousa sobre o terreno num plano mais alto e repousa tranqüila com a vista desimpedida sobre a paisagem (Figura 15).

A Igrejinha se destaca no cenário da cidade pela sua simplicidade formal e sua monumentalidade simbólica. Sua cobertura avança além da nave, impondo-se no espaço e se fazendo notar por aqueles que chegam pelo lado leste. Em um nível superior ao da rua, como um zigurate, apresenta um eixo de simetria que lhe confere tal monumentalidade. À distância, seu pilar central e a travessa da sanca de acesso compõem o símbolo da cruz cristã, mostrando que fé e modernidade podem compartilhar o mesmo espaço.

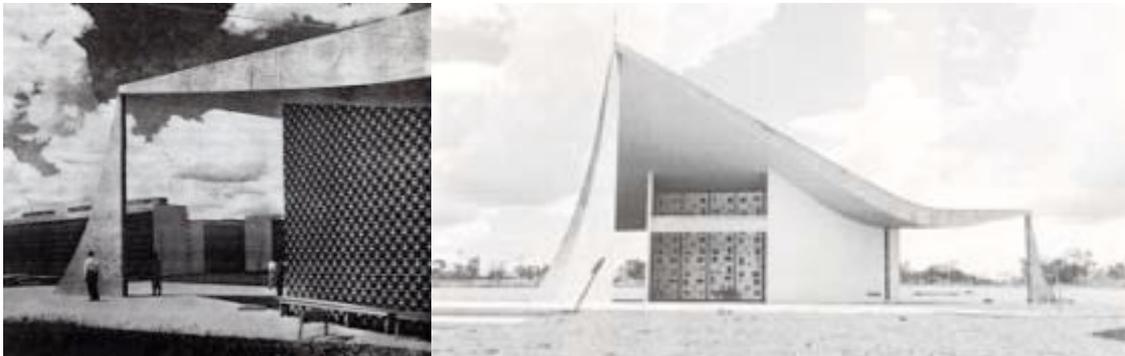


Figura 15 - Igrejinha (1958). Brasília. Fonte: Publicação Acrópole – 1960.

Na igrejinha, a forma da cobertura caracterizada pela superfície curva triangular, com suas extremidades mais altas que o centro – conceito estrutural oposto ao das abóbadas demonstra as novas possibilidades construtivas permitidas pelo concreto armado. Os projetos para Brasília marcaram uma etapa nas obras de Niemeyer em que o arquiteto adota o sistema estrutural como um fator orientador da solução arquitetônica. Essas intenções ficaram registradas em seu texto *Depoimento* de 1958.

Na pesquisa em andamento, a documentação existente no Arquivo Público do Distrito Federal, mostra a que a definição da forma da Igrejinha coube às plantas do projeto estrutural. Nas plantas de arquitetura constam detalhes arquitetônicos e de mobiliário. Comparação entre os cortes das Figuras 16 e 17 mostram a existência de projeto não construído. Na Figura 16 o apoio frontal é composto pela associação de elementos em V invertido, o vertical comprimido e o inclinado tracionado, bastante semelhante à solução em cobertura metálica da Casa de Canavelas em Pedro do Rio. Na Figura 17 o pilar como construído, triangular.

O projeto estrutural foi desenvolvido pelo engenheiro e poeta Joaquim Cardoso que em seu poema *À Brasília de Oscar Niemeyer* conclui sobre as construções dizendo que “*não se sabe é se o arquiteto as quis símbolos ou ginástica*”.

## CONCLUSÕES

Este artigo apresentou de forma ilustrativa as pesquisas desenvolvidas com objetivo primordial de contribuir para a documentação da História da Construção de Brasília e em particular com a História das Estruturas de Brasília. Assunto que até hoje carece de bibliografia que apresente com profundidade as soluções integradas de estrutura e arquitetura obtidas em momento único de nossa história. As obras que estão sendo pesquisadas mostram um quadro bastante representativo das principais construções da origem da cidade. Pretende-se ainda incluir a Catedral e o Itamaraty.

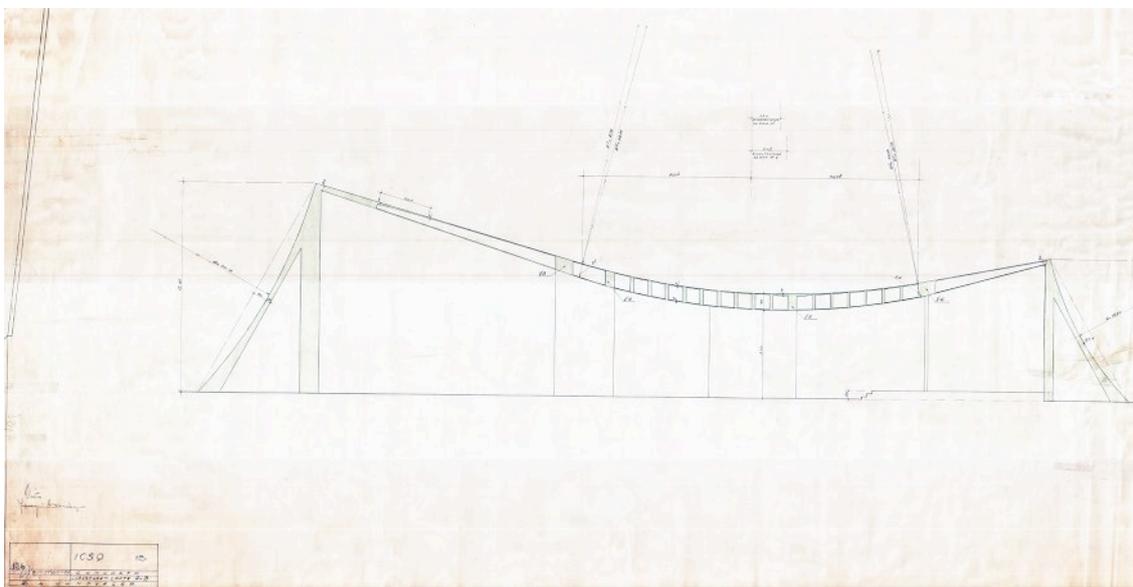


Figura 16 - Projeto Estrutural para a Igrejinha de novembro de 1957 (Arquivo Público do DF).



Figura 17 – Projeto Estrutural para a Igrejinha de janeiro de 1958 (Arquivo Público do DF).

A metodologia empregada de busca exaustiva da documentação original das plantas e documentos de obra, bem como a pesquisa em diários da época tem revelado dados não mostrados ainda na historiografia sobre Brasília.

Por fim a análise estrutural qualitativa tem se mostrado bastante eficiente no sentido de permitir a análise de estruturas bastante complexas por arquitetos e engenheiros, permitindo perceber a essência do conhecimento estrutural e de sua importância na concepção arquitetônica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressão gratidão pelo apoio e financiamento obtidos junto ao Programa de Pós-Graduação – PPG-FAU, à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU-UnB, ao Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade de Brasília – UnB e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## REFERÊNCIAS

- ARQUIVO PÚBLICO DO DF. Fundo Novacap I. Código Nov. B09. Ano, 1969-1971. Proc. 12610/69. Parte I, Caixa:158. Consultado em março de 2006.
- ARQUIVO PÚBLICO DO DF. Fundo Novacap II. Código Nov. B09. Ano, 1969-1971. Proc. 12610/69. Parte II, Caixa:158. Consultado em março de 2006.
- BILL, Max. Robert Maillart. 3. ed. Zurich: Ed D'Archit . 1969. 184 p.
- BILLINGTON, D. P. The tower and the bridge: the new art of structural engineering. Princeton, Universidade de Princeton, 1983.
- BUCHMAN, Armando José. Lucio Costa: o inventor da cidade. Brasília: Thesaurus, 2002.
- CORREIO BRAZILIENSE. A ponte monumental sobre o lago. Correio Braziliense. Brasília, 01 fev. 1976. 2. cad. p.25.
- COSTA, Lucio. Lucio Costa: Registro de uma vivência. Porto Alegre: Empresa das Artes, 1995.

- FONSECA, R. P. A Ponte de Oscar Niemeyer em Brasília: Construção, Forma e Função Estrutural. Brasília, 2007. 140 f. Dissertação (Mestrado) - UnB.
- FONSECA, R. P. ; SÁNCHEZ, J. M. M. . A Razão da Leveza da Ponte de Niemeyer em Brasília. In: III Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, 2010, Rio de Janeiro. III Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, 2010-a.
- FONSECA, R. P. ; SÁNCHEZ, J. M. M. . Osca Miemeyer's Bridge in Brasilia. In: First International Conference on Structures and Architecture, 2010, Guimarães. Strucuture and Architecture, 2010-b.
- GIEDION, Sigfried. Espaço, tempo e arquitetura. O desenvolvimento de uma nova tradição. São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- KATINSKY, Júlio Roberto. Leituras de arquitetura, viagens, projetos. Texto submetido a concurso público para obtenção do título de livre-docente junto à disciplina História da Arquitetura na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.
- MARTHA, L. F. FTOOL: Um Programa Gráfico-Interativo para ensino de comportamento de estruturas. Rio de Janeiro: Tecgraf, 2002.
- NOVACAP. DE – DVO – NOVACAP. Projetos originais da Ponte Costa e Silva. Ano 1969-1971. Consultados em abril de 2007.
- SÁNCHEZ, J M. M. Evolução da Forma Estrutural – Notas de Aula, 2010.
- SILVA, E. G. ; SÁNCHEZ, J. M. M. Congresso Nacional, da Documentação Técnica à Obra Construída. In: Seminário Latino-Americano "Arquitetura e Documentação, 2008, Belo Horizonte. Seminário Latino-Americano "Arquitetura e Documentação, 2008.
- SILVA, E. G. ; SÁNCHEZ, J. M. M. . Arquitetura Monumental de Brasília Documentação e Historiografia. In: 8º Seminário DOCOMOMO Brasil, 2009, Rio de Janeiro - RJ. 8º Seminário DOCOMOMO Brasil, 2009.
- SMITH, Terry. Making the Modern: Industry, Art and Design in America. The University of Chicago Press, Chicago, 1993.