

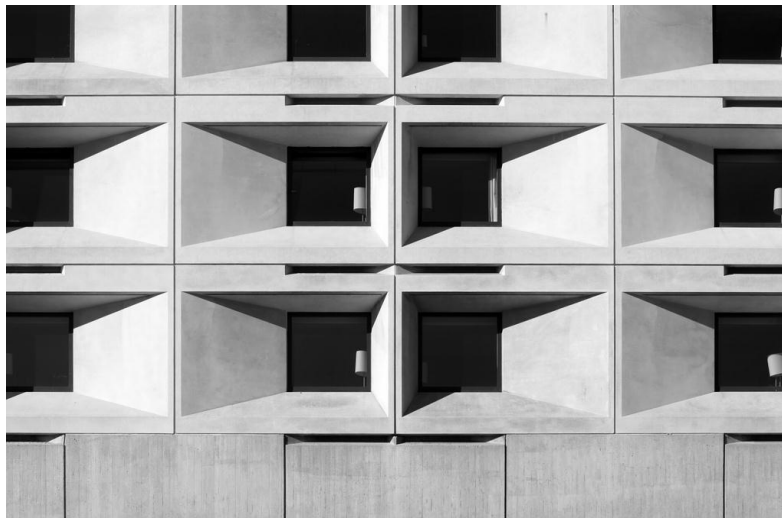


**UFG**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ARTES VISUAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E CIDADE

Manoel Balbino Carvalho Neto

## **PRÉ-FABRICAÇÃO: ARQUITETURA OU CONSTRUÇÃO?**



GOIÂNIA

2016

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       **Dissertação**       **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Nome completo do autor: Manoel Balbino Carvalho Neto

Título do trabalho: **Pré-fabricação: Arquitetura ou Construção?**

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Data: 26 / 02 / 2016

---

Assinatura do autor

---

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ARTES VISUAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E CIDADE

Manoel Balbino Carvalho Neto

## **PRÉ-FABRICAÇÃO: ARQUITETURA OU CONSTRUÇÃO?**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Projeto e Cidade, da Faculdade de Artes Visuais da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Projeto e Cidade

Orientador:  
Professor Doutor José Artur Daló Frota

GOIÂNIA  
2016

Autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar gratuitamente o presente documento por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/ UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9610/98, bem como sua divulgação total ou parcial, por meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa.

Email: arqurbgyn@gmail.com

Ficha catalográfica elaborada automaticamente  
com os dados fornecidos pelo autor, sob orientação do Sibi/UFG.

Carvalho Neto, Manoel Balbino

Pré-fabricação: Arquitetura ou Construção ? / Manoel Balbino

Carvalho Neto. – 2015.

177, CLXXVII fl.: il.

Orientador: Prof. Dr. José Artur Daló Frota.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Artes Visuais (FAV), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura-Projeto e Cidade - Goiânia, 2015.

Bibliografia.

1. pré-moldado 2.pré-fabricação 3.tecnologia 4. arquitetura 5.  
Projeto I. Daló Frota, José Artur, orientador. II. título.

Imagem da capa: UMass Amherst, Massachusetts, USA, 1965-69  
Projeto; Marcel Breuer,  
Fotografia: Bruce Coleman



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS.  
FACULDADE DE ARTES VISUAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROJETO E CIDADE  
Campus Samambaia, Av. Esperança, s/nº - Campus Universitário – CEP: 74.690-900, Goiânia/GO.  
Fones: (62) 3521-1413 [www.fav.ufg.br/projetoecidade](http://www.fav.ufg.br/projetoecidade)

Ata nº 05/2016 da reunião da banca examinadora da defesa de dissertação de **MANOEL BALBINO CARVALHO NETO** - Aos vinte e seis dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezesseis (6/02/2016), às 14h00min, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Professores Doutores: José Arthur D'Aló Frota (FAV/UFG) – orientador, Ruth Verde Zein (UPM) e Eline Maria Moura Pereira Caixeta (FAV/UFG) para, sob a presidência do primeiro, e em sessão pública realizada no Auditório da Faculdade de Artes Visuais, Campus Samambaia, procederem à avaliação da defesa de dissertação intitulada: “Pré-fabricação: Arquitetura ou Construção”, em nível de Mestrado, área de concentração em Projeto, Teoria, História e Crítica, linha de pesquisa Processos e Tecnologias de Projeto e Planejamento, de autoria de MANOEL BALBINO CARVALHO NETO, discente do Programa de Pós-Graduação em Projeto e Cidade da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, o Prof. Dr. José Arthur D'Aló Frota, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra a seguir, foi concedida ao autor da dissertação que, em 20 minutos procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu o examinando. Terminada a arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1183/2013 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Projeto e Cidade, a dissertação foi considerada

APROVADO, com as seguintes observações da banca examinadora: REVISAR A INTRODUÇÃO ESTABELECIDO OS RELORTES TEMPO-RAIS E CONCEITUAIS ADOPTADOS NA DISSERTAÇÃO, APROFUNDAR NA ANÁLISE TEÓRICA EM RELAÇÃO À MUDANÇA DE PARADIGMA NO CAMPO DA ARQUITETURA, QUE INFLUI NA RELAÇÃO ENTRE PROJETO E FABRICAÇÃO NA PRODUÇÃO ARQUITETÔNICA ATUAL

Cumpridas as formalidades de pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e para constar eu, Bruna Junqueira Ribeiro, secretária do Programa de Pós-Graduação em Projeto e Cidade, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em quatro vias de igual teor.

Prof. Dr. José Arthur D'Aló Frota  
Presidente – FAV/UFG

Profa. Dra. Ruth Verde Zein  
Membro – UPM

Profa. Dra. Eline Maria Moura Pereira Caixeta  
Membro – FAV/UFG

À Mônica,  
Aos meus filhos  
Mateus e Sofia,  
Aos meus pais,  
Balbino e Elza.

Ao Prof. Dr. arquiteto José Artur Daló Frota, pelas orientações, incentivo e contribuições inestimáveis a essa pesquisa. Ao Prof. Dr. engenheiro Ulisses Ulhôa, cujas observações no começo, meio e fim desse trabalho foram fundamentais. Ao arquiteto Gilson Paranhos, com quem compartilhei anos de aprendizado nas pranchetas do escritório Milton Ramos, na UnB e na FAEC com o Lelé em Salvador, lugares onde convivi de perto com a pré-fabricação. A todos, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

A pesquisa procura abordar a questão da pré-fabricação em concreto sob o olhar da arquitetura, a partir de três eixos: análise histórica, análise tecnológica e análise teórica. A análise histórica explora o assunto a partir do concreto armado e das demandas emergenciais na reconstrução da Europa no Pós-Guerra desenvolvendo ainda um vínculo temporal, estético e ideológico com o Brutalismo, ganhando espaço e significado no ambiente moderno. No Brasil, as experiências pioneiras na Universidade de Brasília, UnB – a “Universidade da pré-fabricação” – ocorrem simultaneamente à construção da nova Capital. Em outros momentos, o uso da pré-fabricação pareceu injustificado, por vezes limitado à produção de um único edifício - uma construção de protótipos - apesar das importantes realizações naquele período. Na análise tecnológica, a pesquisa é dedicada aos processos construtivos, algumas vezes engendrados pela própria arquitetura, como o caso da argamassa armada. Também estão em discussão os problemas relativos à construtibilidade e o desuso da pré-fabricação a partir dos anos de 1980. A análise teórica traz à pauta a discussão sobre a essência da arquitetura e sua relação com a pré-fabricação, procurando explorar os motivos que levaram à dissociação entre elas no final do século XX, com um breve estudo sobre os programas públicos de construção escolar realizados através da pré-fabricação no Brasil, ainda nos anos de 1980. Conhecidos pelas siglas CIEPs, CIACs, CAICs, CEUs, FDE, são escolas com forte identidade visual e clara vinculação política, o que faz com que esses programas tenham curta duração. Com a ausência de seus principais protagonistas como João Filgueiras Lima - o Lelé - a pré-fabricação tornou-se assunto do passado para a arquitetura, embora na engenharia esteja cada vez mais em evidência. Nesse contexto, a pré-fabricação comercial ganha consistência e escala, inclusive na arquitetura escolar – caso da FDE - atuando como um subsistema da construção, a parte invisível do edifício à espera de um invólucro.

**PALAVRAS-CHAVE:** premoldado; pré-fabricação; tecnologia e processos de projeto; arquitetura; Brasil; João Filgueiras Lima.

## ABSTRACT

This research examines the issue of prefabrication in concrete under the gaze of architecture from three axes: historical analysis, technological analysis and theoretical analysis. The historical analysis explores the subject from the beginning of the reinforced concrete evolution and the emergency needs during the post-war in Europe. Either prefabrication or precast, gained space and meaning in the modern architecture with clear temporal, aesthetic and ideological link to Brutalism. At another times, the use of this technology seemed needless, limited to a single building - a prototype - despite all important prefabricated buildings already constructed. In Brazil, several experiments were performed at the Universidade de Brasília – “the prefabrication university” – having the architect João Filgueiras Lima, Lelé, as the main protagonist. The technological analysis opens the way for understanding the prefabricated building methods, sometimes engendered by the architecture itself, like ferrocement technology. Also problems concerning constructability are under discussion, while the prefabrication comes into disuse in the 1980's. Theoretical analysis brings to the agenda the discussion of the essence of prefabricated architecture and explores the reasons for the dissociation between technology and art, either architecture or prefabrication. Here, the public school building systems conducted by prefabrication, created in Brazil also in the 1980's is a good example. Known by the initials CIACs, CAICs, CEUs, FDE, they are all schools with a strong visual identity and a clear political link that does not allow these programs to last long. With the absence of big players like Lelé, prefabrication became an outdated issue for architecture, although it's increasingly applied in engineering. Commercial pre-fabrication becomes consistent with the building structure acting as a construction subsystem - like the FDE case, the invisible part of the building waiting for a wrapper.

**KEYWORDS:** Prefabrication; precast; technology and project process; architecture; Brazil; Joao Filgueiras Lima.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 ANÁLISE HISTÓRICA.....	13
2.1.1. Antecedentes históricos.....	13
2.1.2. O concreto e a pré-fabricação.....	14
2.1.3. A pré-fabricação no Brasil.....	33
2.1.3.1. <i>Kneese de Mello, Industrialização e a Cultura Produtiva</i> .....	35
2.1.3.2. <i>A Refinaria Alberto Pasqualini em Canoas, RS – REFAP</i> .....	39
2.1.3.3. <i>Brutalismo Paulista: a Idealização da Pré-fabricação</i> .....	41
2.1.3.4. <i>Lelé: a Pré-fabricação realizada</i> .....	51
2.1.3.5. <i>Algumas experiências isoladas na Pré-fabricação</i> .....	65
2.2 ANÁLISE TECNOLÓGICA.....	69
2.2.1. Introdução.....	69
2.2.2. A indústria da construção. ....	70
2.2.3. Conceituação.....	71
2.2.4. O processo de produção. ....	74
2.2.5. Componentes pré-moldados e sistemas estruturais de edifícios.....	76
2.2.6. Classificações. ....	83
2.2.7. Coordenação modular. ....	88
2.2.8. Ligações entre elementos: um divisor de águas na pré.fabricação...93	
2.2.9. Pré-moldado Leve: Cerâmica Armada.....	96
2.2.10. Pré-fabricação Leve: Argamassa Armada.....	102
2.2.11. Entre a racionalização e a pré-fabricação: Alvenaria Armada.....	109
2.2.12. Outras considerações sobre a Tecnologia, além do edifício.....	111

<b>2.3 ANÁLISE TEÓRICA.....</b>	<b>114</b>
2.3.1. Introdução.....	114
2.3.2. Entre a arquitetura e a construção.....	115
2.3.2.1. <i>Narrativa construtiva e Sintaxe das partes iguais repetidas.....</i>	<i>117</i>
2.3.2.2. <i>A tectônica e a pré-fabricação.....</i>	<i>119</i>
2.3.3. Porque a arquitetura tem se afastado da pré-fabricação? .....	123
2.3.4. Descaminhos.....	126
2.3.5. Pré-fabricação e Representação: arquitetura escolar no Brasil.....	129
2.3.5.1. <i>A Escola como representação da archit. pública institucional.....</i>	<i>130</i>
2.3.5.2. <i>Edifícios escolares institucionais pré-fabricados.....</i>	<i>137</i>
2.3.5.3. <i>Considerações sobre a pré-fabricação de edifícios escolares.....</i>	<i>158</i>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>160</b>
<b>4. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>163</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A pré-fabricação em concreto é um sistema construtivo em que as partes de um edifício são previamente moldadas, transportadas e finalmente montadas no seu local de uso definitivo - a construção, um processo oposto às estruturas monolíticas de concreto, realizadas *in loco*.

Entretanto, algumas ideias utilizadas na pré-fabricação são anteriores a industrialização e a reprodução de objetos. Os conceitos de imitação ou cópia já se encontram formulados dentro do contexto da *Ecole des Beaux Arts*. Expressas em 1823 por Quatremère de Quincy (*apud* OLIVEIRA, 2001, p.73), essas ideias apontam para o conceito de produzir algo semelhante, aproximando-se da seriação: “Os objetos reproduzidos são a repetição uns dos outros [...], o primeiro e o último objeto de uma série se confundem entre si”.

Apesar da proximidade quanto ao significado, seriação e pré-fabricação podem ter interpretações diferentes. A primeira remonta à Antiguidade Clássica, quando algumas partes do edifício eram produzidas em um local distinto da construção, prática já percebida nas ruínas celtas de Stonehenge, há 2000 anos antes de Cristo. Segundo Strike (2004, p.125), o primeiro exemplo de pré-fabricação na Inglaterra teria sido a cobertura da Capela Real do Palácio de Hampton Court, em 1535, onde o madeiramento principal foi extraído, talhado e transportado pelo rio Tâmesa, da localidade de Sonning até Londres.

Outra interpretação, mais recente, decorre das modificações produzidas no contexto da Revolução Industrial no século XIX, com base na exploração de novos materiais e novas técnicas, consistindo na aplicação de conceitos característicos da indústria na construção civil. Com o desenvolvimento da associação entre o concreto e o aço, a pré-fabricação evoluiu rapidamente.

Como ponto positivo, a pré-fabricação tem sido associada à idéia de sustentabilidade através de uma nova logística: parte do canteiro de obras transferiu-se para a indústria reduzindo os acidentes de trabalho e o desperdício. O lado negativo é que o uso de equipamentos tende a reduzir a participação da mão-de-obra, uma contradição diante da grande oferta existente. Entretanto, esse grande contingente de trabalhadores na construção civil com pouca qualificação e salários aviltados, têm servido historicamente para diminuir certas tensões no âmbito do emprego, o que sempre desencorajou sistemas construtivos eficientes do ponto de vista tecnológico.

Adotada pela cultura marxista, a pré-fabricação em concreto passa a ser utilizada intensamente na construção de habitações após a destruição causada pelas duas Grandes Guerras na Europa, o que ficou conhecido tecnicamente como sistema de painéis. Canella (1997, p.132) entende que, naquele momento, a otimização dos processos construtivos estará voltada para a dignidade dos cidadãos e não necessariamente para a eficiência capitalista. Entretanto, ao longo da década de 1960, os princípios ideológicos dominantes no pensamento dos arquitetos, antes voltados para os problemas sociais, passam a compor outros caminhos, respondendo também a fatores de ordem formal-figurativa que evoluem a uma crescente valorização dos aspectos comerciais que envolverão algumas cidades e arquitetos, transformando determinados produtos ligados a construção da cidade moderna em mercadoria.

Enquanto para o contexto arquitetônico contemporâneo, falar em pré-fabricação soa como um assunto do passado - principalmente a partir do desaparecimento dos principais arquitetos que se dedicaram ao assunto como Marcel Breuer, João Filgueiras Lima - Lelé, Pier Luigi Nervi e Harry Seidler, na área da engenharia a pré-fabricação tem avançado a passos largos, paralelamente a uma requalificação da produção comercial.

Se alguma pré-fabricação ainda resiste na arquitetura, essa se deve aos componentes estruturais para edifícios fornecidos comercialmente, um subsistema da construção,

uma parte invisível do edifício à espera de um invólucro. Os recém-construídos estádios para a Copa do Mundo no Brasil de 2014, quase sempre pré-fabricados, reforçam essa hipótese. As publicações sobre esses edifícios trataram exaustivamente dessa roupagem, mas poucas foram as referências aos sistemas construtivos.

No Brasil, os problemas que deram origem à pré-fabricação ainda persistem, embora a arquitetura, a indústria da construção e o poder público continuem buscando soluções construtivas para a habitação, apesar dos resultados ainda insuficientes. Surpreendentemente, as experiências mais significativas no âmbito da arquitetura pré-fabricada local estão situadas no território da arquitetura escolar, onde ganharam em qualidade e escala, motivo da escolha desses edifícios como parte do estudo teórico nesta investigação.

Cabe observar ainda certa dicotomia nas bibliografias existentes, com parte pesquisas voltadas para a arquitetura enquanto outras se desenvolvem no campo da engenharia. Dentro da delimitação pretendida – a arquitetura de edifícios realizados através da pré-fabricação em concreto - o trabalho propõe uma aproximação entre esses dois olhares. A pesquisa não pretende esgotar o assunto, mas percorrer esse universo e apresentar uma leitura sobre o tema, procurando contribuir com o entendimento da problemática exposta.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa foi subdividida em três eixos: análise Histórica, análise Tecnológica e análise Teórica.

### 2.1. ANÁLISE HISTÓRICA

#### 2.1.1. Antecedentes históricos.

A partir da Revolução Industrial, percebe-se um claro interesse pelos primeiros produtos da construção industrializada. Enquanto a arquitetura adquire status acadêmico a partir das *École de Beaux Arts*, institucionalizando progressivamente a formação de um arquiteto com viés mais artístico, a engenharia receberá um grande incentivo no âmbito técnico-construtivo associado às *École Polyécnique*. Exemplo paradigmático deste contexto de conquistas tecnológicas, o Palácio de Cristal de Joseph Paxton, construído em 1851 para a Exposição Universal de Londres “forneceu a mais completa [...] contribuição de seu tempo marcando [...] uma concepção estritamente ligada aos conceitos de produção em massa” (BRUNA, 1975, p.41). Neste momento, adquire relevância a discussão sobre o papel da arquitetura, confrontado principalmente com o surgimento das escolas de engenharia.

Neste contexto, alguns arquitetos irão filiar-se a “razão”, a exemplo de Jean-Nicolas-Louis Durand, professor da *Polytécnique*, que publica as lições ministradas na *École*, verdadeiros catálogos de elementos de arquitetura que, de certa forma, prenunciam a pré-fabricação.

Paralelamente, persistem na cultura arquitetônica inglesa posicionamentos ortodoxos defendendo a necessidade da volta ao artesanato, como William Morris que ainda resiste até o final do século XIX. Apesar de sua posição conservadora, Morris traz à pauta a questão social nas artes: “Não quero arte só para alguns, tal como não quero

educação ou liberdade só para alguns” (PEVSNER, 1980, p.28). Esse compromisso social terá grande influência no destino das artes do século XX.

No primeiro pós-guerra, Walter Gropius reitera o compromisso social de Morris e persiste na busca pela industrialização da construção nas décadas de 1920 e 1930. Na Bauhaus, o foco está ao mesmo tempo na originalidade e na reprodutibilidade, dois aspectos aparentemente contraditórios da modernidade (Montaner, 1997, p.134). Em 1935, Walter Benjamin afirma que “A obra de arte reproduzida é cada vez mais a reprodução de uma obra de arte criada para ser reproduzida” (*apud* DUARTE, 1999, p.40-1). Benjamin põe em evidência não só a questão da serialização, mas também a função social da arte, como proposto por Morris.

Nesse período, Le Corbusier já defendia a produção de casas standardizadas, como os automóveis. Em visita aos Estados Unidos em 1935 conhece as linhas de montagem de Henry Ford, que “[...] instituiu um novo paradigma industrial, baseado na *produção em massa*. No entanto, [...] este paradigma de industrialização fabril seriada não chegou a penetrar em todos os setores produtivos [...]” (FARAH, 1996, *apud* VERNIZ, 2012, p.04), como a construção civil. Para Verniz (2012), esse tipo de industrialização resumiu-se a produzir em fábricas, alguns produtos outrora executados no canteiro de obras. Mas o caminho da pré-fabricação em concreto foi mais longo.

### **2.1.2. O Concreto e a Pré-fabricação.**

Em grande parte dos estudos pesquisados, a pré-fabricação é entendida como uma etapa a mais na evolução da utilização do concreto armado no caminho da industrialização. Mas não para Koncz, ao afirmar que “a pré-fabricação sempre existiu na construção em concreto armado. O navio de Lambot (1848) e os vasos [do jardineiro] Monier (1849) eram, em última análise, elementos pré-fabricados” (KONCZ, 1962, p.16). As afirmações de Sussekind confirmam a posição de Koncz sobre a origem da pré-fabricação:

O desenvolvimento do assim chamado cimento Portland, por Josef Aspdin(1824) na Inglaterra, somado com a ideia de colocação de barras de aço na parte tracionada de peças feitas em argamassa de cimento, posta em prática na França por Lambot [...] e por Monier [...] constituiu-se no embrião que gerou o concreto armado.[...]. Monier conseguiu chegar ao concreto armado tal como hoje o entendemos [...] obtendo, a partir de 1867, sucessivas patentes para a construção de tubos, lajes, pontes, alcançando êxito em suas obras, apesar de executá-las sem qualquer base científica [...]. (SUSSEKIND, 1987, p.1).

Segundo Bastos (2006), o norte americano Thaddeus Hyatt foi o primeiro a compreender a verdadeira função da associação entre concreto e armadura, no ano de 1850. Entendeu que, apesar da baixa resistência ao fogo, o aço adquiria qualidades excepcionais quando associado ao concreto e que as barras de aço deveriam estar posicionadas na parte tracionada das vigas, um dos fundamentos do concreto armado. Hyatt não era engenheiro e sim advogado, o que talvez tenha influenciado para que seus estudos não tenham obtido a divulgação merecida. A primeira publicação acontece em 1877, inicialmente restrita a um grupo de amigos sob o título *An account of some experiments with Portland cement concrete combined with iron as a building material*.

Alguns anos mais tarde, por volta de 1890, na França, Joseph Hennebique chegou a conclusões idênticas, embora não tivesse conhecimento das pesquisas de Hyatt. Hennebique desenvolveu as armaduras dobradas nas zonas de compressão, introduziu os estribos para combater a força cortante e também criou a viga “T”, incorporando teóricamente um trecho de laje à viga, formando uma mesa de compressão.

Montaner (1997, p.64) entende que o aperfeiçoamento da tecnologia do concreto armado ocorreu nas décadas de 1920 e 1930, com critérios de cálculo mais precisos. Vasconcelos (1985 *apud* BASTOS, 2006), porém percebe esse desenvolvimento um pouco antes, em 1875, quando Gustavo Adolpho Wayss adquiriu as patentes de Monier. Sussekind (1987) confirma Vasconcelos expondo que, com a venda das patentes de Monier para as empresas do grupo alemão Wayss & Freitag, o concreto armado adquiriu bases científicas, o que foi comprovado por E. Morsh, em 1902. Mais tarde, Morsh e Konen experimentaram o pré-tensionamento da armadura, embora sem muito sucesso.

Entretanto, na França, Eugène Freyssinet percebeu que o tensionamento da armadura só seria bem sucedido com aços de alta resistência, tornando-se assim o criador do concreto protendido. Em 1945, Freyssinet conseguiu juntar peças pré-fabricadas através da protensão, inovando na construção de pontes e barragens. A partir de então, formaram-se as bases tecnológicas sobre as quais as construções em concreto desenvolveram-se até os dias de hoje.

Segundo Koncz (1962, p.16), as primeiras construções que utilizam componentes em concreto pré-moldado – ainda não pré-fabricado, produzido de maneira artesanal - com funções estruturais foram possivelmente as vigas do Cassino de Biarritz na França, em 1891, assim como os primeiros elementos de grandes dimensões para coberturas foram pré-fabricados no Brooklyn, Estados Unidos, em 1900.

Em 1903, em Reading, Pennsylvania, foram construídos pisos pré-moldados para um edifício de 04 pavimentos. Em 1907 em New Village, Estados Unidos, todas as peças de um edifício para fins industriais foram pré-fabricados pela companhia Edison Portland Cement. Koncz (1962) observa ainda que, nesse período, a fábrica de pilares Wayss & Freitag já estava em operação em Hamburgo, Alemanha.

A ideia da pré-fabricação moderna pressupõe a produção em série de componentes e edifícios. Entretanto, sua história tem sido eventualmente ilustrada com edifícios únicos, exclusivos, verdadeiros protótipos que se tornaram referência na história da arquitetura moderna. Nesse sentido, vale lembrar Frank Lloyd Wright e a Residência Millard - *La Miniatura* (fig.1), como ficou conhecida - de 1923, construída com blocos de concreto, em Pasadena, Califórnia. Wright foi um dos primeiros arquitetos a experimentar a pré-fabricação, ainda que parcialmente, com concepções individualizadas, as *precast textile blocks houses*, entre elas a Residência John Storer, de 1923; a Residência Samuel Freeman e a Ennis-Brown, de 1924. Mais tarde, a experiência foi retomada na Residência Richard Lloyd Jones, em 1928; e na William Tracy, em 1955. Entretanto, o concreto armado não obteve êxito como solução construtiva para a habitação na

arquitetura norte-americana, diferentemente da produção em série de habitações com painéis de madeira e componentes metálicas realizadas naquele País.



**Figura 1,1A– Frank Lloyd Wright. Millard house, 1923**

**Fonte: [www.millardhouse](http://www.millardhouse.com) studyblue**

Mas Strike (1991, p.125) afirma que não foi a invenção da produção em série de elementos construtivos que fez da pré-fabricação uma alternativa diferenciada de construção, o que já vinha ocorrendo em pequena escala. A produção em série para uma única obra já havia sido utilizada em estruturas metálicas, como o Palácio de Cristal. Mas foi a possibilidade de produzir peças industrializadas para diversas obras em diferentes locais simultaneamente que materializou o que seria um *Sistema de Componentes*. Assim, a pré-fabricação de edifícios em concreto viabilizou a moradia de milhares de famílias nos períodos das duas Grandes Guerras nos países Europeus.



**Figura 2, 2a – Ernst May. Conjuntos habitacionais em Frankfurt**

**Fonte fig.2: [www.frankfurt.de](http://www.frankfurt.de) Foto 2a: Christoph Boeckheler**

Na habitação social destacam-se as experiências do arquiteto Ernst May com painéis estruturais pré-fabricados em Frankfurt, Alemanha (fig.2). De acordo com Bruna (2010, p.72), May utilizou painéis em concreto de 3,00x1,00m e 1250kg de peso no conjunto residencial operário Praunheim. Inicialmente foram construídas apenas seis casas, chegando a 900 unidades distribuídas em três conjuntos habitacionais, entre 1927 e 1929. Nesse período a produção em massa de habitações era justificada como uma tendência de se produzir espaços apropriados a “um homem genérico ideal”: “[...] espartano, ético, progressista, capaz de viver em espaços racionalizados [...]” (MONTANER *apud* BRUNA, 2010, p.73). May também buscou eficiência econômica projetando espaços mínimos com ambientes separados por armários, camas dobráveis e portas de correr atingindo 10m<sup>2</sup> por habitante, com destaque para a Cozinha de Frankfurt, encomendada por May à Margarete Scutte-Lihotzky, em 1926, e adotada como peça padrão em seus projetos de habitação mínima (ZARECOR, 2011, p.228).



**Figura 3 – Painéis pré-fabricados Uniao Sovietica 1950-1960**

**Fonte: khrushchevki.wordpress.com**

Nos anos de 1950, a pré-fabricação com painéis de concreto armado (fig.3) expande-se principalmente na União Soviética e nos países socialistas, onde a ideia era “[...] construir mais rápido, melhor e mais barato [...]. A indústria do concreto é o cerne da indústria da construção civil socialista” (STAHR, 2014, p.264). A Alemanha Oriental, onde algumas cidades tiveram mais de 60% das habitações destruídas, foi adotado um edifício-padrão denominado *WBS70* (fig.4), nos anos de 1970. Essa busca incessante por eficiência resultou na verticalização dos novos edifícios pré-fabricados, passando

de seis para até vinte pavimentos, perseguindo uma densidade de 300 habitantes por hectare. Entretanto, a utilização de um “sistema fechado” excessivamente rígido mostrou-se inadequado, um planejamento para um “[...] ser humano abstrato, [...] uma mera quantificação de unidades habitacionais” (STAHR, 2014, p.264).



Figura 4 – WBS70 , Alemanha

Fonte: [www.wikiwand.com](http://www.wikiwand.com)



Figura 4a – KPD, Chile

Fonte: originais FADEU Campus lo contador

As experiências na antiga Tchecoslováquia (fig.5) ganharam importância a partir da década de 1930, apesar de pouco divulgadas. Segundo Zarecor (2011), modulação, standartização, normatização e tipificação foram princípios perseguidos pela indústria da construção naquele país. Nos anos de 1950, foi criado o Instituto de Edifícios Pré-fabricados, responsável pelos *G-buildings* - “G” de Gottwaldov, cidade-sede da indústria dos painéis utilizados nos *Panelaks* ou *Panelov dom* – casas de painéis. Na Alemanha Oriental ficaram conhecidos também como *Plattenbau*. Eram edifícios pré-fabricados, baratos e eficientes, entendidos como “adequados ao realismo socialista”. Em 1960, já representavam 17% das construções habitacionais da paisagem da Tchecoslováquia e também uma referencia em outros países do bloco soviético. Os arquitetos Bohumil Kula e Hynek Adamec, responsáveis pelo projeto, também desenvolveram um sistema pré-fabricado que ficou conhecido como *Type K*. Se o sucesso da pré-fabricação Tcheca esteve associado ao numero limitado de componentes do sistema construtivo e as reduzidas dimensões do País, facilitando o transporte, inegavelmente se apoiou também em uma conjuntura política duradoura e extremamente favorável.



**Figura 5 – Praga, Tchecoslováquia, 1956. Construção com grua de pórtico.**

**Fonte: *Manufacturing a socialist modernity*. Kimberly Elman Zarecor Foto: architektura CSR.**

Ainda na Tchecoslováquia, outro sistema verticalizado - desenvolvido pelo arquiteto Vladimir Karfik - ficou conhecido como *BA system* e teve seu protótipo exposto no Congresso de Arquitetos de Praga, em 1952. Na União Soviética, o arquiteto A. Michailov também propõe um sistema semelhante. Entre aqueles que buscaram referências nos sistemas de painéis Tchecos, destacam-se o arquiteto francês Mardel Lods e o engenheiro Raymond Camus (ZERACOR, 2011, pg.226). Conhecido como sistema Camus, de 1948, foi uma das referências para as construções com o sistema de painéis *KPD* no Chile (fig.4a) em 1971, durante o governo de Salvador Allende quando a União Soviética transferiu tecnologia e equipamentos para os governos socialistas latino-americanos.

Cuba também foi beneficiada pela tecnologia soviética. Cabrera (2001, p.148) destaca o sistema Girón (fig.6), um esqueleto pré-fabricado produzido entre os anos de 1969 e 1980 aplicado a edifícios escolares, hospitais, escritórios e hotéis, entre outros. Nas habitações coletivas, o sistema GP-IV - de Grandes Painéis - com até 03 toneladas, chegou a utilizar 28 formatos de plantas, mostrando-se bastante versátil. Eram elementos, destinados a edifícios com até 05 pavimentos, mais tarde substituído pelo

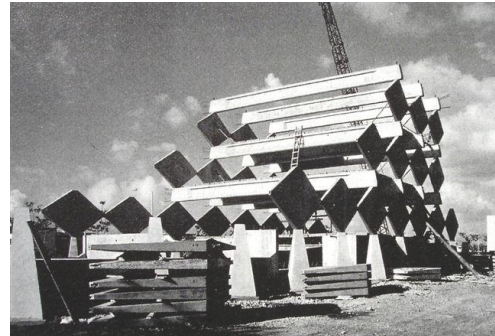
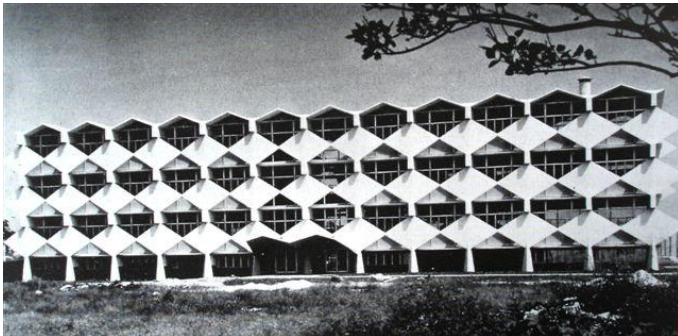
sistema GP-VI. Aqui foram incorporadas cabines sanitárias - elementos tridimensionais para banheiros e cozinhas, racionalizando o sistema. Outros sistemas de pré-fabricação produzidos em Cuba foram o IMS – Instituto de Materiais da Sérvia, um esqueleto de concreto com tecnologia Iugoslava; e o SAE – Sistema Aberto de Esqueleto, já com tecnologia cubana.



**Figura 6 – Habitação pré-fabricada em GP-IV. Cuba**

**Fonte: [www.arquiteturacuba.com](http://www.arquiteturacuba.com)**

Vale lembrar ainda a obra pioneira na pré-fabricação cubana em 1954, um período pré-revolucionário: a Universidade Villanueva (fig.7), com projeto de Manuel Gutierrez premiado pelo Instituto Americano de Arquitetos, AIA.

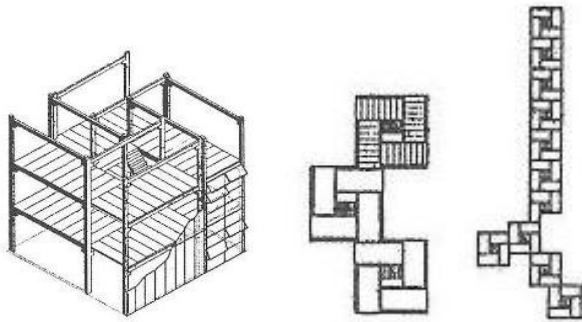


**Figura 7,7a – Universidade Villanueva. 1954. Cuba**

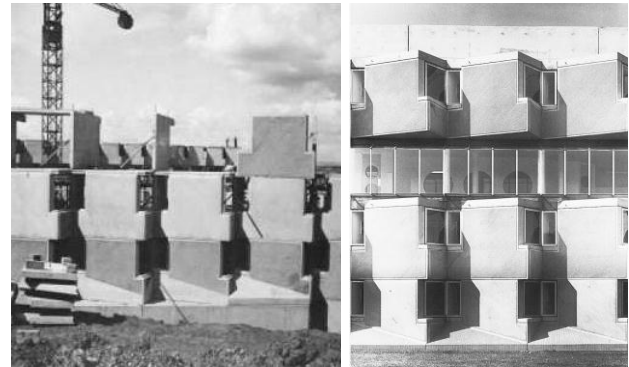
**Fonte: [www.arquiteturacuba.com](http://www.arquiteturacuba.com)**

Na Inglaterra, em 1951, James Stirling retoma a idéia da Casa Dom-ino de Le Corbusier com uma nova versão pré-fabricada para a estrutura e para as vedações (fig.8). A ideia, não realizada, aparece em seus desenhos como uma sequencia de unidades

estruturais geminadas, sem apontar para uma distribuição dos ambientes, evidenciando a busca de novas soluções construtivas para a habitação no período pós-guerra. Em 1964, Stirling consegue reunir pré-fabricação e habitação realizando o alojamento para estudantes da Universidade St. Andrews (fig.8a), na Escócia.



**Figura 8 – James Stirling. Dom-ino**  
Fonte: [www.ebah.com.br](http://www.ebah.com.br)

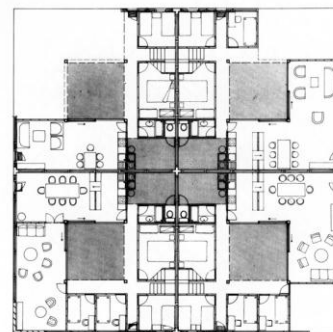


**Figura 8a – Universidade St. Andrews.**  
Fonte: PinterestEntretanto, em 1966 James

Mas Stirling irá participar ainda de uma experiência inédita na pré-fabricação habitacional, o *Proyeto Experimental de Vivienda – PREVI* (fig.9), em Lima, Peru em 1966. Idealizada pelo então presidente peruano e arquiteto Fernando Belaunde Terry, a proposta reuniu em um concurso nomes como Aldo van Eyck, Charles Correa, James Stirling, Christopher Alexander, Atelier 5, Fumihiko Maki e Candilis, Josic e Woods.

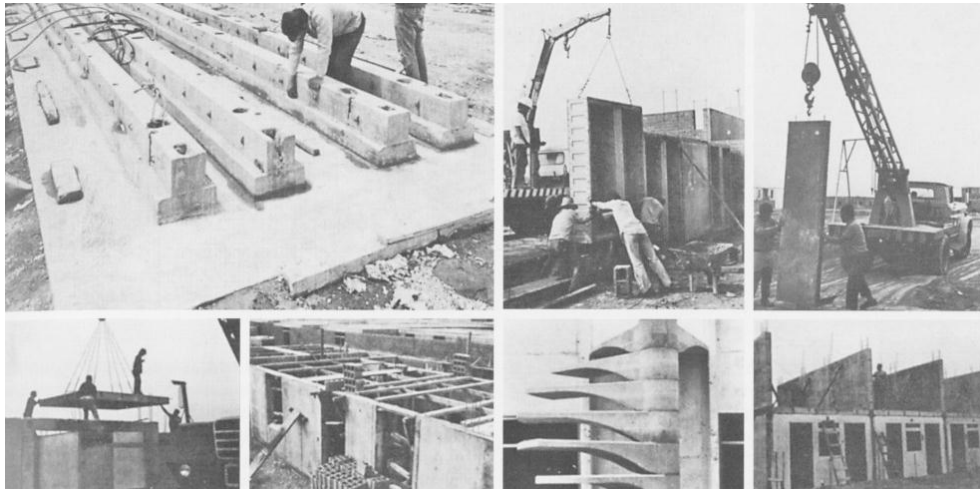


**Figura 9 – James Stirling. PREVI , Peru.**  
Foto aérea: Peter Land.



**Figura 9a – Planta 04 casas**

O PREVI buscava a construção de moradias de baixo custo e o desenvolvimento de pesquisas sobre a autoconstrução, autofabricação, racionalização, modulação, flexibilidade e crescimento progressivo. As experiências foram executadas através da pré-fabricação leve (fig.10) e de outros sistemas construtivos racionalizados.



**Figura 10 – Pré-fabricação: habitação social PREVI. Lima, Peru.**

**Imagens do livro *Time builds!* de Huidobro, Torriti e Tugas. Edit. Gustavo Gili, 2008.**

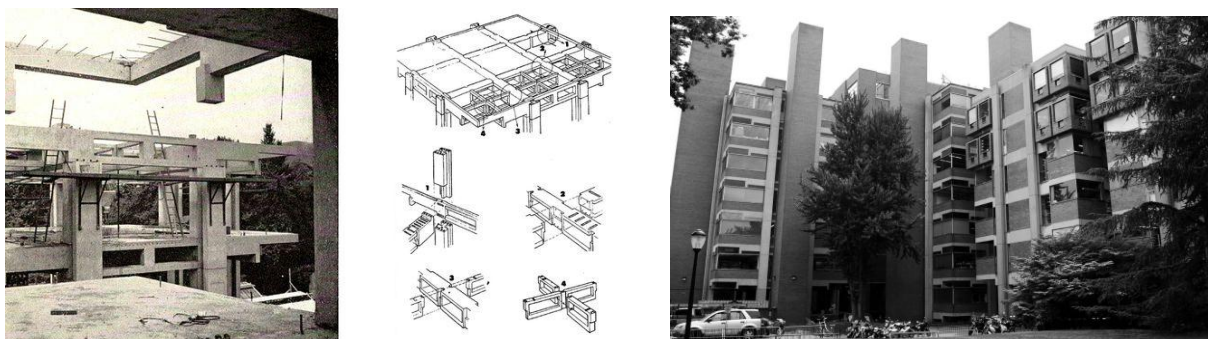
Já no Canadá, o Habitat 67 em Montreal (fig.11) é uma obra duplamente emblemática, não só por sua arquitetura, como também pela proposta com um sistema construtivo pré-fabricado voltado para as questões da habitação. Para essa exposição mundial, Moshe Safdie e a McGill University propuseram uma experiência com 354 módulos tridimensionais pré-fabricados, içados por guindastes e articulados, formando um conjunto residencial inusitado. A composição, que abriga 148 apartamentos, tornou-se admirada ao quebrar o paradigma de monotonia e repetição na pré-fabricação. Safdie consegue quebrar o rigor geométrico, “[...] a repetição do idêntico com efeito de incomodidade [...]” (MONTANER, 1997, p.179).



**Figura 11,11a,11b – Moshe Safdie. Habitat 67**

**Fonte: inhabitat.com habitat67**

Distante da temática social, nos Estados Unidos Louis Kahn projeta o *Richards Medical Research Laboratories* (fig.12) na Filadélfia, entre os anos de 1957 e 1965. Os edifícios de laboratório foram realizados com componentes de concreto pré-fabricados aos quais foram conectadas torres para circulação vertical e instalações. Norberg-Schulz (2005, p.53) ressalta nesse projeto a possibilidade de crescimento aberto e a planta livre baseado em uma idéia que chamou de estruturalista. Entretanto, apesar da pré-fabricação, Kahn opta por fechamentos em tijolo cerâmicos tradicionais evitando “[...] um mero exibicionismo estrutural [...]” (CURTIS, 2008, p.519).



**Figura 12,12a,12b – Louis Kahn. Richards Medical Research laboratories**

**Fonte: studyblue, watchathink**

Outro nome de destaque no panorama norte-americano é o arquiteto Gordon Bunshaft, vinculado historicamente ao escritório Skidmore, Owings and Merrill – SOM. Laureado

com o prêmio Pritzker em 1988, juntamente com Oscar Niemeyer, Bunshaft atuou em importantes obras pré-fabricadas. Apesar das grandes realizações, uma obra significativa é a sua própria residência em East Hampton, NY (fig.13), construída em 1961. Para Palermo (2009), destacam-se também o *American Life Insurance Co* (fig.13b), o Banco *Lambert* (fig.13d) e a sede da *J. H. Heinz* de 1965; e também o *American Can Company* (fig.13a) de 1970. Apesar da opção tecnológica, em Bunshaft a pré-fabricação é também uma linguagem: alguns de seus edifícios têm esqueleto misto em aço e concreto, como a Biblioteca *Beinecke* (fig.13c) na Universidade de Yale de 1963.

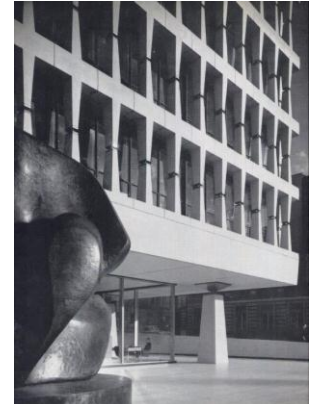


**Figura 13 – Gordon Bunshaft house, NY.**



**Figura 13a- American Can CO.**

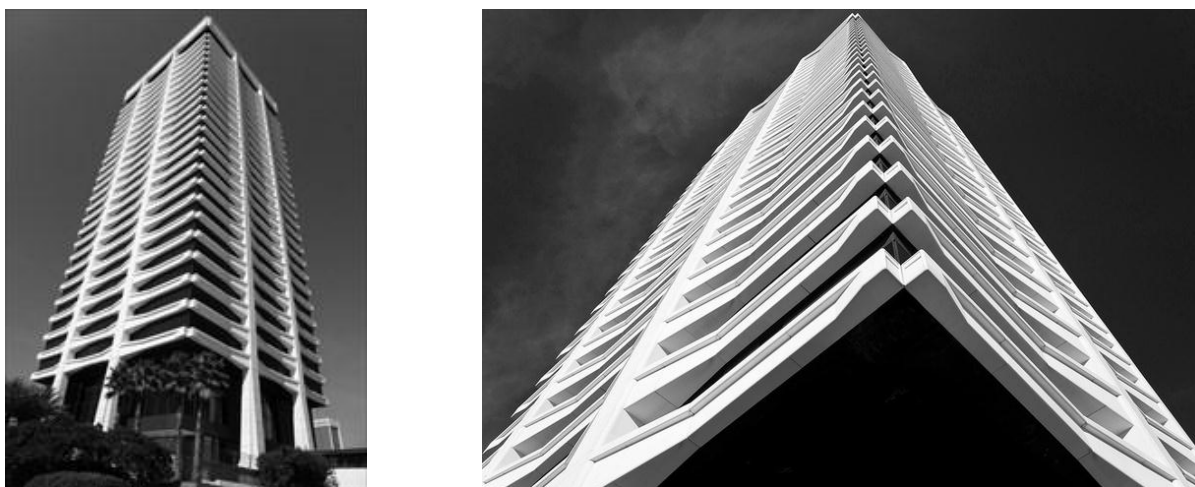
Fonte: [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br). Foto: Adam Barthos. Architextures



**Figura 13b. American Insurance. Figura 13c–Biblioteca Beinecke, Yale. Figura 13d. Banco Lambert**

Fonte: Flickr. Foto: Des Moines Register. Naquib Hossain (Beinecke). Pinterest (Lambert).

Ainda nos Estados Unidos, em 1967, o arquiteto Welton Becket e o *KBJ Architects* projetam o *Gulf Life Tower* (fig.14) em Jacksonville na Florida, um exoesqueleto pré-fabricado e protendido com 28 pavimentos, o mais alto edifício com essa tecnologia até aquele momento. Becket tornou-se conhecido também por seus trabalhos com Walt Disney. Sem dúvida, existe nestes anos 1960-70 uma espécie de desafio em explorar a pré-fabricação como produto estético, talvez pela plasticidade intrínseca permitida pelo concreto aparente, o que o diferencia da rígida normatização alcançada pelo aço.



**Figura 14, 14a – Welton Becket. Gulf Life Tower.**

**Fonte: David Cobb Craig / foto 14a: Helena Rodriguez**

Mas o conjunto de obras mais significativas da arquitetura pré-fabricada encontra-se no trabalho de Marcel Breuer, que se dedicou intensamente ao assunto. Mais conhecido pelo desenho da cadeira Wassily e pelo projeto da UNESCO em Paris, Breuer foi aluno e professor na Bauhaus, lecionou em Harvard e trabalhou associado a Mies van der Rohe e Walter Gropius. Entre suas obras pré-fabricadas destacam-se a IBM (1961) em La Gaude, França; a *State University of New York* (1964-1969); o *Saint Bernard Hall* (1967); o *US Department of Housing and Urban Development* (1968); o *Yale Engineering Building* (1969); a *Armstrong Rubber Company* (1969) em Connecticut; e em 1977 a IBM em Boca Raton (fig.15), Flórida. Entretanto, é preciso observar que em algumas dessas obras a pré-fabricação é parcial, limitada aos painéis de fachada.

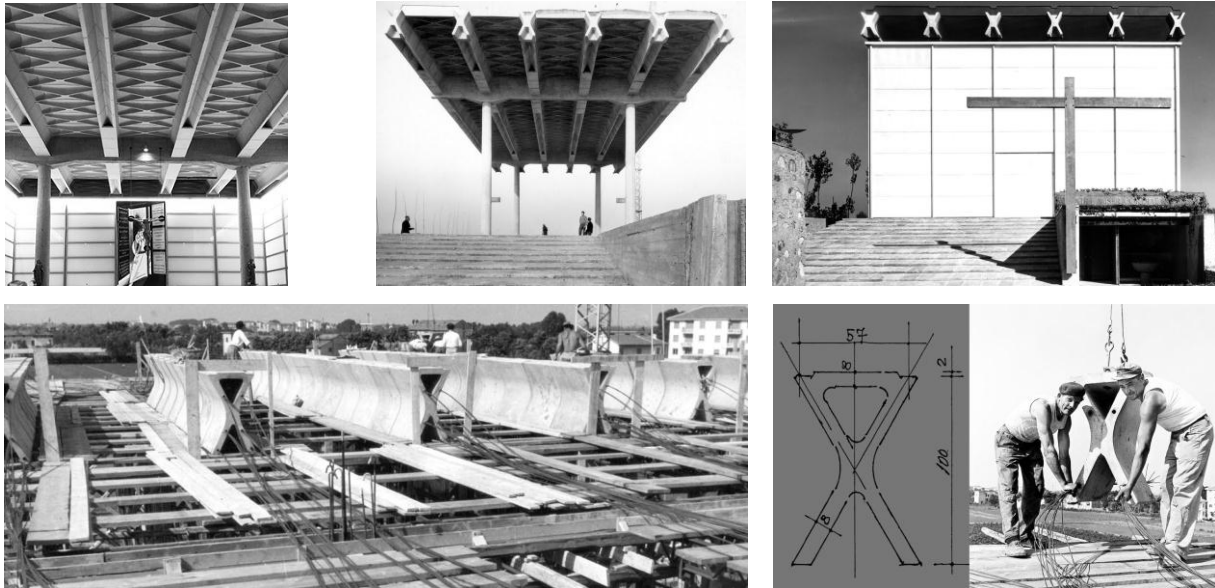
Apesar dessas limitações, se o Brutalismo é estético e não necessariamente ético como irá concluir Banham mais adiante (*apud* SANVITTO, 1994, p.8), as obras de Breuer ocupam um lugar especial na história da pré-fabricação.



**Figura 15 – Marcel Breuer. IBM**

**Fonte: Electrical Image. Chris Wright**

Na Itália, o engenheiro Aldo Favini desenvolve extensa obra com elementos pré-fabricados a partir do início dos anos de 1950, baseada em grande parte em um sistema de protensão de sua autoria. Realiza com os arquitetos Angelo Mangiarotti e Bruno Morassutti a capela de Baranzate (fig.16), em 1956. Colabora individualmente com Mangiarotti no edifício Birra Poretti (1962), com Giorgio Pugliese no Mercado Max (1969), com Morassutti no centro de treinamento da IBM em Novedrate (1973) e com Gigi Gho no projeto da Kodak (1974). Favini trabalha também em estruturas para Paolo Portoghesi e arquiteturas de sua própria autoria como os arcos parabólicos triarticulados do centro de operações Gondrand, em Pioltello (1968). Entretanto, o nome de maior destaque na engenharia italiana naquele período teria sido o calculista Pier Luigi Nervi.



**Figura 16/16e – Aldo Favini. Capela Baranzate. 1956**

**Fonte: fondazionefavini, Italia**

Nervi atuou na pré-fabricação em concreto, escreveu e teorizou sobre estruturas e desenvolveu a tecnologia da argamassa armada, assunto a ser tratado adiante. Atuou com Marcel Breuer e Bernard Zehrfuss na obra da UNESCO em Paris, foi construtor, calculista e professor da Faculdade de Arquitetura de Roma. Entre seus projetos, vale lembrar o Palácio de Esportes de Roma (fig.17) de 1956, em parceria com o arquiteto Annibale Vitellozzi. A cobertura, com cerca de setenta metros de diâmetro, recebeu 1620 placas pré-moldadas em forma de diamante.



**Figura 17,17a – Nervi. Palacio de Esportes de Roma em construção.**

**Fonte: duranvirginia.wordpress.com / humboldt's gift**

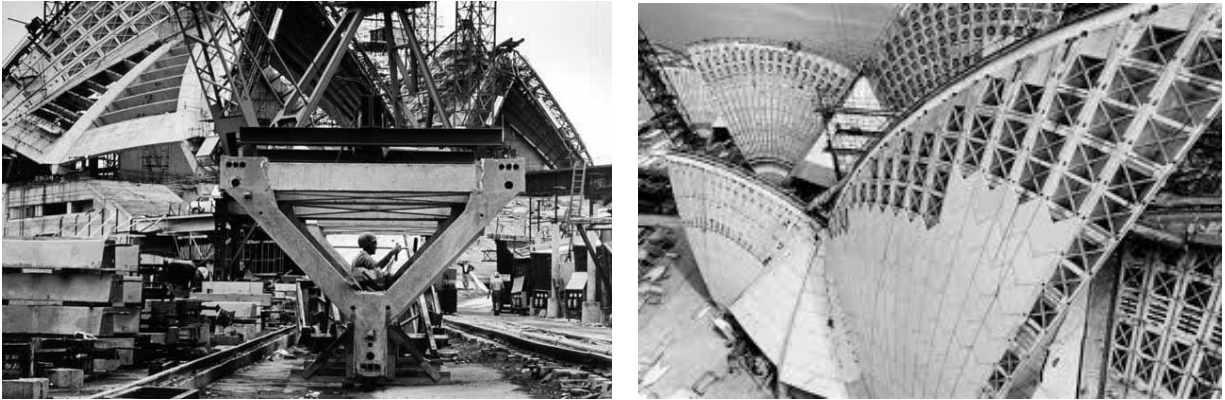
Em 1987 o também italiano Renzo Piano realiza a obra totalmente pré-fabricada do *Stadio San Nicola* (fig.18) em Bari, Itália com 60.000 lugares. Nela são utilizadas 360 longarinas em concreto pré-fabricado divididas em 26 setores formando uma planta elíptica. Embora o cálculo estrutural seja de Ove Arup, Piano resgata a ideia de uma pré-fabricação associada diretamente a arquitetura enquanto tectônica - ao mesmo tempo formal e construtiva, abordagem iniciada e desenvolvida por Pier Luigi Nervi,



**Figura 18,18a– Renzo Piano. Estadio de Bari**

**Fonte: au.pini edicao 148. Julho de 2006.**

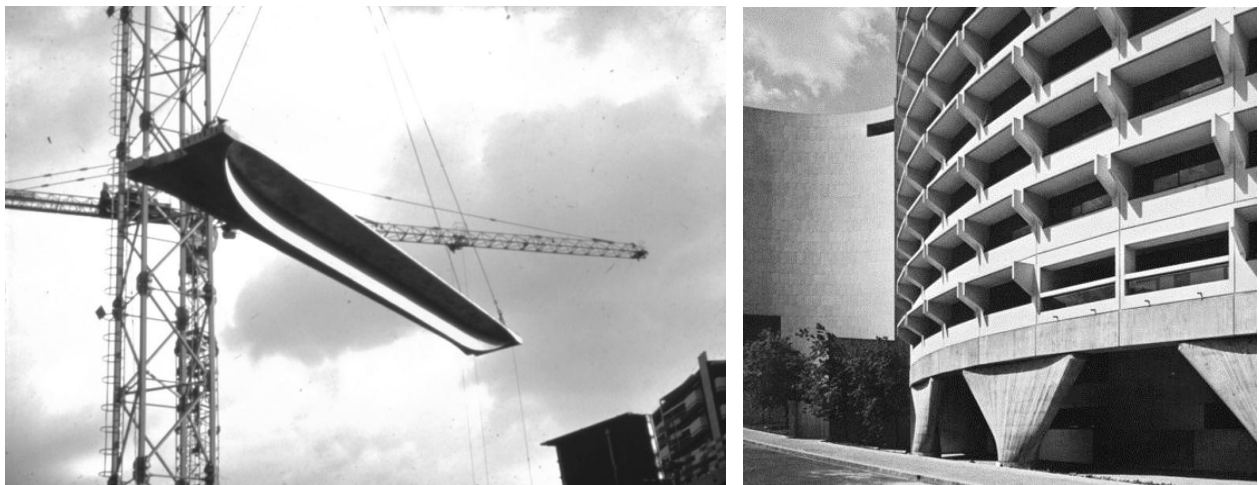
Na Austrália, surge uma das referências mais paradigmáticas da arquitetura moderna, a Ópera de Sidney (fig.19), viabilizada através da pré-fabricação. Em 1963, o desenho das conchas da cobertura proposto por Jorn Utzon foram desenvolvidas pelo engenheiro inglês Ove Arup, como um sistema estrutural de aduelas pré-fabricadas em concreto. Conectadas, essas peças formaram o conjunto de abóbadas conhecidas mundialmente, resgatando os desenhos de Utzon do papel e transformando-os em símbolo nacional da Austrália.



**Figura 19,19a – Jorn Utzon. Opera de Sidney em construção.**

**Foto: David Moore, 1965.**

Ainda na Austrália, o arquiteto Harry Seidler também percorreu o caminho da pré-fabricação. Nascido em Viena em 1923, deixou a Áustria em 1938 fugindo do nazismo em direção à Inglaterra, graduou-se na Universidade de Manitoba, no Canadá, e foi aluno de Gropius, em Harvard. Entre suas obras pré-fabricadas, destaca-se a Embaixada da Austrália de 1973 (fig.20) em Paris, onde duas elegantes edificações, com planta em leque, abrigam a chancelaria e a residência de funcionários.



**Figura 20,20a – Harry Seidler. Embaixada da Austrália, Paris.**

**Fonte: [www.curatorialproject.com](http://www.curatorialproject.com)**

Na obra de Seidler, outro exemplo de pré-fabricação é o *Edmund Barton Building* (1970) em Camberra, uma instituição federal com 50.000m<sup>2</sup> onde trabalham mais de 3.000 pessoas. Seidler também utilizou essa tecnologia em edifícios verticais, como o *Australia Square* (1967) com 50 pavimentos e o *MLC Centre* (1972) com 67 pavimentos, ambos em Sidney. Seu sucesso com a pré-fabricação deve-se também à colaboração do engenheiro italiano Pier Luigi Nervi durante mais de 15 anos.

Distante das imagens tradicionais da pré-fabricação, vale lembrar ainda a obra polêmica do arquiteto catalão Ricardo Boffil e a excêntrica fachada do Museu Perot de Thom Mayne.



**Figura 21 – Ricardo Boffil. Teatro da Catalonha**  
**Fonte: Flickrriver Foto: Julio Ferrer**

Para Montaner (1999, p.183), a arquitetura neo-clássica pré-fabricada de Boffil procurou desenvolver uma síntese entre dois mundos aparentemente inconciliáveis: o classicismo e a alta tecnologia. Banham (1966, p.376) o inseriu em capítulo dedicado ao pós-modernismo, mas caracteriza sua obra como “[...] megaclassicismo neo-social-realista construído em concreto armado pré-fabricado [...]” ou “[...] classicismo kitsch” (BANHAM, 1966, p.376). Na realidade, os adjetivos de Banham parecem ser endereçados aos conjuntos habitacionais de Boffil realizados na França. São imensos edifícios neoclássicos com grande número de pequenos apartamentos entre

gigantescas colunas as quais Boffil denominou de “Palácios para o povo”, servindo a alguns críticos como referência, ainda que curiosa, ao Realismo Soviético. Entre suas inúmeras obras, principalmente em Barcelona, destacam-se a Escola de Educação Física para as Olimpíadas de 1992, o Teatro da Catalunha (fig.21) e o Aeroporto de Barcelona, todos com filiação neoclássica.

Apesar das duras críticas, a maioria das obras de Boffil é pré-fabricada, realizando uma das promessas que o modernismo não conseguiu levar adiante – a industrialização da construção.

Já em Thom Mayne, a pré-fabricação acontece excepcionalmente na intrigante fachada do *Perot Museum of Nature and Science* de 2012 em Dallas, Texas (fig.22). Apesar da distancia entre o Museu e a proposta dessa pesquisa - a pré-fabricação estrutural - a referência justifica-se pelo resultado visual inusitado desse edifício.



**Figura 22,22a – Thom Mayne. Museu Perot, Dallas**

**fonte: architecturaldigest. Denise Bardsley**

Mayne paginou os elementos pré-fabricados da fachada induzindo o observador a perceber o edifício como um fragmento sísmico em decomposição, imprevisível e contemporâneo, em oposição ao ritmo e modulação usuais na pré-fabricação tradicional.

### 2.1.3. A Pré-fabricação no Brasil.

A pré-fabricação no Brasil, aparece pela primeira vez na obra do Hipódromo da Gávea no Rio de Janeiro em 1926, projetado pelo arquiteto francês André Raimbert. De acordo com Serra (2005), a execução coube à empresa dinamarquesa Christiani-Nielsen utilizando elementos pré-moldados nas fundações e nos cercamentos, procurando racionalizar o tempo de construção. Cerca de uma década mais tarde, surge a primeira fábrica de blocos e de painéis pré-fabricados de concreto (fig.23), também no Rio de Janeiro, com a finalidade de produzir elementos a serem utilizados na construção do conjunto habitacional do IAPI no bairro do Realengo, com projeto de Carlos Frederico Ferreira (BONDUKI *apud* MONTENEGRO FILHO, 2012, p.73).



**Figura 23 – Fabrica de Realengo em 1938**

**Fonte: José Artur D'aló Frota**

Entretanto, uma maior preocupação com a racionalização dos processos construtivos só viria a acontecer na década de 1950 em São Paulo, com a confecção da estrutura da cobertura pré-moldada de 10 galpões para o Curtume Franco-Brasileiro, realizada pela Construtora Mauá. De acordo com Serra (2005), os 35.000m<sup>2</sup> de cobertura foram executados com tesouras pré-moldadas de concreto tipo *Vierendeel*, em forma curva.

Nos anos de 1950 e 1960, o Brutalismo paulista traz à pauta a pré-fabricação através dos embates ideológicos entre Vilanova Artigas e o grupo Arquitetura Nova, de Sérgio

Ferro. O interesse de Artigas pela pré-fabricação foi influenciado, provavelmente, pelas experiências na União Soviética onde esteve em 1953, local onde a industrialização foi utilizada como forma de anunciar desenvolvimento e progresso social. Apesar de suas propostas para o Ginásio de Utinga e o conjunto Zezinho Magalhães, a arquitetura pré-fabricada poucas vezes materializou-se naquele período, como se verá a seguir.

A pré-fabricação somente tornou-se realidade nos anos de 1960 com as propostas arquitetônicas do Lelé e de Oscar Niemeyer para os edifícios da Universidade de Brasília, a UnB. O espírito de modernidade e desenvolvimento que dominava o País naquele momento levou os arquitetos a uma busca de novos métodos construtivos:

O tema da modernização da arquitetura e das cidades está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento e ao aprimoramento das técnicas construtivas por meio de dois fatores: 1) pela industrialização e a possibilidade de construção em escala, da pré-moldagem e da seriação e 2) pela consolidação de um saber técnico pelo método científico [...] (FREITAS, 2010).

A pré-fabricação no Brasil também foi apropriada por outros arquitetos, principalmente em Brasília e São Paulo, em obras públicas e privadas, embora nem sempre acompanhadas das preocupações éticas iniciais: “[...] A industrialização das construções pode ser considerada um dos pressupostos da arquitetura moderna e, em nome dessa industrialização da produção do edifício, se justificaram diferentes opções estéticas e construtivas” (FABRICIO, 2013, p.231).

Poucas foram as experiências realizadas no resto do País nesse período. Dignos de destaque são os alojamentos para estudantes da Universidade de São Paulo de 1961, projetado por Eduardo Kneese de Mello, Joel Ramalho Jr. E Sidney de Oliveira; a Refinaria Alberto Pasqualini- REFAP, 1962, em Canoas, Rio Grande do Sul, com autoria de Carlos Maximiliano Fayet, Claudio Luiz Gomes de Araújo, Moacir Moojen Marques e Miguel Alves Pereira (KIEFER *apud* RISSELADA, 2010, p. 59); e no campo teórico, os estudos de Paulo Bruna a partir dos anos de 1960 sobre a industrialização da construção, estabelecendo um vínculo importante entre a arquitetura e a pré-fabricação no Brasil.

### **2.1.3.1. Kneese de Mello, Industrialização e a Cultura Produtiva.**

A obra do arquiteto paulista Eduardo Kneese de Mello está intimamente relacionada com a pré-fabricação e as questões tecnológicas na arquitetura. Antes mesmo da construção de Brasília, ainda jovem, Kneese trouxe da Inglaterra um sistema construtivo com painéis industrializados, que deu origem a uma empresa instalada em São Paulo. Mas os problemas tecnológicos e a difícil adaptação do material ao clima do País o levaram ao encerramento dessa atividade, restando a Kneese enormes dificuldades financeiras. Entretanto, esse episódio não seria suficiente para que Kneese abandonasse a pré-fabricação.

Sempre com os olhos voltados para a industrialização da construção, Kneese desenvolveu uma experiência importante na pré-fabricação baseada na chamada “cultura produtiva, [...] apoiada em elementos construtivos existentes”. (MONTENEGRO FILHO, 2012, p.13).

Distante do debate ideológico, Eduardo Kneese de Mello ateu-se à questão construtiva, “[...] sem apelo radical ou de protesto, ou ainda de idealismo transformador da sociedade” (MONTENEGRO FILHO, 2012, p.13). Apesar do aparente distanciamento das questões ideológicas, vale lembrar que Kneese foi o sócio número um do Instituto de Arquitetos do Brasil em São Paulo, IAB-SP e seu primeiro presidente em 1943 (2012, p.53).

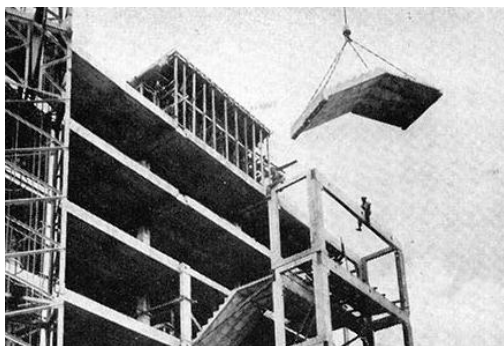
Artigas explica melhor o envolvimento constante de Kneese com os processos construtivos: “[...] nós, arquitetos, fomos inicialmente construtores – como o [Oswaldo] Bratke e o Eduardo Kneese de Mello” (ARTIGAS, 1981, p.37). Com a opção pelos sistemas pré-fabricados comerciais, disponíveis no mercado, Kneese se submete as limitações projectuais daí decorrentes, mas ao mesmo tempo amplia as possibilidades de realizações:

[...] Kneese buscava a criação a partir da exploração das tecnologias disponíveis, através de um esforço de diálogo com a cultura produtiva existente, com as possibilidades

econômicas e técnicas, com os processos industriais estabelecidos na indústria da construção civil brasileira (MONTENEGRO FILHO, 2012, p.13).

Para Montenegro Filho (2012), Kneese foi um dos poucos arquitetos brasileiros a apresentar resultados significativos na utilização da pré-fabricação. Foi também o único arquiteto das Américas a participar da Comissão de Pesquisas da União Internacional dos Arquitetos, que reuniu-se em Moscou em 1962. O interesse pela pré-fabricação foi uma constante em toda a sua obra, hipótese confirmada por algumas de suas realizações, em diferentes períodos de sua atuação profissional.

No alojamento de estudantes da USP, uma obra de 1961 - conhecido também como Conjunto Residencial para a Cidade Universitária da Universidade de São Paulo, CRUSP - Cerávolo (2007, p.53) afirma que, apesar da pré-fabricação ter sido utilizada de maneira parcial, a proposta foi pioneira no estado de São Paulo na aplicação dessa tecnologia em grande escala, associando modernismo e industrialização. Com autoria de Kneese de Mello, Sidney de Oliveira e Joel Ramalho Jr., inicialmente foi planejado um conjunto de seis edifícios de 12 pavimentos e posteriormente ampliado para doze edifícios sendo que somente os seis primeiros deveriam ser executados através da pré-fabricação.



**Figura 24 – Kneese de Mello. CRUSP**

**Fonte: Rev. Acropole n.303**



**Figura 24a – Kneese de Mello. CRUSP**

**Fonte: usplivre**

Os alojamentos (fig.24) serviriam inicialmente para receber os atletas dos jogos panamericanos que aconteceriam com certa brevidade, o que justificava a opção pela pré-fabricação. Falta de experiência, limitações técnicas e entraves burocráticos foram

os principais impecilhos apontados por Montenegro Filho (2012) para que a obra não se realizasse plenamente. Coincidentemente, apenas um ano mais tarde seriam construídos os alojamentos para professores na Universidade de Brasília - UnB, conhecidos como Colina, projetados por João Filgueiras Lima, o Lelé, também em arquitetura pré-fabricada - nesse caso, bem sucedida. Apesar dos entraves, o projeto do CRUSP recebeu a Grande Medalha de Ouro do XII Salão Paulista de Arte Moderna (REGINO, 2009, p.88).

À luz da pré-fabricação, destaca-se também o Posto do Instituto Nacional da Previdência Social- INPS em Várzea do Carmo, SP, de 1966 - uma parceria de Kneese com Sidney de Oliveira. Com 30.000m<sup>2</sup> de obra, os componentes pré-fabricados foram fornecidos pela empresa SOBRAF. A obra foi premiada pelo Instituto de Arquitetos do Brasil-IAB em 1967.

O Posto do INPS da Vila Maria Zélia representa outra experiência significativa na obra de Kneese de Mello e Sidney de Oliveira. O projeto de 1976 com mais de 18.000m<sup>2</sup> construídos apresenta soluções bastante racionalizadas e uma maior padronização dos componentes pré-fabricados. De acordo com Montenegro Filho (2012), Kneese introduz nessa obra uma peça especial de cobertura, uma viga- telha pré-fabricada em forma de *shed* como solução para os problemas de iluminação e ventilação.

Solução recorrente em edifícios industriais, o *shed* pré-fabricado de Kneese de Mello também passa fazer parte da arquitetura hospitalar do Lelé (LATORRACA, 2000, p.124). Kóncz (1962, p.11) refere-se a esse desenho - uma seção com vários *sheds* em sequência - como coberturas em *dentes de serra*, ou como prefere Paz, “uma silhueta serrilhada” (2014, p.16), também utilizada no projeto do Hospital de Veneza (1964) por Le Corbusier (Boesiger, 1985, p.164).

Vinte anos depois do CRUSP, ainda fiel à “cultura produtiva”, Kneese recorre a elementos pré-fabricados em concreto disponíveis no mercado para realizar a obra da Faculdade de Arquitetura Farias Brito da Universidade de Guarulhos- UNG, em 1981.

Pode-se dizer que esse edifício representa a síntese da arquitetura pré-fabricada de Kneese de Mello. Com três pisos elevados sobre pilotis, são utilizados os componentes viga, pilar e lajes de piso “duplo T” industrializados. A cobertura recebe “vigas gaivota” também pré-fabricadas, porém com seção ligeiramente assimétrica, “contribuindo com uma melhor ventilação e iluminação” (MONTENEGRO FILHO, 2012). O fechamento geral, pré-fabricado em fibra de vidro, segue modulação rigorosa e o seu desenho exclusivo dá origem à logomarca daquela universidade.

Com algum esforço, é possível perceber a importância dessa experiência, o edifício-escola na UNG (fig.25) e sua possível influência na adoção da pré-fabricação nos edifícios escolares da Fundação para o Desenvolvimento da Educação em São Paulo-FDE. A indústria da pré-fabricação no Brasil evoluiu significativamente nesse período com a criação de normas técnicas para o setor. Segundo Montenegro Filho (2012), também se observou a busca pela padronização dos componentes no intuito de criar um sistema aberto, permitindo a intercambialidade entre peças de diferentes indústrias.



**Figura 25 – Kneese de Mello. UnG, Guarulhos**

**Fonte: Revista Projeto, 1981, n.31**

Portanto, coube á Kneese de Mello a importante tarefa de compreender a cultura produtiva naquele período. Se por um lado, Kneese limitou-se a projetar segundo os componentes oferecidos pelo mercado, ao mesmo tempo ampliou o leque de suas realizações com relevantes contribuições para a evolução da arquitetura pré-fabricada no Brasil.

### **2.1.3.2. A Refinaria Alberto Pasqualini em Canoas, RS – REFAP.**

A REFAP surge em um momento de grande complexidade, decorrente da urbanização acelerada com novas demandas ainda pouco conhecidas, como as refinarias de petróleo. A responsabilidade pelo projeto foi entregue a um grupo de jovens arquitetos formado por Carlos Maximiliano Fayet, graduado em 1953; Moacyr Moojen Marques, em 1954; Claudio Luiz Gomes de Araújo, em 1955; e Miguel Alves Pereira, em 1957, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul — UFRGS.

Com um programa complexo, a REFAP foi distribuída em vários edifícios em uma área extensa entre Canoas e Esteio, Rio Grande do Sul. De acordo com Maglia (2007, p.234), projeto e obra foram realizados quase simultaneamente a partir de 1962. Coincidentemente, a data marca também o início da pré-fabricação na Universidade de Brasília.

[...] Araújo e Fayet desenvolveram os projetos das Garagens, Oficinas e Almoxarifados. Araújo também foi o responsável [...] pela Administração e Superintendência. Fayet projetou o edifício de Serviços Médicos e os Laboratórios. Moojen Marques desenvolveu a Casa de Força e o Refeitório e Miguel Pereira [...] o Centro de Treinamento, Oficina de Segurança e Portaria (MAGLIA, 2007, p.234).

Em cada conjunto de edifícios foram utilizados sistemas construtivos distintos, sempre subordinados a uma modulação. Os Edifícios Administrativos, com malha estrutural de 7,5m x 7,5m, mostram certa influência de Mies van der Rohe, apesar de utilizarem estrutura em concreto. Maglia (2007, p.238) identifica o Refeitório e a Portaria como “edifícios excepcionais”, também construídos *in loco*. São prismas retangulares envidraçados suspensos do solo, sendo a Portaria uma grande estrutura em balanço suportada por um único bloco central.

Austeros e distantes das pretensões visuais, os Pavilhões Industriais (fig.26) são os responsáveis pelas inovações tecnológicas. Nesse caso, Araújo e Fayet propõem estruturas pré-moldadas em concreto, um esqueleto de vigas e pilares com vedações em placas pré-moldadas encaixadas nos pilares como guilhotinas. As vigas chegavam

a 1,20m de altura e 20m de vão, ainda inéditos na arquitetura gaúcha. A cobertura em telhas Kalhetão de fibrocimento, utilizadas em grandes vãos, também era solução desconhecida na região. Maglia (2007, p.238) afirma ainda que, especificamente nas Garagens e Almoxarifados, as placas pré-moldadas foram substituídas por tijolo aparente com rasgos de piso a teto junto aos pilares, separando estrutura e vedação. O resultado retoma a estética Miesiana, “[...] sóbria e funcional, com uma estética uniforme” (MAGLIA, 2007, p.239).



**Figura 26 – REFAP em construção.**

**Fonte: Vitruvius**

Assim, linguagem, tecnologia e programa fazem da REFAP uma experiência marcante. A ideia de industrialização era então entendida como modernidade e progresso, que a arquitetura procurou traduzir em imagens e processos. A opção pela pré-fabricação e pelo aspecto Miesiano dos edifícios, portanto, não aconteceu sem razão.

Após a REFAP, os arquitetos da equipe optaram por caminhos diferentes. Miguel Pereira deixa a UFRGS em 1968, transferindo-se para a UnB, pioneira na pré-fabricação e, em 1991, passa a integrar o corpo docente da FAUUSP. Moojen Marques desenvolve carreira no setor público, ocupando diversos cargos importantes.

Em meados dos anos 1970, Fayet e Araújo associam-se a Carlos Eduardo Dias Comas e José Américo Gaudenzi no projeto da Central de Abastecimento de Porto Alegre, CEASA-RS, contando com a participação do engenheiro uruguaio Eládio Dieste, que havia desenvolvido um sistema construtivo baseado em cascas de cerâmica armada.

Apesar de não ser pré-fabricada, a cerâmica armada revela-se uma opção importante na racionalização de estruturas, abrindo caminho para novas alternativas pré-fabricadas como as experiências de Juan Villà, na Unicamp e as creches do Lelé, em Salvador, como será visto adiante.

### **2.1.3.3. Brutalismo Paulista: a Idealização da Pré-fabricação.**

Uma linha tênue separa o Brutalismo e a história do concreto armado no Brasil. A utilização do concreto aparente em estruturas convencionais ou pré-fabricadas, viadutos e outras infra-estruturas urbanas faz parte da história da cidade moderna, embora o termo Brutalismo se refira somente aos edifícios. Portanto, o Brutalismo é datado não pela aplicação do concreto bruto, aparente, mas por sua adoção ideológica na arquitetura.

Assim, a presença do concreto aparente pode ser entendida como uma pré-condição brutalista, mas não suficiente: “[...] austeridade absoluta e a recusa do todo subterfúgio traduziram-se pela apresentação sincera de todos os elementos, [...] especialmente das canalizações de todos os tipos, agora aparentes” (BRUAND, 2005, p.295). O entendimento de Buzzar não é diferente:

O caminho para representação do edifício como brutalista estaria nos objetivos da plena exposição dos elementos, como tubulações de água, condutores de fiação e dutos de rede de calefação, das lajes pré-moldadas intermediárias e da cobertura aparentes sem o ‘acabamento’ de forros que ocultassem seu desenho (BUZZAR, 2014, p.183).

Nesse sentido, vale lembrar que as primeiras obras de aparência brutalista no Brasil não são sequer citadas como tal. Notadamente, o Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro- MAM (1953) de Affonso Eduardo Reidy e o Museu de Arte de São Paulo- MASP (1961) de Lina Bo Bardi, são percebidas fora desse contexto. Apesar do uso do concreto aparente - no caso do MAM - as referências explícitas de Reidy são direcionadas ao Concretismo e ao Neoconcretismo nas artes.

- **Controvérsias Históricas.**

O Brutalismo surge no Brasil no final da década de 1950, um período de convulsões sociais pelo mundo que culminam com os protestos de 1968. Decorre principalmente do Brutalismo inglês e das experiências em diversos países com a utilização do concreto aparente na arquitetura nesse período. Reyner Banham (1966), principal teórico do *New Brutalism*, atribui aos ingleses não só a origem, mas também a incorporação de certa preocupação com o papel social da arquitetura nesse movimento. Entretanto e apesar de Banham, é no Brutalismo paulista liderado por Vilanova Artigas que a questão social se manifesta mais plenamente.

Nesse caminho, a expressão do concreto vinculada aos conceitos técnico-estruturais incorpora também os pressupostos de uma construção industrializada, com diversas manifestações nesse sentido. Assim, é possível atribuir em grande parte à Escola Brutalista Paulista a idealização de uma arquitetura pré-fabricada no Brasil. Posto isso, é preciso entender em que medida as questões ideológicas e as preocupações sociais do Brutalismo paulista - do desenho-intenção - tiveram reflexo na pré-fabricação.

De acordo com Segawa (1999, p.150), o termo Brutalismo [*New Brutalism*] foi propagado por Banham tendo como referencia o pensamento de alguns arquitetos anglo-saxônicos quanto à utilização do concreto aparente como expressão arquitetônica nos anos de 1950. Publicado em 1966, o livro de Banham *The New Brutalism: Ethic ou Aesthetic?* destaca o casal Alison e Peter Smithson como principais protagonistas desse movimento ao somar às questões estéticas, preocupações éticas e sociais advindas do pós-guerra (ZEIN, 2007). Entretanto, alguns autores questionam essa análise:

[...] Banham se pergunta se o Novo Brutalismo/ Brutalismo teria sido uma ética ou uma estética – como se uma e outra coisas fossem opostas ou ao menos de convivência incompatível, o que em absoluto é verdadeiro no campo da arquitetura. E após passar boa parte do livro tentando concluir a favor da ética é suficientemente honesto para admitir, nos últimos parágrafos, a predominância da estética, “como não podia deixar de ser”. (ZEIN, 2007, p.9).

As palavras de Banham:

O Brutalismo chegou, certamente, a ser “uma arquitetura”, um idioma, um estilo vernáculo; estética bastante universal para expressar uma variedade de modalidades arquitetônicas, inclusive perdendo algo do fervor moral que iluminou suas primeiras pretensões de ser uma ética. (BANHAM *apud* SANVITTO, 1994, p.8).

Zein (2007) discorda de Banham quanto à cronologia dos acontecimentos. Destaca como primeiro fato relevante do Brutalismo o uso do *béton brut* na Unidade de Habitação de Marselha já em 1947, por Le Corbusier. O casal Smithson e o New Brutalism vem em seguida, no período 1953-1956, porém com ressalvas ao projeto da escola de Hunstanton (fig.27) pelo seu não-Brutalismo, mas com nítida filiação visual ao Instituto de Tecnologia de Illinois de Mies Van der Rohe.



**Figura 27 – Peter Alison Smithson. Hunstanton**  
**Fonte: driversofchange. Fotografia: John Maltby**



**27a. Lajes pré-fabricadas em Hunstanton**  
**Fonte: driversofchange. Fotografia: E E Swain**

Também Bruand (2005, p.294) reconhece em Le Corbusier “um Brutalismo *avant la lettre*, pois precedeu a invenção do termo propriamente dito”, em Marselha. A obra em concreto aparente de Le Corbusier terá grande destaque no meio arquitetônico brasileiro na década de 1950, com publicações e a participação na Bienal de São Paulo em 1951. Por outro lado, é prudente observar em Frampton alguns trechos da carta de Hans Asplund de 1956, filho de Gunnar Asplund, publicada na *Architectural Review*:

Em janeiro de 1950, trabalhei ao lado de [...] Bengt Edman e Lennart Holm. [...] Estavam projetando uma casa em Uppsala. Com base [...] em seus desenhos chamei-os, com um leve sarcasmo de “neobrutalistas”. [...] No verão seguinte voltei a mencionar o termo, por brincadeira, a alguns amigos ingleses. [...] Ao visitar esses mesmos amigos em Londres no ano passado, disseram-me que haviam levado o termo de volta para a Inglaterra, que ele se difundira rapidamente e que, de modo um tanto surpreendente, fora adotado por uma certa facção de jovens arquitetos ingleses. (ASPLUND *apud* FRAMPTON, 2008, p.319).

Entretanto, Espallargas apresenta outra versão:

O termo Brutalismo é creditado ao apelido Brutus de Peter Smithson, o eleito. Dessa maneira, não há porque relacionar esse fenômeno com as grandes causas da arte, nem porque associar seu nome com a obstinada rusticidade e rudimento desses objetos [...]. (ESPALLARGAS, 2014).

E complementa:

A predileção brutalista é sempre arbitrária e regional: ora cabocla, ora bretã. Reyner Banham (1922-1988) omite, por exemplo, a obra de Marcel Breuer (1902-1981) e a de Kenzo Tange (1913-2005), utiliza um Le Corbusier desavergonhado de abandonar o purismo no projeto do Convento de Santa Maria de la Tourette, 1957-60, Evieux-sur-l'Arbresle e ainda insulta Mies ao considerá-lo brutalista e ao catalogar a moderna Escola de Hunstanton, 1950-54, Norfolk, do casal Smithson, como brutalista por causa de alguns encanamentos aparentes. (ESPALLARGAS, 2014).

- ***Ideologia e o Brutalismo paulista.***

Controvérsias à parte, se as proposições dos Smithsons ficaram limitadas ao campo da estética (ZEIN, 2007, p.9), não se pode dizer o mesmo da escola brutalista paulista: “[...] a ética aqui adquiriu uma dimensão enorme. [...] A nossa crítica à organização do trabalho é daqui, não existia fora” (FERRO, 2006, p.256-257). Ao se referir a Niemeyer e as preocupações sociais que tinham em comum, Artigas explica sua opção pela aparência rústica do concreto:

[...] enquanto ele [Niemeyer] sempre se esforçou para resolver as contradições numa síntese harmoniosa, eu as exponho claramente. [...] O papel do arquiteto não consiste numa acomodação; não se deve cobrir com uma máscara elegante as lutas existentes, é preciso revelá-las sem temor. (ARTIGAS *apud* ZEIN, 2001, p.183).

Apesar das diferenças expostas por Artigas, o caráter marcante da arquitetura paulista - a estrutura como arquitetura - tem sua origem na arquitetura carioca e na arquitetura de Niemeyer, de acordo com Segawa (1999, p.147). Esses fatores - estrutura, rusticidade e as questões sociais - associados à idealização da pré-fabricação levaram Artigas ao partido arquitetônico adotado no conjunto Zezinho Magalhães, o CECAP - Caixa Estadual de Casas para o Povo - em Guarulhos, em 1967, mas a pré-fabricação não se realizou. Com a obra executada *in loco*, segundo Fabio Penteadado, “a justificativa do BNH (Banco Nacional da Habitação) teria sido garantir o emprego de mais trabalhadores” (ARANTES, 2002, p.103).

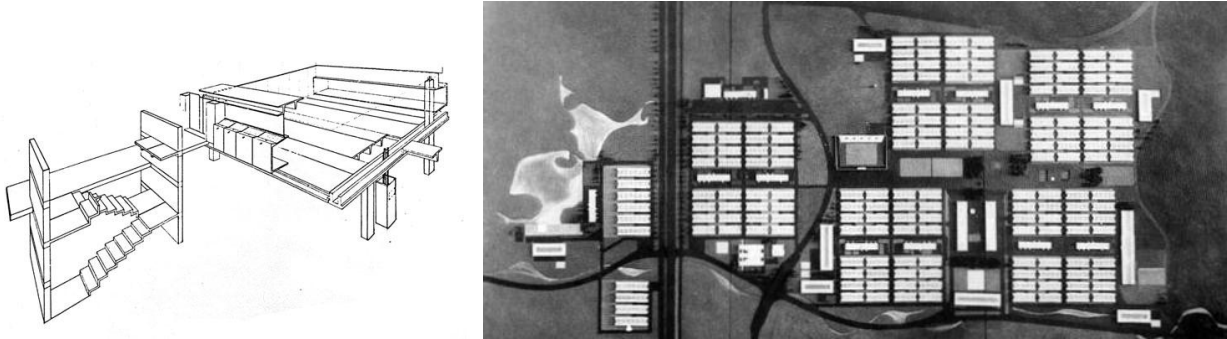


Figura 28,28a – CECAP

Fonte: [www.arquiteturabrutalista.com.br](http://www.arquiteturabrutalista.com.br) Imagem 24a: Livro Paulo Mendes da Rocha

Mas uma possível falta de sintonia entre o desenho e as questões técnico-construtivas e econômicas, nesse caso pode ter influenciado negativamente na pré-fabricação. Nesse sentido, o próprio Fabio Penteadado, então parceiro de Paulo Mendes da Rocha e de Artigas no projeto do CECAP (fig.28), em depoimento a Buzzzar faz uma afirmação surpreendente: “[...] Para mim, [a pré-fabricação] naquele momento não era importante. O que aconteceu era uma fantasia [...]. A arquitetura de pré-fabricação era [...] uma ideia” (PENTEADO *apud* BUZZAR, 2014, p.414).

Buzzzar (2014) entende que até mesmo em Artigas a industrialização e a serialização conheceram “interpretações polares” (BUZZAR, 2014, p.292). Entre as hipóteses, uma

coisa seria defender a racionalização da construção e seus aspectos sociais, mas fazer da seriação o tema de sua obra já não fazia parte dos planos de Artigas.

A delonga e incompletude [...] transformaria algumas obras dos anos seguintes, em geral de linha brutalista, em caros e belos protótipos de uma nunca atingida e sempre almejada industrialização da construção. (BASTOS e ZEIN, 2011, p.84).

Outro momento significativo do debate brutalista tem como protagonista o Grupo Arquitetura Nova. Sérgio Ferro, Rodrigo Lefèvre e Flávio Império opõem-se às posições de Artigas nos anos de 1960, durante o regime militar, “procurando soluções para a habitação popular a partir de técnicas e materiais simples”. Ferro denuncia que as construtoras não têm interesse na industrialização e na pré-moldagem, pois “o lucro se realiza na utilização de uma numerosa e pouco qualificada mão de obra, e, portanto baratíssima. [...] Daí seu caráter ‘atrasado’ ser funcional e não ‘anômalo’ e, por isso, o interesse em preservá-lo” (ARANTES, 2002, p.101- 105). As divergências com Artigas foram definidas por Ferro como “o confronto entre a busca prioritária pelo desenvolvimento das forças produtivas em arquitetura [Artigas] contra a crítica das relações de produção e exploração - Flavio Império, Rodrigo e eu” (FERRO *apud* ARANTES, 2002, p.93).

Em meio aos conflitos intelectuais, Sérgio e Rodrigo optam para a luta armada contra o governo militar, discordando de Artigas que, apoiado por Paulo Mendes da Rocha e Fabio Penteadó, aceita encargos do poder público para diversas obras como o próprio conjunto habitacional Zèzinho Magalhães, além de escolas e hospitais. Vale lembrar ainda a proposta de Paulo Mendes da Rocha, em 1967, para unidades de habitação térreas, um sistema de painéis de parede e lajes pré-fabricadas em concreto.

Mas Arantes (2002) também questiona a validade das realizações arquitetônicas do grupo de Ferro: salienta que os revestimentos foram retirados gerando certa “obscenidade”, a expressão do capital e não do trabalho, uma espetacularização da mercadoria:

[...] Poderíamos afirmar que as instalações aparentes, os azares da matéria resistente moldada pelo operário, deixando á vista os rastros do trabalho humano, também teriam seu poder de crítica reduzido. Primeiro porque na experiência paulistana o concreto aparente tornou-se regra geral, estilo, e não vontade de denúncia do trabalho oculto. Segundo porque, mesmo na experiência original venerada por Sérgio, a Unidade Habitacional de Marselha, de Le Corbusier, o concreto aparente revela um caráter épico da construção que não é a epopéia da classe operária rumo à revolução, mas a epopéia do próprio capital [...]. (ARANTES, 2002, p.125-126).

O que se observa, portanto, é que o Brutalismo paulista ocorre em um ambiente de turbulências político-sociais intensas, gerando um debate radical sobre o papel do canteiro de obras e o desenho, a ética e a estética que, em nada pode ser comparado ao movimento inglês.

Sérgio Ferro, percebendo os sucessivos fracassos dos arquitetos em alterar as bases arcaicas da indústria da construção, resolve explicar as razões do seu atraso.[...] Se o desenho foi capaz de alterar a forma de construir ao tornar-se uma mediação necessária entre o produtor e o produto na “revolução” descrita por Artigas, agora o mesmo desenho parecia impotente para realizar sua segunda revolução: conduzir a produção em direção à industrialização. (ARANTES, 2002, p.104).

Os principais protagonistas do Brutalismo paulista finalmente tomam rumos diferentes. Sérgio Ferro abandona o Brasil em 1971 e publica em 1976, na França, “O Canteiro e o Desenho” em versão definitiva. Rodrigo Lefreve opta pelo “trabalho assalariado” como arquiteto da empresa Hidroservice, realizando algumas experiências em pré-fabricação até o seu falecimento em acidente na África, em 1984. Flávio Império produz alguns trabalhos com a participação de Artigas e se dedica as artes plásticas, falecendo em 1985 (ARANTES, 2002). Vilanova Artigas mantém suas posições realizando obras históricas até sua morte em 1985, tornando-se um dos mais importantes mestres da arquitetura Brasileira.

- ***Limitações Tecnológicas.***

Algumas limitações tecnológicas foram determinantes para o surgimento do Brutalismo paulista, assim como os próprios “[...] limites impostos pelas possibilidades oferecidas pela indústria da construção civil. O concreto armado [...] era o *front* tecnológico mais avançado à disposição dos arquitetos brasileiros” (SEGAWA,1999,p.150).

[...] a industrialização da construção foi uma preocupação constante [...]. O emprego de pré-moldados e a busca da pré-fabricação conheceram ensaios no período [...] sem, todavia, ter-se alcançado resolução satisfatória [...] (SEGAWA, 1999, p.149).

Segundo Bastos e Zein (2011, p.79), as “estruturas em concreto são quase sempre realizadas *in loco*, embora frequentemente o projeto preveja a possibilidade de sua pré-fabricação [...]”. Mais adiante expõe, entre suas características simbólico-conceituais, a ênfase na construtividade e clareza da solução estrutural; cada edifício enquanto protótipo potencial, repetível; a ideia de pré-fabricação como método ideal de construção; e o caráter experimental de cada exercício arquitetônico.

- **Representação.**

Zein (2001, p.155) destaca a preferência paulista pela nudez exoesquelética da arquitetura, mas coloca em dúvida se a ênfase está na verdade estrutural ou na expressão formal, uma simples representação. Para Sanvitto (1994), dois elementos compositivos estão diretamente associados ao pensamento do Brutalismo paulista: o prisma elevado e o grande abrigo, que podem ser traduzidos como a liberação do solo e a independência da estrutura.

O recuo das paredes da fachada é um recurso também utilizado nas plantas para acentuar a ideia da estrutura independente, construída visualmente pelo “[...] acentuado contraste entre luz e sombra”. (KAMITA, 2000, P.31). Artigas utiliza esse artifício na garagem de barcos do Santa Paula late Clube (1961) e nos vestiários do São Paulo Futebol Clube (1961), onde algumas paredes em cores escuras intensificam a sombra, deixando a estrutura em evidência. Aqui, “[...] a imagem da arquitetura é uma interpretação e concretização de uma ordem idealizada.” (PALLASMAA, 2013, p.121).

Mas é no edifício da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, FAU-USP (fig.29), repositório das teses defendidas por Artigas, que se observa mais plenamente a realização do objeto idealizado: a estrutura como elemento definidor da arquitetura, o concreto aparente, o partido clássico- o objeto arquitetônico definido de fora para dentro, o todo que contém as partes.



**Figura 29– Faculdade de Arquitetura FAUUSP. Projeto de Vilanova Artigas**

**Fonte: MIQUERINUS, 2013**

Também é na FAU que Artigas aplica suas convicções éticas, com “arquitetura, pensamento pedagógico e ideologia social [...] em perfeita sintonia [...]” (KAMITA, 2000, P.35). Ali se estabelece o convívio, o espírito público, a praça como palco que privilegia as questões sociais, a discussão das questões políticas que envolvem a sociedade. De acordo com Segawa (1999, p.144), Artigas entendia que “a responsabilidade social do arquiteto se sustentava no conceito do projeto como um instrumento de emancipação política e ideológica”. Cita ainda o professor Flavio Motta, “o mais brilhante interlocutor de Artigas”:

O problema do desenho tem muito a ver com a nossa emancipação política [...]. Assim, o desenho se aproximara da noção de “projeto”, de uma espécie de lançar-se para a frente, incessantemente, movido por uma *preocupação* [...]. Desde que se considere a preocupação como resultante de dimensões históricas e sociais, ela transforma o projeto em *projeto social*. (MOTTA *apud* SEGAWA, 1999, p.144-5).

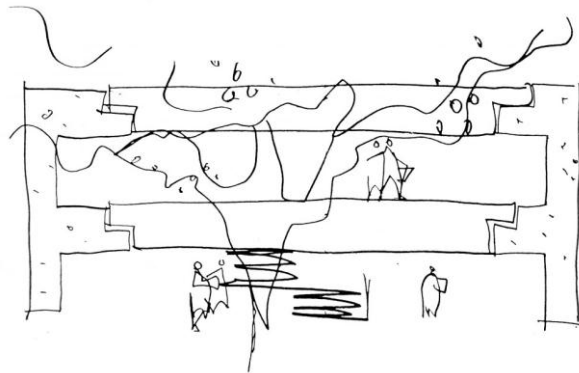
Nesse sentido, Bastos e Zein citam Carlos Millan quanto ao “desenvolvimento de uma linguagem compatível com a industrialização da construção, todo o esforço em pensar uma racionalidade construtiva” (BASTOS e ZEIN, 2011, p.115). Assim, é possível deduzir que a escola brutalista paulista e as questões éticas e estéticas resultantes desse processo estão diretamente relacionadas com a pré-fabricação e sua representação.

Se por um lado a pré-fabricação ficou limitada ao projeto e as intenções, do outro pavimentou o caminho para a sua concretização nas experiências da Universidade de Brasília, a UnB.

- ***Algumas Considerações sobre o Brutalismo.***

Os embates ideológicos entre o grupo de Sérgio Ferro e Vilanova Artigas revelaram-se fundamentais para a delimitação do Brutalismo, conformando uma identidade que por vezes é reconhecida como a própria arquitetura paulista. Mais tarde, Paulo Mendes da Rocha torna-se o principal artífice desse ideário sucedendo Artigas, gerando uma verdadeira escola.

Assim, se em Artigas surgiu o significante, foi em Paulo Mendes da Rocha que o Brutalismo efetivamente adquiriu significado. Inconfundível, não se pode negar ao Brutalismo paulista suas origens também nas questões sociais, resultado de um momento histórico de exceção e do engajamento político dos arquitetos nesse período. Estilo ou ideologia, o Brutalismo “cabloco” (FERRO *apud* ESPALLARGAS, 2014) ainda carrega essa ideia de resistência, trincheira contra as modernas formas de internacionalização da arquitetura, da globalização.



**Figura 30 – Residência Gerassi. Croquis Paulo Mendes da Rocha**

**Fonte: comover-arq**

Anos mais tarde, a pré-fabricação idealizada acontece excepcionalmente em Mendes da Rocha na residência Gerassi (fig.30), um belo exercício de virtuosidade estética e

estrutural distante das questões ideológicas - um raro encontro entre o genuíno Brutalismo paulista e a pré-fabricação.

Na década de 1980, com os programas sociais voltados para a construção de edifícios escolares em São Paulo, a pré-fabricação deixa de ser exceção para tornar-se realidade com os Centros de Educação Integrados-CEUs e as escolas da Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE (FERREIRA, 2006).

#### **2.1.3.4. *Lelé: a Pré-fabricação Realizada.***

- ***Do Brutalismo à Brasília.***

João Filgueiras Lima, Lelé, tornou-se o principal artífice no desenvolvimento da arquitetura pré-fabricada no Brasil ao sintetizar concepção, produção e construção em um único processo. Durante a construção de Brasília, Lelé percebe a necessidade de soluções técnico-construtivas mais adequadas a partir das experiências iniciais realizadas na Universidade de Brasília- UnB.

As ideias do Brutalismo paulista são perceptíveis em sua obra. Com amplo conhecimento técnico desenvolvido no canteiro de obras e na prancheta, pode-se dizer que Lelé criou um caminho único, marcado por um racionalismo puro sem concessões. Esse purismo foi perseguido continuamente associado a soluções tecnológicas refinadas, mas ajustadas à realidade do País, onde a construção civil ainda é a porta de entrada no mercado de trabalho.

Nesse sentido, Lelé realiza uma arquitetura que se pode dizer pedagógica. As preocupações sociais aproximam-no das teorias de Sérgio Ferro, em confronto com o modelo “Fordista” de organização do trabalho. Em 1962 visita a Alemanha Oriental, Tchecoslováquia e Polônia em busca das novas tecnologias aplicadas na reconstrução da Europa, no pós-guerra. De acordo com Segawa “a premissa no Brasil não era a reconstrução, mas a construção do novo [...]. Havia urgências políticas, ideológicas,

econômicas e sociais.” (SEGAWA *apud* RISSELADA, 2010, p.59). Lelé percebe então que a opção pela pré-fabricação é também uma opção social.

Sua obra se construiu publicamente, com edificações voltadas para funções e usos coletivos. A opção pela industrialização da construção, pelo pré-moldado, passa também por esta perspectiva sociológica. (RISÉRIO *apud* RISSELADA, 2010, p.39).

Nas décadas de 1950 e 1960, o Brutalismo paulista incorporou conceitos técnicos, formais e ideológicos que contribuíram significativamente para a concretização da arquitetura pré-fabricada no Brasil.

Mas a ideia da industrialização ganha corpo com a construção de Brasília, com as estruturas metálicas dos Ministérios e nas torres do Congresso Nacional. O sistema construtivo adotado é uma resposta ao prazo exíguo da obra. Segundo Matoso,

[...] o conjunto arquitetônico dos edifícios de múltiplos andares, definidor da Esplanada dos Ministérios, materializou-se a partir do considerável uso de esqueleto estrutural metálico. (MATOSO, 2013).



**Figura 31 – Estruturas metálicas na Esplanada dos Ministérios**

**Fonte: [brasiliapoetica.com.br](http://brasiliapoetica.com.br)**

É possível imaginar que esse conjunto monumental (fig.31) tenha influenciado significativamente a obra do Lelé e sua opção pela construção industrializada: são mais de 200.000m<sup>2</sup> de estruturas metálicas no meio do cerrado que surgem do nada e em pouquíssimo tempo. Nesse período, em 1959, também foi construída a Rodoviária

utilizando os primeiros elementos pré-moldados de concreto. Desde 1957, Lelé já trabalhava em obras executadas *in loco* na nova capital, enfrentando enormes dificuldades no canteiro de obras:

Durante a construção da superquadra ainda não existia nenhuma experiência sobre industrialização e o desperdício de madeira era brutal para fazer o concreto. [...] Eu me lembro que ali comecei a propor não a industrialização propriamente dita, mas alguma coisa racionalizada. (LELÉ *apud* RISSELADA, 2010, p.57).

Brasília é inaugurada em 1960. Naquele momento, todos os edifícios eram brancos, uma visão ao mesmo tempo nostálgica e moderna. São resquícios de um Le Corbusier ainda da Vila Savoie de 1929, do Ministério da Educação de 1936 e da arquitetura moderna carioca. Mas Brasília é também o resultado da ousadia formal em Niemeyer. Ainda não se vê sinal do Brutalismo no cerrado, apesar das já conhecidas realizações de Le Corbusier em Marselha e de Vilanova Artigas em São Paulo.

Em Brasília, o concreto aparente surge quase por acaso: brutalista ou inacabada, a Catedral de Brasília permanece por mais de duas décadas na versão estrutural de 1959. Com os traços de Niemeyer, pelo menos duas outras obras mostram sinais do Brutalismo no Eixo Monumental. Em 1963 é iniciado o Palácio do Itamaraty, “onde o concreto da estrutura externa foi deixado aparente [...] tomado pela sensibilidade plástica do Brutalismo”. (BASTOS e ZEIN, 2011, p.72).



**Figura 32 – Niemeyer. Palácio do Exército.**

Fonte: flickr

Em 1968, em pleno governo militar, Niemeyer concretiza a obra do Palácio do Exército (fig.32), finalmente pré-fabricada: o desenho dos componentes é semelhante ao Instituto de Teologia, com apenas dois elementos pré-fabricados. Éticas à parte, a estética brutalista passa a fazer parte da imagem da capital. Menos visíveis, os edifícios na UnB já estão em construção desde 1962. De acordo com Bastos e Zein,

[...] Em que pese a experiência específica da UnB ter sido sombreada pela repercussão dos edifícios do eixo monumental em Brasília, com a valorização [...] da invenção, originalidade e liberdade formal da arquitetura de Oscar Niemeyer, uma conceituação então própria da ideia de arquitetura pré-fabricada – ausência de acabamentos, rigor na modulação, expressão plástica decorrente dos próprios elementos construtivos [...] tornou-se dominante na arquitetura nacional nos anos seguintes. Essa conceituação, associada a uma lógica própria da pré-fabricação, [...] uma espécie de “estilo de época”, se deve também à influência do Brutalismo paulista [...] (BASTOS e ZEIN, 2011, p.94).

Cabe aqui uma observação importante. Paulo Bruna (1976, p.57) se refere à Brasília como uma oportunidade perdida, dentro da perspectiva da pré-fabricação. A afirmação se deve as centenas de edifícios de habitação de dimensões praticamente iguais em um território limitado como o Plano Piloto, construídos com enorme desperdício de materiais e um grande contingente de mão de obra despreparada.

- ***A pré-fabricação na UnB.***

Apesar de idealizada no ambiente do Brutalismo paulista, é na UnB que a arquitetura pré-fabricada se realiza plenamente. Com obras protagonizadas por Oscar Niemeyer e por Lelé, a Universidade de Brasília torna-se palco de diversas experiências nesse sentido. O uso excessivo de madeira em fôrmas de concreto, escoramentos e instalações provisórias numa cidade inteira em construção pode ter despertado nos arquitetos da UnB o interesse pela pré-fabricação, conforme depoimento de Lelé.

Outra possibilidade, sem abrir mão da primeira, é que esses pensadores, naquele momento, entendiam que a pré-fabricação seria a tecnologia mais adequada para construção de uma sociedade mais justa. Segawa entende que havia um cenário político favorável à utilização desses novos métodos construtivos, referindo-se ao então

presidente Juscelino Kubitschek como o “executivo do ideário desenvolvimentista via industrialização [...]” (*apud* RISSELADA, 2010, p. 57).



**Figura 33 – Niemeyer. ICC. Fonte: UnB**

**Figura 33a, 33b - ICC em obra. Fontes: Revista Acropole**

Nos anos de 1962 e 1963 Niemeyer projeta o Centro de Planejamento- CEPLAN e o Instituto Central de Ciências- ICC (fig.33), cabendo ao Lelé o detalhamento e viabilização da obra. “O escritório do Ceplan foi a primeira materialização de uma pré-fabricação delineada por Oscar Niemeyer. O edifício com 700m<sup>2</sup> foi construído em 45 dias [...] ” (RISSELADA, 2010, p.59). Lelé participa ativamente da obra, conforme documentário de Heinz Forthmann. Para Schlee (2014, p.42), o Ceplan ou pavilhão SG10 é o mais significativo dos edifícios de Serviços Gerais de um pavimento, construídos a partir de apenas duas peças pré-fabricadas: a placa de vedação e a viga protendida. Pelo menos 04 edifícios foram construídos com essa configuração: o próprio Ceplan, o Instituto de Artes, o Departamento de Música e o Auditório. Schlee (2014, p.38) atribui à construtora Rabelo a responsabilidade pela construção.

Em 1963 Niemeyer concebe o Instituto de Teologia - também pré-fabricado - dirigido por Frei Mateus Rocha que posteriormente também viria a ser reitor da UnB. Darcy Ribeiro, então reitor da instituição e amigo de Frei Mateus (REZENDE, 2013) entendia que Teologia e a Universidade poderiam andar juntas, o que acabou não acontecendo. Durante o governo militar, o Instituto de Teologia foi desapropriado para abrigar uma secretaria do governo do Distrito Federal. A realidade é que a arquitetura ali praticada e os acontecimentos na UnB tinham um forte vínculo ideológico: “Para Darcy Ribeiro,

esse seria um ato revolucionário, pois a teologia fora expulsa das universidades públicas desde a Revolução Francesa” (SCHLEE, 2014, p.44). A obra foi apoiada em “colunas-parede encurvadas” - pré-moldadas no local - e placas nervuradas de piso. “Nesse projeto, o arquiteto faz um emprego mais flexível dos pré-fabricados, entendendo a importância da liberdade plástica para o tema” (ALBERTO, 2009, p.83).

Não por acaso, anos mais tarde - já na década de 1980 - Lelé, Frei Mateus e Darcy Ribeiro viriam a se encontrar novamente (REZENDE, 2013), desta vez no cerrado de Abadiânia de Goiás, na construção da primeira escola pré-moldada em argamassa armada produzida no Brasil.

Ainda em 1962, Niemeyer executa um Protótipo Residencial para ser empilhado em até quatro pavimentos, executado pelo Lelé na UnB, mas a experiência não teve continuidade. Pesando 45 toneladas, não havia equipamentos com essa capacidade no local. Para Schlee, “Trata-se de uma célula habitacional pré-fabricada em concreto armado. Um paralelepípedo empilhável como um *container* [...]” (SCHLEE, 2014. p.34). Em 1963, Niemeyer projeta uma escola primária pré-fabricada, também não realizada, “que deveria ser replicada em todo o País” (ALBERTO, 2009, p.82).

Um ano antes, Niemeyer aos poucos se ausenta da UnB e Lelé toma a frente de alguns projetos, entre eles os edifícios residenciais da Colina. Foram construídos quatro edifícios em três pavimentos sobre pilotis, “[...] a primeira experiência nacional de [...] pré-moldados na construção habitacional” (CAVALCANTE, 2015, p.91). A pré-fabricação é marcada pela individualidade de cada experiência: cada conjunto de edifícios ficava restrito a uma família de peças.

Nos anos 1970, pré-fabricação no Brasil e arquitetura não eram associadas a um sistema ou, como na Europa, a uma sigla: Camus, Allbeton, SCSD, CLASP, SCOLA, etc. Lelé era das solitárias referências e permanências no campo da pré-fabricação que fazia sentido na arquitetura brasileira. (SEGAWA *apud* RISSELADA, 2010, p.60).

Também ficaram a cargo do Lelé os Galpões de Serviços Gerais em dois pavimentos - SG9, SG11 e SG12. Apesar de terem sido projetados para a pré-fabricação, o SG9 foi

executado *in loco* mantendo as mesmas características visuais. Atualmente ocupados pela Faculdade de Tecnologia, outrora tiveram como inquilinos o Instituto de Ciências Humanas, de Letras, Biociências, Física e Química. A realidade é que Lelé se absteve do programa construindo edifícios genéricos, sem uso definido, suprimindo demandas variadas. Para Bastos e Zein, essas experiências tem relação direta com o Brutalismo paulista:

[...] cabe destacar a conformidade dessas experiências de pré-fabricação de componentes e definição de espaços de uso genérico com as experiências levadas a cabo pela vanguarda paulista no período, tanto na valorização e exposição dos elementos estruturais, quanto na definição de um volume espacial contínuo e integrado [...] (BASTOS e ZEIN, 2011, p.92).

Pouco lembrado, o Centro Integrado de Ensino Médio- CIEM (1963) foi construído junto à avenida L2 Norte, com projeto de Sabino Barroso. Esse edifício-escola é composto por cinco pavilhões utilizando os mesmos componentes do Ceplan- UnB aos quais foram acrescentados painéis de elementos vazados, também pré-fabricados, ampliando a família de peças original para três componentes. Na década de 1980, a UnB assume a responsabilidade pelo edifício destinando-o ao ambulatório do Hospital Universitário.

Entretanto, durante o governo militar em 1969, a idéia da “Universidade do pré-fabricado” (SANTOS, 2012 *apud* CAVALCANTE, 215, p.304) é abandonada. Sob a direção do arquiteto Pedro Paulo Melo Saraiva, o Ceplan- UnB direciona os recursos financeiros para as infraestruturas, “[...] deixando de lado as pesquisas e experimentos em torno da pré-fabricação e das inovações tecnológicas [...]” (CAVALCANTE, 2015, P.175). Para Cavalcante, o retrocesso não acontece por acaso. Com a perda dos idealizadores, perderam-se as ideias:

Se esse período [anterior] pode ser caracterizado fundamentalmente pelo lançamento do “embrião da pré-fabricação”, a principal perda que a UnB sofreu a partir de 1964 foi o desmantelamento de uma equipe fortemente comprometida com o desenvolvimento da construção no País (CAVALCANTE, 2015, p.99).

Anos mais tarde, a pré-fabricação ressurgiu esporadicamente na UnB com alguns edifícios em argamassa armada fornecidos pelas fábricas dirigidas por Lelé na década

de 1980. Mas é retomada de fato já na virada do século com a revisão do Ceplan, na gestão do arquiteto Alberto Farias, voltando a utilizar a pré-fabricação - agora comercial em ciclo aberto, em 17 edifícios.

Lelé, afastado da UnB em 1965 pela ditadura militar, trabalha para a iniciativa privada sempre priorizando a pré-fabricação. “[...] A falta de trabalho em razão da perseguição política dá lugar a um período de grande reflexão e inovação em seus projetos, todos concebidos dentro da linguagem brutalista da arquitetura” (VILELA JUNIOR, 2013, p.2). De acordo com Segawa (*apud* RISSELADA, 2010, p.60), entre as realizações desse período destacam-se a agência de veículos Disbrave (1965), o Hospital de Taguatinga de 1968 (fig.34) e Planalto Automóveis (1972).



**Figura 34 – Hospital de Taguatinga, Brasília**

**Fonte: AchDaily . Joana França**

Em 1973, Lelé trabalha em Salvador e dedica-se às obras das secretarias do Centro Administrativo da Bahia- CAB (fig.35). Em 1974 executa os edifícios Camargo Correa e Morro Vermelho, em Brasília. Nos dois casos, o sistema estrutural é semelhante ao adotado no Hospital de Taguatinga: caixas pré-fabricadas conformam as fachadas estruturais solidarizadas com concretagem *in loco*.



**Figura 35 – Secretaria do CAB, Salvador**

**Fonte: Flickr. Thiago Mendes**

A sede da Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado-EMBRAPA, em Planaltina, DF é realizada em 1978. Nessa obra, Lelé retoma o desenho de algumas peças estruturais utilizadas na UnB. São vigas-calha com seção “v”, semelhantes as vigas de piso do ICC, UnB; e os pilares duplos dos Galpões de Serviços Gerais aqui evoluem para conjuntos viga-pilar duplos. Também se destacam visualmente os *sheds* pré-moldados em argamassa armada.

A pré-fabricação leve passa a ser uma possibilidade real com a argamassa armada, assunto a ser abordado na Análise Tecnológica. Com a redução do peso próprio das peças, com espessura de apenas 20mm e peso inferior a 100kg, Lelé implementa um processo de montagem manual, eliminando equipamentos. Esse tipo especial de concreto armado, até então praticamente desconhecido no Brasil, foi aqui experimentado inicialmente na Escola de Engenharia da Universidade de São Carlos-EESC USP.

Lelé coordena a Fábrica da Companhia de Renovação Urbana de Salvador- RENURB a partir de 1978, já com experimentações em argamassa armada. A Estação de Transbordo da Lapa pode ser considerada a obra mais significativa desse período, parcialmente pré-fabricada. Mas “em 1981 a RENURB é fechada pelo novo governo”. (MARQUES, 2012, p.32).

Em 1980, é realizada a primeira obra para a rede de Hospitais Sarah Kubitscheck utilizando alguns elementos pré-moldados recorrentes como os *sheds* em argamassa armada. Pensada e projetada para pré-fabricação (LATORRACA, 2000), essa unidade tornou-se mais viável com um sistema misto sofisticado de fôrmas metálicas e elementos pré-fabricados executados na obra, embora o princípio da racionalização tenha sido mantido no processo. O resultado formal é inusitado: uma megaestrutura com torres interligadas por vigas *Vierendeel* é executada *in loco*, solidarizando todo o conjunto. A obra torna-se marcante na paisagem de Brasília.

O vínculo do Lelé com a Escola Carioca explica em parte a confecção de componentes exclusivos e detalhes refinados, coerente com o princípio do arquiteto que projeta e executa a obra, mas que, ao mesmo tempo, revela uma atitude de desenho mais artesanal em contradição com a idéia de industrialização. O sistema fechado pressupõe um detalhamento minucioso e exclusivo para cada “família de pré-moldados” (RISSELADA, 2010, p.64). Quase nada se compra: a ideia é desenhar e fabricar. Nessa questão, a filiação à Bauhaus parece evidente com uma desejada sintonia entre o *design* e a industrialização, ou “[...] um diálogo processual entre a criação arquitetônica e as tecnologias industriais [...]” (DUARTE, 1999, p.49).

- ***Da Argamassa Armada à Estrutura Metálica.***

Ainda nos anos de 1980, já com o domínio da argamassa armada, Lelé desenvolve sistemas construtivos mais sofisticados realizando creches, infraestruturas e mobiliário urbano pré-fabricados, mas principalmente escolas, em busca da harmonia da tecnologia com as questões éticas e estéticas na arquitetura. A arquitetura voltada para os problemas sociais viria a ser uma constante na obra do Lelé. As Escolas Transitórias em argamassa armada estão entre os projetos mais significativos do Lelé - assunto a ser tratado na Análise Teórica.

Em 1996, Lelé projeta e executa um edifício para o Tribunal de Contas da União- TCU em Salvador, uma proposta tecnológica ousada onde a estrutura metálica e o concreto

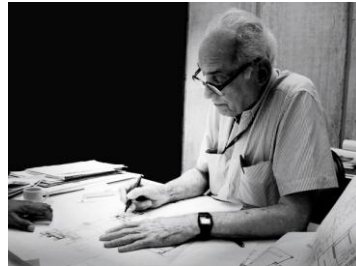
trabalham solidários com as lajes de piso pré-fabricadas em argamassa armada. Nesse período, Lelé coordena o Centro de Tecnologia da Rede Sarah- CTRS.

Se por um lado o uso do concreto armado em sua versão brutalista, explorado através do uso ostensivo de grandes peças pré-moldadas, se aperfeiçoa enquanto linguagem em obras significativas do início de carreira de Lelé (da Colina, em 1961, ao Hospital Sarah Brasília, de 1976), por outro demonstra que seu abandono gradual se deu em função do aperfeiçoamento e do advindo da argamassa armada enquanto solução para a redução do peso e das dimensões dessas peças, rumo ao que mais tarde, nos anos 1990, culminaria com a adoção do aço como material prioritário na carreira do arquiteto. (VILELA JUNIOR, 2013, p.27).

Apesar de Vilela, outros fatores influenciaram Lelé nesse caminho, até as estruturas metálicas. Destacam-se as experiências anteriores como a Associação Portuguesa em Taguatinga, DF (1984) e a Prefeitura de Salvador, Palácio Thomé de Souza – fabricada, transportada de Brasília até a capital Baiana e montada em apenas 12 dias. Na FAEC, estruturas mistas também foram utilizadas nas obras das passarelas.

Mas a adoção da estrutura metálica, sem dúvida, foi também motivada por questões práticas. Como no Palácio Thomé de Souza, com a construção de hospitais em diversas regiões do País, o transporte de estruturas metálicas mostrou-se mais viável que o de estruturas em argamassa armada, onde o peso é fator limitante. A dificuldade de manutenção no pós-obra em locais distantes também pode ter sido significativa. Até mesmo a possibilidade de evolução da pré-fabricação para um sistema mais industrializado pode ter influenciado o Lelé nessa decisão. Ainda assim, Lelé mantém-se fiel à condição de [...] “projetar e executar as obras [...]” (RISSELADA, 2010).

Convidado pelo Governo Federal, o arquiteto realiza estudos para o programa Minha casa Minha Vida através do Instituto Brasileiro de Tecnologia do Habitat - IBH. São unidades habitacionais em estrutura metálica e peças complementares em argamassa armada. Mas o governo não dá sequência no projeto e Lelé (fig.36) abandona definitivamente a proposta. Doente, veio a falecer em Salvador em maio de 2014, aos 82 anos de idade.



**Figura 36 – João Filgueiras Lima, Lelé**

**Fonte: [almasurf.com.br](http://almasurf.com.br)**

Segundo Marques (2012, p.58), Lelé esteve a frente de pelo menos 10 unidades de produção de componentes pré-moldados durante sua trajetória. Resumidamente, cabe destacar a RENURB, em 1978; Fábrica de Escola de Abadiania, GO, em 1982; a Fábrica de Escolas do Rio de Janeiro, em 1984; a Fábrica de Equipamentos Urbanos de Brasília, em 1985; a FAEC de Salvador, em 1986; a Fábrica de Equipamentos Comunitários de Ribeirão Preto, em 2002; o CTRS em Salvador, em 1991; e o IBH, em 2010.

- ***Influências.***

A arquitetura do Lelé influencia uma geração de arquitetos, mas também é fruto de outras influências. Dos tempos em que trabalhava com o arquiteto carioca Aldary Toledo no projeto do Hospital de Puericultura do Fundão, de Jorge Moreira, Lelé assimila "[...] o uso da quinta fachada com *sheds* [...]" (MARQUES, 2012, p.32), mais tarde aplicada no Hospital Sarah Kubitschek de Salvador.

Outras arquiteturas mostram afinidade com a obra do Lelé. Segundo Marques (2012, p.32), a concepção estrutural e as fachadas pré-fabricadas de Marcel Breuer estão entre as referências importantes com ressonância no Hospital de Taguatinga, DF, no edifício Camargo Correa em Brasília e no Centro Administrativo da Bahia-CAB. Se na relação arte-arquitetura é evidente a simbiose entre os edifícios de Josep Luis Sert e a arte de Juan Miró, pode-se dizer então que a obra do Lelé e os painéis de Athos Bulcão foram feitos um para o outro.

Bastos e Zein (2011, p.150) citam algumas referências para a sinuosidade das secretarias do CAB como a sede do Partido Comunista Frances, o Copan de Niemeyer e até as longas curvas multifuncionais propostas por Le Corbusier para o Rio de Janeiro. Mas, considerando-se a própria justificativa de Lelé quanto à topografia, o CAB parece estar mais próximo dos conjuntos de Pedregulho, de 1946 e Marquês de São Vicente de 1952, de Affonso Eduardo Reidy.

Também nas cascas de cobertura das creches de Salvador é possível vislumbrar ideias similares às das abóbadas de Eládio Dieste. Lelé confirma essa hipótese:

A casca é resultado de algumas análises feitas principalmente na obra de Dieste, só que Dieste fazia com tijolo. Teoricamente nossa solução é parecida. Nosso material [argamassa armada] trabalha muito bem à compressão (Lelé *apud* TRIGO, 2009, p.135).

Marques (2012, p.202) compara os pilares cruciformes do Pavilhão de Barcelona com os pilares da escola de Abadiânia. Mas enquanto o pilar de Mies van der Rohe é um elemento representativo, solto de quaisquer elementos, as reentrâncias do pilar de Abadiania – uma espécie de *negativo* do pilar de Mies – são detalhes funcionais, quase invisíveis, feitos para receber paredes e esquadrias.

As vigas *Vierendeel* invertidas nos auditórios das escolas de Lelé, no Rio de Janeiro, refazem o caminho que levou Mies à concepção do Crown Hall (1950), no IIT em Chicago. Esse recurso também foi utilizado por Lina Bo Bardi no estudo do Museu de São Vicente (1951) e no MASP Trianon (1958). Mas Lelé se supera no Centro

Comunitário de Camaçaripe na Bahia (1987), onde substitui a *Vierendeel* por um arco com desenho refinado: arco e tirante se equilibram transmitindo somente cargas verticais para as fundações.

De acordo com Guimarães (2014), os átrios do Hospital Sarah Kubitschek de Fortaleza (1991) e do Evelina Children's Hospital (2005) em Londres, de Michael Hopkins, apresentam soluções formais e funcionais semelhantes. Entretanto, a busca incansável de soluções direcionadas para as questões sociais faz de Lelé um caso especial no universo da arquitetura. Montaner destaca o trabalho de Lelé, colocando-o ao lado de nomes como Walter Gropius, Ernst May e Hannes Meyer, entendendo essa arquitetura como “[...] um trabalho científico e coletivo, sistemático, modular e transmissível, tendendo a uma industrialização radical, que traria melhorias sociais” (MONTANER, 2012, P.49).

É [...] notório o engajamento social do arquiteto [...] ao propor soluções que evidenciam a possibilidade de melhoria da qualidade de vida, através de uma arquitetura produzida em larga escala [capaz de] atender às demandas de construção de infraestrutura coletiva compatíveis com a extensão do nosso país [...] (RISSELADA, 2010, p.10).

Assim, a pré-fabricação pode ser compreendida através de dois caminhos distintos: a pré-fabricação comercial, realizada como tecnologia da construção civil com interesse no controle de qualidade, de prazos e do resultado financeiro da obra; e a pré-fabricação social-ideológica, como proposta pelo Lelé, distante do lucro, mas compromissada com a sociedade.

[...] Lelé perseguiu com muita tenacidade e até mesmo certa obseção três orientações para suas pesquisas na arquitetura: a industrialização da construção [...]; a estrutura como força expressiva da arquitetura; e, por fim, o engajamento no papel social do arquiteto, expressando sua opção ética (PEIXOTO, p.09).

Mais conhecido pelas obras da rede de hospitais Sarah Kubitschek, Lelé deixou outras referências importantes na arquitetura Brasileira, em especial na arquitetura escolar. A pré-fabricação didática do Lelé, que inclui o operário no processo do aprendizado, foi além dos sonhos de Anísio Teixeira. Também os debates entre Sérgio Ferro e Artigas

encontram respostas nos desenhos e nos canteiros de João Filgueiras Lima. Mas o legado do Lelé pode ser melhor traduzido pela importância que lhe dá Lúcio Costa:

No âmbito da nossa arquitetura onde são tantos os valores autônomos com vida própria, ele (Lelé) e Oscar se completam. Oscar Ribeiro de Almeida Niemeyer Soares, arquiteto artista: domínio da plástica, dos espaços e dos voos estruturais, sem esquecer o gesto singelo- *o criador*. João da Gama Filgueiras Lima, o arquiteto onde arte e tecnologia se encontram e se entrosam- *o construtor*. E eu, Lucio Marçal Ferreira Ribeiro de Lima e Costa- tendo um pouco de uma coisa e de outra, sinto-me bem no convívio de ambos, de modo que formamos, cada qual para o seu lado, uma boa trinca: é que sou, apesar de tudo, o vínculo como nosso passado, o lastro, - *a tradição* (COSTA, 1995, p.434).

Risério resume o Lelé em uma frase: “Lelé [...], nosso arquiteto público por excelência” (RISÉRIO *apud* RISSELADA, 2010, p.39).

#### **2.1.3.5. Algumas experiências isoladas na pré-fabricação.**

Voltando aos anos de 1960, superada a fase inicial da UnB, surgem em Brasília diversas experiências em pré-fabricação, nem sempre com a chancela social- filosófica das primeiras obras. Merece referência a Capela Episcopal (fig.37) projetada por Glauco Campello (CAMPELLO, 2013.) na Asa Sul. Nos anos de 1970, no Setor Bancário Sul o engenheiro Ernesto Walter executa um edifício com lajes concretadas no solo em panos contínuos - umas sobre as outras. Sistema conhecido como *Lift Slabs*, as lajes foram içadas por macacos hidráulicos instalados no topo dos pilares, fixando um pano em cada pavimento.



**Figura 37 – Capela Episcopal**

**Fonte: Glauco Campello**

Em 1971, Luis Aciolly propõe uma cobertura pré-fabricada para as garagens do Ministério de Educação em Brasília, executado com componentes de lajes e vigas-calha de grandes dimensões.

A Construtora Rabelo, pioneira na pré-fabricação em Brasília, executou “[...] por diletantismo ou experiência, algumas propostas de habitação [...]” (PEREIRA, 1978, P.99). A “experiência”: mais de 40 edifícios residenciais em Painéis de Parede e Laje com 03 pavimentos, um edifício residencial com 06 pavimentos (fig. 38) e um conjunto de residências no Guará, DF, todos projetados pelo arquiteto Milton Ramos entre 1968 e 1972 - todos pré-fabricados. A Rabelo ainda participa de outras obras importantes como a ponte Rio-Niterói, também pré-fabricada (MAGALHÃES, 2013).



**Figura 38 – Milton Ramos. Edifício residencial pré-fabricado. Croquis: Milton Ramos**

**Fonte: Milton Ramos. Acervo do arquiteto.**

No ambiente paulista, Paulo Bruna promove o encontro entre a teoria e a prática no projeto da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (1968), associado a Antonio S. Bergamim, Arnaldo Martino e J. G. Savoy de Castro. Vencedor de concurso nacional de arquitetura, o projeto adota a pré-fabricação utilizando um número reduzido de componentes nos 65.000m<sup>2</sup> de obra.

Outros arquitetos contribuíram com importante acervo para a história da pré-fabricação, embora excepcionalmente essa tecnologia tenha se limitado a elementos de fachada, onde painéis foram sobrepostos ou solidarizados a uma estrutura convencional. Entre os edifícios significativos que fizeram uso desse tipo de pré-fabricação destacam-se os

Anexos dos Ministérios (fig.39) em Brasília, projetados por Niemeyer. Nesse caso, as carenagens pré-fabricadas são acopladas a uma estrutura moldada *in loco*.



**Figura 39 –Anexos dos Ministérios, Brasília**

Fonte: [www.niemeyer.org.br](http://www.niemeyer.org.br)



**Figura 39a – CBPO, SP**

Fonte: Pitanga Comunicação.

Segundo Xavier (1983, p.116), no edifício-sede da construtora CBPO em 1968 (fig.39a), em São Paulo, são utilizados 960 elementos pré-moldados de 580kg tipo caixa com altura do pé-direito nas 04 fachadas. A arquitetura é de Sidonio Porto e R. N. Rocha Diniz. Também em São Paulo, o arquiteto Charles Bosworth envelope as fachadas do edifício da empresa Ericsson (1968), com 1400 painéis pré-fabricados com peso unitário de 01 tonelada (fig.40).



**Figura 40 , 40a – Charles Bosworth. Ericsson, SP**

Fonte: Revista Acropole, numero 371, p.21. 1971.

No edifício-sede do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER (fig.41), atual DNIT, Rodrigo Lefevre utilizou painéis pré-moldados de fachada como proteção solar, sobrepostos a uma estrutura em concreto convencional. Aqui a proposta estaria mais distante de uma representação - caso dos Anexos dos Ministérios - e mais próxima de uma solução técnica, um brise que dialoga com a estrutura em concreto aparente, como prefere a escola paulista.



**Figura 41 – Rodrigo Lefevre. DNER**

**Foto: Lucas Jordano**

## 2.2. ANÁLISE TECNOLÓGICA.

[...] Ou se mantém o *status quo* tecnológico [...] racionalizando as atuais operações artesanais, ou se mecaniza a produção. [...] A construção civil ainda está na fase manual e não é possível imaginar um setor mais atrasado tecnologicamente (BRUNA, 1976, p.123).

### 2.2.1. Introdução.

“Quais as vantagens que a pré-fabricação oferece sobre a construção monolítica?”, pergunta Cabrera (2001, p.18). O processo de pré-fabricação em concreto, quando comparado com outros métodos construtivos, apresenta diversas vantagens: seriação e controle de qualidade; otimização no uso dos materiais; adaptabilidade, flexibilidade e eficiência estrutural.

Segundo o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento- SNIC, o concreto é o material mais consumido no mundo depois da água e existe uma relação direta entre o consumo de cimento, a renda real e a massa salarial (SNIC, 2012). O consumo de cimento no Brasil em 2010 foi de 311 kg/ habitante, o maior da história, o que poderia significar um incremento na atividade de construir, a aplicação de novas tecnologias e conseqüentemente uma demanda por uma arquitetura mais adequada, principalmente em se tratando de obras sociais. De acordo com Bruna (1976, p.74),

Dos materiais a disposição da arquitetura moderna, o concreto armado é o único a apresentar [...] as características requeridas pela produção industrial [...] em série. [...] Admite solidarizações [...], é resistente ao fogo [...], não necessita de cuidados excessivos de manutenção, não apodrece. Das restrições, é pesado e encarece o transporte [...] e não pode sofrer modificações depois de fundido, senão a custos muito elevados.

Apesar da pré-fabricação convencional representar uma proposta desenvolvimentista nas construções dos anos de 1960, surgem também outras tecnologias alternativas em

busca de novos caminhos. Entre elas, destacam-se as abóbadas pré-moldadas de Sérgio Ferro, a argamassa armada do Lelé e a cerâmica armada de Juan Villá, aos quais Julian Salas Serrano distingue como *Arquitetos sem aplausos* por priorizarem um sistema “*ordware*” - de ordem e racionalidade - em oposição ao sistema “*hardware*” e “*software*” utilizado no primeiro mundo. A auto-construção, a pré-fabricação leve, o uso intensivo de mão de obra e a ausência de equipamentos são alternativas tecnológicas sociais, distantes da industrialização convencional.

Não faltaram tentativas no campo da habitação social, por exemplo. Se a pré-fabricação pesada não conseguiu responder aos problemas habitacionais do País, as tecnologias alternativas não deixaram de ser um passo adiante dos métodos convencionais de construção.

### **2.2.2. A Indústria da Construção.**

A expressão Indústria da Construção tem sido utilizada de modo corrente, embora seu significado seja amplo e pouco conhecido. Segundo Ulisses Ulhôa (2015) o nome Fábrica, nesse caso, refere-se a um ambiente transitório – o canteiro de obra. “A fábrica é montada, o produto (prédio, casa, etc.) é realizado e, após o final da fabricação, é esse produto que permanece no local enquanto a fábrica é desmontada” (ULHOA, 2015).

A mão-de-obra, ainda que minimamente treinada, também é excluída da “indústria” após a finalização da obra. A partir de uma nova obra, um novo canteiro é organizado, uma nova mão de obra é contratada e reinicia-se o processo de construção.

Para agravar essa situação, o canteiro de obra sofre constantes evoluções e mutações. Inicialmente só existe um tapume. Após as escavações, são montados os barracões de obra e centrais de serviço. Com o desenrolar das atividades, alguns materiais deixam de ser utilizados enquanto outros são introduzidos no processo: aço e concreto na estrutura, tijolo na alvenaria, tubulações nas instalações, vidro nas esquadrias. Também

os profissionais vão sendo substituídos de acordo com a especialidade e os equipamentos utilizados em cada etapa: carpinteiros, armadores, pedreiros, pintores, serralheiros. Entre as consequências negativas, destacam-se a baixa qualificação dos trabalhadores envolvidos, a precariedade do canteiro de obra, o desperdício de materiais e a dificuldade no controle dos processos.

Diante dessas dificuldades, a introdução de novas tecnologias como a pré-fabricação tem sido entendida como um passo positivo para minimizar os efeitos negativos do processo construtivo tradicional.

### **2.2.3. Conceituação.**

Para Sabatini (1989), Técnica Construtiva é “o conjunto de operações empregadas [...] para produzir parte de uma construção”. Já a Tecnologia Construtiva, assunto desse capítulo, pode ser entendida como “o conjunto sistematizado de conhecimentos científicos e empíricos, pertinentes a um modo específico de construir um edifício [ou parte] e empregados na criação, produção e difusão desse modo de construir” (SABATINI, 1989 *apud* MARCELLINO, 1991). Portanto, nesse capítulo a arquitetura pré-fabricada será abordada sob o olhar das tecnologias aplicadas à pré-fabricação.

[...] na maioria das vezes, as vinculações entre arquitetura e tecnologia são confundidas com o termo tecnicismo que, nada mais é, segundo o pesquisador Danilo Macedo, a ênfase do discurso técnico-construtivo como ofício de eficiência, durabilidade e inovação técnica sobre a necessidade de se construir espaços solicitados por um indivíduo ou grupo de indivíduos (GUIMARÃES, 2010, p.22).

Em algumas pesquisas, as palavras Pré-fabricação e Industrialização são empregadas com o mesmo sentido, embora não haja consenso sobre essa interpretação. Segundo Rosa (2006, p.46),

A cadeia produtiva de um edifício [...] na construção convencional termina no canteiro de obras onde a lógica de produção industrial perde sua razão, tal o desperdício de materiais, de mão de obra e de tempo. Embora um edifício convencional seja o resultado da somatória de um conjunto de componentes fabricados por indústrias, não podemos considera-lo um produto industrial.

Visto dessa maneira, ainda que todos os componentes de uma obra sejam industrializados, os conhecimentos aplicados no canteiro não são característicos de uma produção industrial. Segundo Koncz, “a industrialização é uma tarefa muito ampla que significa que o produto deve ser fabricado e armazenado, independentemente de quem vá adquiri-lo ou do local de sua utilização” (KONCZ *apud* ROSA, 2006, p.50), uma condição improvável na pré-fabricação de estruturas. El Debs (2000, p.11) confirma Koncz sobre o assunto:

A industrialização das construções, a pré-fabricação e a pré-moldagem são conceitos distintos [...]. A industrialização da construção se estende a todas as suas partes e independe dos materiais empregados. Já a pré-fabricação e a pré-moldagem correspondem a estruturas, fechamentos ou elementos acessórios em concreto (EL DEBS, 2000).

Para a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto- ABCIC, a pré-moldagem é um processo construtivo em que a obra é parcial ou integralmente moldada fora de seu local de utilização definitiva na estrutura como “forma de racionalizar a construção de estruturas de concreto”. [...] Os componentes, portanto, “precisam ser transportados e montados em sua posição definitiva” (EL DEBS, 2000, pg. 13), o que é feito normalmente com auxílio de equipamentos.

A pré-fabricação pressupõe a confecção de pré-moldados de concreto em grande escala associada à tecnologia e controle rígido de qualidade. Nesse sentido, Bruna (1976, p.19), entende a pré-fabricação como uma fase da industrialização da construção à qual devem ser incorporados os conceitos de organização e produção em série. Para a ABNT, a pré-fabricação pressupõe a confecção de “elemento pré-moldado, executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade [...]” (NBR 9062, 2001, p.02).

De acordo com a Premo, fabricante de componentes de concreto, referindo-se aos seus próprios produtos, a pré-fabricação é “um modelo de industrialização da construção que permite construir sem fôrmas, sem andaimes, sem escoras, sem perdas, sem atrasos [...]” (PREMO). Segundo Araújo (2014), entretanto, o conceito mais importante - aquele

que justifica a opção pela pré-fabricação - é a velocidade ou redução no tempo de execução da obra.

Apesar de referir-se aos sistemas pré-fabricados em geral e não só ao concreto, Costa (2013) faz uma observação interessante: “a pré-fabricação é [...] apenas um método construtivo alternativo ao tradicional. Isto é, uma obra construída com recurso de elementos pré-fabricados não tem de ser visualmente diferente, estruturalmente melhor ou pior do que outra construída pelo método tradicional.” E complementa:

A grande diferença entre ambas as técnicas [pré-fabricação e construção *in loco*] reside essencialmente no faseamento construtivo, que, no caso da construção pré-fabricada consiste basicamente nas seguintes grandes etapas: divisão da estrutura em sistemas, subsistemas e elementos de menor dimensão; fabrico dos elementos num local diferente do definitivo onde vão estar em serviço; transporte e montagem no local do empreendimento; ligação entre os vários componentes, garantindo um comportamento, estrutural e de conforto, eficaz e de acordo com a regulamentação aplicável (COSTA, 2013, p.5).

El Debs (2000) separa a construção civil em três estágios de desenvolvimento: manufatura, mecanização e industrialização. “A pré-moldagem aplicada à produção em grande escala resulta na pré-fabricação, que por sua vez é uma forma de buscar a industrialização da construção” (EL DEBS, 2000, p.11). Portanto, todo elemento de concreto pré-fabricado é também pré-moldado.

Seja pré-moldado, pré-fabricado ou componente de concreto industrializado, para Araújo (2014) esse processo que vai da confecção da peça, transporte, até a realização de ligações definitivas é chamado de Produção. Para El Debs, a relação fundamental para a viabilidade econômica desse processo é determinado pelo Índice de Pré-fabricação, ou “a relação entre o custo dos elementos pré-moldados e o custo da construção” (EL DEBS, 2000, p.14).

#### **2.2.4. O processo de produção.**

A produção de pré-moldados quando executados em fábrica, segundo El Debs (2000, p.33) pode ser dividida em três fases. As Atividades Preliminares referem-se ao preparo do material, desde o armazenamento das matérias-primas até o preparo do concreto e da armadura – corte, dobramento e montagem. Execução é a parte do processo em que, após a armadura montada na fôrma, ocorre o lançamento, adensamento e, após a cura do concreto, a desmoldagem. Atividades posteriores referem-se ao transporte interno dos elementos pré-moldados para a área de acabamento e armazenamento. No caso de pré-moldados de canteiro, portanto, “não se inclui a etapa de transporte da fábrica a obra” (EL DEBS, 2000, p.33).

Para a desmoldagem, armazenamento, transporte até o local de uso definitivo e montagem dos elementos são necessários acessórios denominados Dispositivos de Içamento (fig.42). Podem ser orifícios na peça, laços ou chapas de aço instalados antes do lançamento do concreto na fôrma. El Debs (2000, p.49) esclarece que também podem ser utilizados laços ou argolas rosqueadas posteriormente, embora sejam menos comuns.



**Figura 42 – Laços de Içamento**

**Fonte: Novomilenio. Foto: Sec Transporte do Estado de São Paulo - DERSA**

As características da fôrma (fig.43) são determinantes no processo de produção. Em fábricas, predomina a utilização de fôrmas metálicas pela durabilidade, estabilidade nas

dimensões, reutilização - até 1200 utilizações - facilidade de limpeza, estanqueidade e resistência para manuseio e transporte. É preciso também “liberar a fôrma no menor tempo possível, ou seja, procura-se reduzir o chamado ‘tempo morto’ para aumentar a produtividade do processo” (EL DEBS, 2000, p.44).



**Figura 43,43a – Barreiras New Jersey: fôrma e premoldado**

**Fontes: Aquasolis / Sheaconcrete**

Para reduzir o tempo de desforma, também é possível utilizar cimento de Alta Resistência Inicial, ARI. A opção por concretos auto-adensáveis - CAA - elimina a necessidade de vibração, reduz a mão de obra e melhora o acabamento, também favorecendo a desforma da peça. Segundo Araújo (2014), bastante conhecido pelas indústrias de pré-fabricação é o Concreto de Alto Desempenho- CAD, com resistência superior a 100 MPA. Também é possível incrementar a desforma acelerando o endurecimento do concreto com o aumento de temperatura, o que, entretanto, pode implicar em perda de água de hidratação do cimento, tornando a cura inadequada. Nesse caminho, os processos de cura por aspersão, imersão ou a vapor contribuem significativamente com a qualidade e o tempo de produção dos elementos pré-moldados.

### **2.2.5. Componentes Pré-moldados e Sistemas Estruturais de edifícios.**

Os componentes ou elementos estruturais pré-moldados mais usuais em edificações são pilares, vigas, lajes, painéis de parede, escadas, cálices de fundação, estacas de fundação e muros de arrimo. São definidos a partir de sua forma e das solicitações à que são submetidos. Para Vasconcelos (1991, p.7):

- Elementos Unidimensionais ou Barras são os pilares, vigas e estacas, entre outros.
- Elementos Bidimensionais ou Placas são as lajes, muros de arrimo e paredes estruturais.
- Elementos Tridimensionais são os blocos de fundação e sapatas.

Elementos estruturais pré-moldados estão sujeitos a situações transitórias individuais. Diferentemente das estruturas monolíticas - moldadas *in loco* - elementos pré-moldados são submetidos temporariamente a diferentes solicitações estruturais desde a desmoldagem até o seu posicionamento definitivo na estrutura.

Outro fator que as diferencia das estruturas monolíticas é que a rigidez das estruturas pré-moldadas depende das ligações entre os elementos, assunto a ser tratado adiante. Ligações de maior rigidez aproximam o comportamento da estrutura pré-moldada de uma estrutura convencional, mas tendem a diminuir as vantagens da pré-fabricação: concretagens de solidarização, armaduras complementares, fôrmas, escoramentos e outros serviços artesanais *in loco* quando necessários, tendem a dilatar o cronograma e o custo da obra.

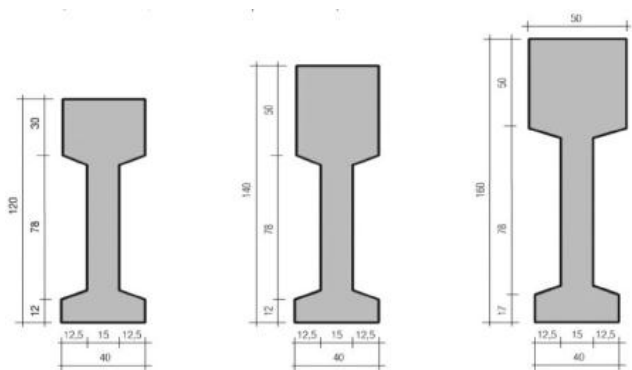
Para El Debs (2000, p.249), os elementos estruturais pré-moldados formam Sistemas, de acordo com a sua aplicação. Destacam-se os Sistemas de Esqueleto, Sistemas de Pavimentos e Sistemas de Painéis ou Paredes.

Em Van Acker (2002, p.11), os Sistemas de El Debs são chamados de Estruturas. Denomina Estruturas Aporticadas o conjunto de vigas e pilares formando pórticos que se repetem na construção de galpões e construções térreas; em Estruturas de Esqueletos reúne pilares, vigas e lajes; nas Estruturas em Painéis Estruturais estão os painéis portantes verticais e painéis de laje; e, em Estruturas para Pisos os diversos tipos de laje.

Coerentemente, Van Acker (2002) relaciona outros elementos pré-fabricados não com o nome de estruturas, mas sistemas. Sistemas para Fachadas são os painéis maciços em concreto arquitetônico para fachadas. Por último, faz referência também aos Sistemas Celulares onde estão as células tridimensionais de banheiros, conhecidas também como banheiro-pronto. São Elementos Estruturais, segundo El Debs (2000):

**PILARES** pré-fabricados - são elementos estruturais unidimensionais tipo Barra, predominantemente verticais - solicitados à compressão - com a função de receber as cargas das vigas, posicionadas sobre o topo dos pilares ou sobre consolos e transmiti-las às fundações. Na pré-fabricação, as seções transversais mais conhecidas são a quadrada, retangular, circular, 'I' e *Vierendeel*.

**VIGAS** pré-fabricadas - são peças estruturais horizontais, unidimensionais tipo Barra, solicitadas predominantemente à flexão. Usualmente, vigas pré-moldadas (fig.44) são estruturas isostáticas para a fabricação, transporte e montagem: podem ser "biapoiadas, engastada e livre, biapoiadas com balanço ou *Gerber*" (SUSSEKIND, 1979). Após a montagem podem se tornar hiperestáticas, a depender dos tipos de ligação utilizados. As seções mais usuais são as retangulares, 'I', 'T' invertido, 'L' e *Vierendeel*.



**Figura 44 – Seções de vigas**

Fonte: aljema



**Figura 44a – Pilar com consolos e vigas**

Fonte: [www.cassol.ind.br](http://www.cassol.ind.br)

De acordo com El Debs (2000, p.249), pilares e vigas pré-moldadas são Componentes de **Sistemas de Esqueleto**: são elementos lineares combinados para formar a estrutura de um edifício. Via de regra, em ligações entre pilares e vigas - rígidas ou articuladas- predominam os consolos em pilares (fig.44a) e dentes Gerber em vigas, assunto a ser tratado em Ligações entre os elementos.

LAJES pré-fabricadas - são peças estruturais bidimensionais tipo Placa, também sujeitas predominantemente à flexão. Conforme sua seção transversal, os elementos de laje mais utilizados são os painéis duplo 'T', 'U' (fig.45), lajes alveolares, nervuras pré-moldadas e elementos de pré-laje. São definidos por El Debs (2000, p.254) como Componentes de **Sistemas de Pavimentos**.



**Figura 45 – Lajes duplo T**

Fonte: [www.vtn.com.br](http://www.vtn.com.br)



**Figura 45a – Lajes alveolares**

Fonte: [www.incopre.com.br](http://www.incopre.com.br)

As lajes alveolares (fig.45a) estão entre os pavimentos mais utilizados na pré-fabricação. São executadas em concreto protendido em pistas com até 150m de comprimento. Após a concretagem, são serradas no comprimento desejado. Os alvéolos são pequenos furos de seção circular, oval ou retangular e ajudam a reduzir o peso da peça. Entre suas principais vantagens estão o processo industrial bastante desenvolvido, os grandes vãos sem escoramentos e o encaminhamento das instalações sem interferências de vigas, permitindo a redução dos pés-direitos.

Em obras com pré-moldagem parcial, também são utilizadas Pré-lajes. São elementos com as dimensões de um ambiente - um quarto, sala ou cozinha – tipo placa, porém com pequena espessura, que devem receber concretagem complementar depois de instaladas em seu local de uso definitivo. As vantagens estão na redução do peso para transporte, redução de escoramento e a rigidez semelhante as estruturas convencionais após a segunda concretagem, *in loco*. Entre as desvantagens, destaca-se o uso de equipamentos e o transporte, principalmente no caso de placas de grandes dimensões, o que pode ser facilitado com a pré-moldagem de Pré-lajes no próprio canteiro.

PAREDES portantes pré-moldadas – são elementos pré-moldados de concreto com boa aceitação em estruturas de edifícios. Quando utilizadas somente na fachada, são denominados por El Debs (2000, p.296) **Sistemas Estruturais com Paredes Portantes na Fachada**. Nesse caso, o esqueleto da fachada (vigas e pilares da fachada) é substituído por Painéis estruturais de concreto. Outra alternativa seria a utilização de Caixas tridimensionais vazadas na fachada, empregadas como fôrma e incorporadas à estrutura. Exemplos de fachadas com Caixas tridimensionais são o Hospital de Taguatinga (1968) no Distrito Federal; os edifícios de Secretarias do CAB (1973) em Salvador; e os edifícios Camargo Correa e Morro Vermelho (1974) em Brasília, todos projetados pelo Lelé.

Paredes portantes também são largamente utilizadas em **Sistemas Estruturais de Painéis de Parede e Laje**. As peças, produzidas em fábrica ou no próprio canteiro, são

posicionadas em seu local de uso definitivo e as armaduras de ligação são soldadas aos painéis adjacentes antes do grauteamento final das interfaces. Os painéis de laje recebem o mesmo procedimento, solidarizando todo o conjunto. Grandes painéis estruturais da altura do pavimento (fig.46) associados às lajes foram bastante utilizados em edifícios de habitação na antiga União Soviética e Alemanha Oriental, como o já citado *WBS70*.

Em 1964, em Vigário Geral no Rio de Janeiro, o arquiteto Ary Garcia Roza e a construtora Engefusa utilizaram um sistema construtivo com Painéis de concreto pré-moldados no canteiro da empresa francesa *Barets* construindo 252 apartamentos em 15 blocos de 04 e 06 pavimentos, com unidades entre 32 e 80m<sup>2</sup>.



**Figura 46 – Painel de pré-laje**

**Fonte:** [olmetitaly](http://olmetitaly)



**Figura 46a – Painéis de parede**

**Fonte:** [nexus.golbalquakemodel.org](http://nexus.golbalquakemodel.org)

É importante lembrar ainda que nem sempre os Painéis de Fachada atuam como elementos estruturais. Algumas vezes são simplesmente elementos de vedação, denominados por El Debs (2000, p.259) Sistemas de Paredes e que, portanto, não estão inseridos nessa pesquisa. O Museu Perot, já citado, é um exemplo da aplicação desses elementos.

El Debs (2000, p.260) também utiliza uma classificação para Sistemas de Coberturas. “Nas coberturas de edifícios [...] pode-se utilizar o concreto pré-moldado de duas formas: a) com elementos que cobrem os vãos principais da estrutura ou b) com vigamento secundário” (EL DEBS, 2000, p.260). No primeiro caso, são Elementos de

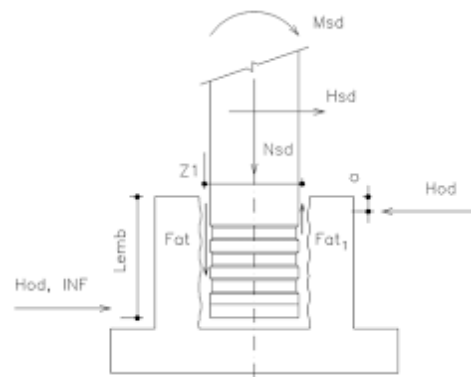
Sistemas de Pavimentos utilizados como Telhas de concreto pré-moldado. No segundo caso, são vigas com inclinação - seção de altura variável - que recebem terças de apoio para telhas comerciais; ou Vigas-calhas que coletam as águas pluviais na cobertura.

CÁLICES DE FUNDAÇÃO pré-moldados - são Elementos de Fundação compostos de colarinho e sapata (fig.47) destinados á fixação dos pilares através de concretagem de *in loco*. Rugosidades na parte interna do cálice (fig.47a) e externa do pilar aumentam o atrito entre as peças após o grauteamento, “[...] melhorando a transferência dos esforços” (EL DEBS, 2000, p.174).



**Figura 47 – Cálice de fundação**

**Fonte: [www.anipb.pt](http://www.anipb.pt)**



**Figura 47a– Rugosidade no pilar e cálice**

**Fonte: NBR 6092**

MUROS DE ARRIMO pré-moldados - bastante utilizados, destaca-se a grande utilização principalmente em subsolos, além de contenções de aterro em Terra Armada (fig.48) onde elementos pré-fabricados são associados a cabos ou fitas contidas no próprio aterro. Embora tenha maior aplicação em obras rodoviárias, essa técnica foi também bastante utilizada por Lelé em hospitais, escolas e sistemas de drenagem.



**Figura 48 – Contenção em terra armada.**

**Fonte: planservi engenharia**

ESTACAS pré-moldadas de Fundações - são peças bastante usuais, elementos de fundação complementares à estrutura e aos muros de arrimo. Podem ser moldadas em concreto armado ou protendido. Cravadas no solo através de bate-estacas, são fornecidas em segmentos de comprimento limitado em função do transporte e suas emendas - ou ligações - são quase sempre soldadas. Comercialmente, são ofertadas no mercado com seção circular, quadrada ou octogonal.

ESCADAS pré-moldadas - são estruturas complementares aos edifícios de múltiplos pavimentos. Segundo El Debs (2000, p.264), podem ser elementos tipo placa, já com os degraus em uma única peça; com degraus independentes fixados nas estruturas laterais; ou com os degraus apoiados em vigas tipo jacaré.

UNIDADES CELULARES - embora nem sempre façam parte da estrutura, as unidades celulares de concreto são aqui citadas pela sua importância no mercado. São elementos Tridimensionais Auto-portantes destinados a um ambiente completo como o banheiro, cozinha ou garagem. Segundo Araújo (2014), são montados em fábrica com todos os acabamentos e instalações e transportados até o seu local de uso definitivo no edifício. Os “banheiros prontos” (SERRA, 2005) têm sido utilizados na construção de hotéis, apesar das limitações quanto ao peso e as dimensões para o transporte. Exemplos já citados são o Habitat 67 de Montreal de Moshe Safdie e o Protótipo Residencial da UnB (1962) de Niemeyer.



**Figura 49, 49a – Hotel Palacio del Rio, San Antonio TX.**

**Fonte: [www.zachryconstructioncorp.com](http://www.zachryconstructioncorp.com)**

Em 1967 em San Antonio, Texas foi construído o Hotel Palacio del Rio (fig.49) com 21 pavimentos dos quais 16 foram pré-fabricados com unidades celulares em concreto. Cada caixa correspondia a um apartamento com dimensões máximas de 3,60x9,80m que eram içadas do solo já acabadas e mobiliadas. Segundo a Revista Dirigente Construtor (*apud* UFMG), cada unidade correspondia a uma carga de 35 toneladas.

### **2.2.6. Classificações.**

Diversas são as classificações envolvendo a pré-fabricação, algumas utilizadas para caracterizar os “tipos de concreto pré-moldado” (EL DEBS, 2000, p.14). A princípio, El Debs utiliza classificações quanto ao peso dos componentes, quanto à aparência, quanto ao local de produção e quanto ao local de concretagem da seção resistente. Entretanto, outras classificações tem sido utilizadas envolvendo os processos de pré-fabricação. Referem-se ao processo de execução, à função estrutural, ao desempenho da armadura, ao local de utilização e a outras características.

Especificamente na engenharia civil, El Debs (2000, p.5) classifica os pré-moldados **quanto à sua utilização**. Os componentes podem ser destinados às edificações; à construção pesada como pontes, túneis, portos e usinas hidrelétricas; e a outras obras civis como canais, galerias ou bueiros celulares, muros de arrimo, reservatórios de água, arquibancadas, silos e passarelas, entre outros.

**Quanto ao peso**, os componentes podem ser leves, médios ou pesados. El Debs (2000, p.15) entende que essa classificação é subjetiva, embora significativa na definição dos equipamentos de montagem e transporte. Leves seriam aqueles componentes com peso até 30kgf, menos dependentes de equipamentos de montagem ou até com montagem manual como vigotas pré-moldadas de lajes comerciais. Também leves podem ser considerados os pré-moldados em argamassa armada: apesar de frequentemente ultrapassarem o limite de 30kgf por peça, obedecem à lógica do transporte manual ou com equipamentos simples. Elementos de peso médio estariam entre 30kgf e 500kgf de peso e os elementos pesados acima de 500kgf - nesse caso, necessariamente sujeitos à utilização de equipamentos.

**Quanto à aparência**, o pré-moldado pode ser normal ou arquitetônico. “Normal seria aquele pré-moldado em que não há preocupação alguma em relação à aparência do elemento” (EL DEBS, 2000, p.15). Em grande parte das situações, o pré-moldado normal corresponde a um elemento estrutural. Pré-moldado arquitetônico, por sua vez, refere-se a um elemento cuja diferenciação por “forma, cor ou textura contribui na forma arquitetônica” (EL DEBS, 2000, p.15). São frequentemente empregados em fachadas, com função estrutural ou não. Normal ou arquitetônico, quando adquirem função estrutural podem ser considerados Sistemas Estruturais de Paredes Portantes conforme El Debs (2000, p.296), já descrito em Componentes Estruturais.

**Quanto ao local de produção**, os componentes podem ser pré-moldados de fábrica, pré-moldados de usina em canteiro -normalmente em usinas hidrelétricas- ou pré-moldados de canteiro. Pré-moldados de Fábrica podem ser traduzidos como pré-fabricados, conforme a definição da ABNT, já citada. O pré-moldado de Canteiro seria aquele executado no entorno imediato da obra, deslocando-se as fôrmas para o canteiro, o que implica na necessidade de espaço para estoque de material de fabricação; local para concretagem; local para estocagem dos componentes, já desmoldados.

Apesar do menor controle tecnológico, por se tratarem quase sempre de instalações provisórias, a opção pelo pré-moldado de Canteiro tem como fatores positivos a eliminação do transporte - e conseqüentemente a maior liberdade nas dimensões das peças - e a eliminação de impostos referentes à circulação de mercadorias e à produção industrial.

Em outra classificação, El Debs (2000) diferencia os pré-moldados **quanto ao local de concretagem da seção resistente**. Denomina pré-moldado de seção completa “aquele executado de forma que sua seção resistente é formada fora do local de utilização definitivo” (EL DEBS, 2000, p.15). Já o pré-moldado de *seção parcial* seria o componente que é retirado da fôrma parcialmente concretado, usualmente deixando parte da ferragem exposta a ser preenchida com concreto moldado no local de uso definitivo.

Apesar da redução no peso da peça para transporte até o seu local definitivo, o principal objetivo no uso de componentes de seção parcial está na facilidade de realização das ligações, com maior rigidez da estrutura. El Debs (2000, p.195) salienta também o fato dos elementos de seção parcial serem mais leves, favorecendo o transporte. Observa-se, porém, a necessidade de serviços complementares nas armaduras e solidarização *in loco*. A essa posterior integralização de peças de seção Parcial através de concretagem *in loco*, El Debs (2000) chama de Elementos Compostos, onde o comportamento final da estrutura justifica a denominação de Estruturas Monolíticas de elementos pré-moldados. Caso típico hoje, algumas pontes levam essa ideia ao extremo com pré-lajes, pré-vigas e pré-pilares.



**Figura 50 – Vigas isostáticas biapoiadas. Escola de Abadiania-GO.**

**Fonte: Cristina Trigo (arquivo pessoal – Lelé)**

É possível também diferenciar as vigas e lajes **quanto aos esforços**: seriam *isostáticas* (fig 50) - rotuladas ou semirrígidas - quando simplesmente transportadas e montadas; ou engastadas: isostáticas até a montagem e hiperestáticas após a concretagem de solidarização, reduzindo o peso das peças para transporte. Essa solidarização usualmente implica na utilização de pré-moldados de seção Parcial.

Os Elementos Compostos são classificados **quanto à seção transversal**. Se dividem em três grupos. El Debs associa à Seção composta por elementos de concreto pré-moldado com superfície de interface plana e larga às superfícies de piso onde se distribui o concreto moldado in loco uniformemente sobre a superfície pré-moldada, “formando uma capa de espessura praticamente constante” (EL DEBS, 2000, p.200). Os painéis maciços, TT e alveolares são característicos desse grupo.

Seções compostas por nervuras pré-moldadas e blocos de enchimento são lajes pré-moldadas comerciais onde blocos em concreto, cerâmicos ou em poliestireno expandido preenchem o espaço entre as nervuras pré-moldadas (vigotas em concreto armado, treliçadas ou protendidas). Via de regra, são classificados como pré-moldados leves, assunto a ser abordado adiante em cerâmica armada. Segundo Araújo (2014),

As vigotas pré-moldadas podem desempenhar sua função estrutural de diferentes maneiras:

- considerando o estágio de montagem, elas podem ser auto-portantes ou podem ser temporariamente apoiadas por escoramentos;
- considerando o estágio final de apoio, elas podem ser auto-portantes ou semi-portantes[...].

Os blocos de preenchimento também podem ser utilizados de diferentes formas:

- blocos não resistentes, sem função estrutural no sistema de apoio final [...];
- blocos semi resistentes, os quais transmitem as sobrecargas para as vigotas na direção transversal [...];
- blocos resistentes, os quais atuam em conjunto com o concreto moldado no local [...].

Por último, El Debs apresenta as Seções compostas por elementos pré-moldados tipo viga onde “a superfície de contato entre os elementos pré-moldados e o concreto moldado no local se restringe ao topo dos [...] pré-moldados ou o topo e os lados” (EL DEBS, 2000, p.201).



Figura 51 – Fôrma com cabos de protensão

Fonte: csempreiteira.com.br



Figura 51a – Protensão após desfôrma

Fonte: prepon.com.br

**Quanto ao desempenho da armadura**, o pré-moldado pode ser em concreto armado, concreto protendido (fig.51) ou em argamassa armada. “O concreto armado é a associação do concreto com armadura passiva de aço” (EL DEBS, 2000, p.15). O concreto protendido, por sua vez, associa o concreto com armadura ativa, podendo ser pré-tracionado ou pós-tracionado. Pós-tracionado é a denominação que se dá ao concreto protendido quando o tensionamento da armadura é realizado após a concretagem, enquanto pré-tracionado é quando esse processo é anterior à confecção da peça, como ocorre na confecção de lajes alveolares.

No protendido por pré-tração, só depois que o aço é tracionado, o concreto é lançado na fôrma envolvendo a cordoalha. A força da protensão é transferida para o concreto após ser atingida a resistência característica para a liberação da protensão, por meio de corte das armaduras ativas, forma de protensão mais utilizada na indústria (Doniak e Gutstein, 2011). Já no protendido por pós-tração, os cabos são tracionados depois que o concreto é lançado e adquire resistência mínima, podendo ser *aderente*, quando as armaduras ativas são colocadas em bainhas e preenchidas com injeção de calda de cimento após protensão; ou *não-aderente*, onde as armaduras estão ligadas ao concreto apenas pontualmente para ancoragem (ROVARIS, 2013, p.36).

Em se tratando de pré-fabricação – portanto, um processo industrial sujeito a controles rigorosos - pode-se classificar o processo **quanto à integração dos componentes de fabricas diversas** como sendo uma pré-fabricação de Ciclo Aberto ou de Ciclo Fechado. No Ciclo Fechado só é possível utilizar componentes da mesma indústria:

“[...] consiste em pré-fabricar elementos em função do próprio consumo, nas próprias obras” (BRUNA, 1976, p.60). No Ciclo Aberto entende-se que componentes de indústrias diferentes são compatíveis entre si. Para Bruna (1976, p.60), o ciclo aberto pressupõe

A industrialização de componentes destinados ao mercado e não exclusivamente às necessidades de uma só empresa [...]. É também conhecida como Industrialização de Catálogo, pois obriga o fabricante a estabelecer um catálogo, e possivelmente um estoque [...].

Em um Sistema Aberto, é preciso que as peças sejam intercambiáveis entre si; substituíveis por outras de fábricas diversas; combináveis e “permutáveis por uma peça maior ou por um número de peças menores” (BRUNA, 1976, p.63). Entretanto, essas inúmeras possibilidades que os sistemas abertos permitem, exigem igualmente um esforço de padronização para que essa intercambialidade se torne viável, entre outros aspectos. “É preciso haver um acordo dimensional e qualitativo sobre o que vai ser produzido [...]” (BRUNA, 1976, p.63). A esse esforço de padronização dos elementos industrializados de uma construção convencionou-se chamar de Coordenação Modular.

### **2.2.7. Coordenação Modular.**

A coordenação modular é um instrumento auxiliar da produção em massa, em contraste com a produção artesanal. No artesanato, o incremento de produção implica no incremento proporcional de mão de obra, sem melhorias de controle de qualidade, transformando o objeto produzido em protótipo, com custo elevado. A Coordenação Modular é essencial para que as técnicas construtivas e a logística da obra alcancem eficiência e produtividade. De acordo com Bruna (1976, p.63), o termo módulo vem do latim *modulus* – pequena medida.

A primeira Norma Brasileira sobre coordenação modular vem da década de 1950, denominada NB-25 - Modulação das Construções, reformulada em 1969. A partir de 2008, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI fomentou a discussão sobre a coordenação modular, resultando em um relatório sobre os impactos de sua

implantação no País. Segundo o documento, “a coordenação modular é um instrumento de compatibilização de medidas na construção, difundido a partir da década de 1940 [...]” (ABDI, 2008, p.11). Algumas definições do relatório são esclarecedoras:

Elemento Construtivo: parte da edificação com funções específicas, constituída por um conjunto de componentes e/ou materiais de construção. Exemplos: parede, janela, escada.

Componente Construtivo: produto destinado à edificação e formado como uma unidade distinta, de geometria definida e de medidas especificadas nas três dimensões. Exemplos: bloco cerâmico, telha, painel.

Material de Construção: produto destinado à edificação e que não é formado por uma unidade distinta, não tem geometria definida ou não tem medidas especificadas nas três dimensões. Exemplos: areia, brita, cal, cimento, chapa, bambu, pedra de mão, aditivo, tinta, argamassa.

Coordenação Dimensional: inter-relação de medidas de Elementos e Componentes construtivos e das edificações que os incorporam, usada para seu projeto, sua fabricação e sua montagem.

Coordenação Modular: coordenação dimensional mediante o emprego do módulo básico ou de um multimódulo [...] (ABDI, 2008, p.11).

Em 1977 surge a NBR-5706 onde a coordenação modular é definida como “a técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares por meio de um retículo espacial de referência”.

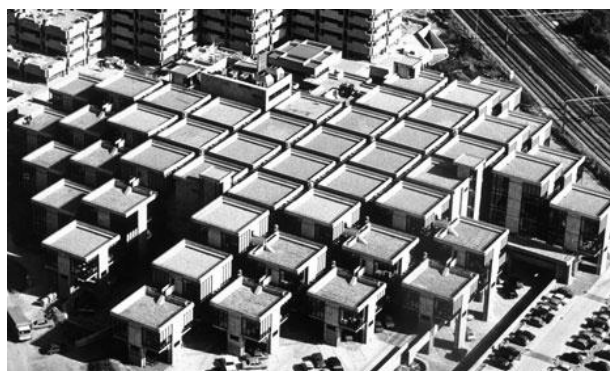
O Palácio de Cristal de Paxton, construído em estrutura metálica e vidro, é considerado o primeiro edifício pré-fabricado realizado dentro dos conceitos de coordenação modular. O módulo básico foi reproduzido 230 vezes: “Toda a construção está baseada num retículo modular de 08 pés (2,40m) [...]” (BRUNA, 1976, p.42). Inerente à vontade de Paxton, a industrialização desse edifício também introduziu novos conceitos até então incomuns, como produtividade e redução de desperdício.

Construtivamente o Palácio de Cristal representa uma síntese de componentes estudados separadamente e coordenados entre si por uma rede modular, [...] antecipando em cem anos a problemática que os arquitetos e engenheiros de pós-guerra na Europa deveriam enfrentar com a industrialização da construção (BRUNA, 1976, p.42).

Em 1802, J. N. L. Durand na Ecole Polytechnique de Paris converte a teoria em metodologia e a arquitetura é reduzida a elementos que podem ser articulados sobre

uma reticula. Outros arquitetos em diferentes momentos também adotaram a malha reticulada ou a construção através de módulos. Le Corbusier desenvolveu uma arquitetura baseada em um fator multiplicador igual a 1,618 unidades ao qual chamou de *modulor*. Seus estudos na década de 1940 foram baseados na altura de um homem imaginário, o Homem Modulor com 1,75m de altura, mais tarde ajustado para 1,83m. O sistema foi bastante divulgado e utilizado por Le Corbusier em outros edifícios, mas mostrou-se limitado e bastante empírico. Também Mies van der Rohe faz uso de uma retícula, já presente no desenho do pavilhão de Barcelona em 1929.

No campo teórico, em 1961 o holandês Nicholaas John Habraken propôs inovações ao associar o rigor modular à individualidade do usuário na construção de habitações coletivas, conhecida como Teoria dos Suportes. O também holandês Herman Hertzberger imprime os conceitos de Habraken em seus edifícios, com destaque para a Central Beheer (fig.52), o Lar para Idosos De Drie Hoven e o Centro Musical Vredenburg. Completando o Grupo Estruturalista Holandês (Montaner, 1999, p.54), Aldo van Eyck projeta o orfanato de Amsterdan (1960) também utilizando uma malha geométrica. Cabe citar ainda George Candilis, Alexis Josic e Shadrach Woods e o edifício da *Freie Universitat* de Berlin (1963-1979) onde uma malha reticulada cria diretrizes para as construções utilizando painéis pré-fabricados (MONTANER, 2008, p.97).



**Figura 52 – Hertzberger. Central Beheer.**

Fonte: Pinterest. [archiveofaffinities.tumblr.com](https://archiveofaffinities.tumblr.com)

No Brasil, entre escolas pré-fabricadas, hospitais e outros edifícios públicos, Lelé adotou malhas reticuladas entre 1,10m e 1,25m ajustando-as com dificuldade aos componentes comerciais, levando-o ao desabafo: “Nada interage com nada na construção civil no Brasil... zero!” (LELÉ *apud* MARQUES, 2012, p.106). Na prefeitura de Salvador, por exemplo, adotou o módulo de 1,15m em função de painéis comerciais de 2,30m. Já nas escolas pré-fabricadas no estado da Bahia mudou para 1,25m ou o submódulo de 62,5cm.

A partir de 1969 foram realizadas experiências importantes no *campus* da Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG quando as ampliações foram sistematizadas através de uma retícula conhecida como Sistema Básico da UFMG: “[...] uma malha contínua coordenada modularmente com o objetivo de permitir crescimento futuro no plano horizontal e vertical” (MACIEL, 2011, p.05). Segundo Cavalcante (2015, p.146) os arquitetos Alípio Pires Castelo Branco, João Abílio Belo Pereira, Maria Lúcia Malard e Sebastião de Oliveira Lopes foram os responsáveis pelo projeto com diversos edifícios realizados.

Também 1969, o BNH contratou o Centro Brasileiro da Construção- CBC para a execução de um plano de Coordenação Modular de autoria de Teodoro Rosso e João Honório de Mello [vide CONESP e FDE] como um “[...] primeiro passo em direção à industrialização da construção habitacional” (KOURY, 2007, p.222).

Numa nova tentativa de organizar os conhecimentos sobre a coordenação modular, a NBR 15873 de 2010 substituiu a norma anterior de 1977. A nova norma estabeleceu como objetivo

[...] promover a compatibilidade dimensional entre Elementos Construtivos (definidos nos projetos das edificações) e Componentes Construtivos (definidos pelos respectivos fabricantes), permitindo racionalizar os processos. [...] A Coordenação Modular é considerada atualmente um dos pilares para se industrializar a construção, processo que transforma a tarefa de construir em uma atividade de montagem (SOUTTO MAYOR, 2012, p.05-06).

Outros autores também se manifestaram sobre o assunto. “O objetivo da coordenação modular é criar uma ordem dimensional para a padronização [...]” (EL DEBS, 2000, p.69). El Debs afirma ainda que, em se tratando da pré-fabricação de galpões, por exemplo, no Brasil tem-se adotado o módulo de 2,50m entre eixos, acompanhando a norma alemã.

Caiado sintetiza a idéia de coordenação modular como a busca de uma medida simplificadora, que seja conveniente tanto para a arquitetura, design como para a produção industrial, ou “[...] a compreensão da coordenação de todas as atividades de uma edificação e de seus componentes, em conformidade com essa unidade de medida [...]” (CAIADO, 2005, p.15).

Bregatto entende a coordenação modular como um método de projeto onde os elementos construtivos são dimensionados a partir de uma unidade de medida comum, onde o objetivo é a industrialização ou a repetição de um mesmo elemento: “a coordenação modular é o instrumento destinado a coordenar as dimensões dos elementos produzidos na fábrica com os projetos arquitetônicos” (BREGATTO, 2008, p.04).

Vale lembrar ainda que a coordenação modular, quando associada à padronização de dimensões, no caso de produtos industrializados, forma um conceito essencial para a indústria, a Coordenação Dimensional, já citado acima (ABDI, 2008, p.11). Através dela, elementos de diferentes fabricantes podem ser padronizados para a fabricação e integrados no projeto e na obra. O resultado dessa integração possibilita, por exemplo, que lâmpadas, tomadas e fios elétricos sejam produzidos dentro de um padrão universal, conectando elementos de diferentes fornecedores. Seria improvável que alguns avanços tecnológicos tivessem ocorrido se, em outro exemplo, os metais sanitários como torneiras e registros não seguissem um padrão dimensional ajustados aos das tubulações e conexões hidráulicas; ou se as ferragens como dobradiças e fechaduras não se ajustassem as dimensões das portas produzidas pela indústria.

Nesse sentido, é possível afirmar ainda que a adoção de um padrão para as características do aço e do concreto contribuíram decisivamente para a evolução das estruturas de concreto armado e da pré-fabricação comercial.

As referências citadas indicam que a coordenação modular ainda desperta o interesse de pesquisadores, apesar dos resultados práticos serem pouco significativos no Brasil.

### **2.2.8. Ligações entre os elementos: um divisor de águas na pré-fabricação.**

Entre as etapas da execução dos edifícios pré-fabricados, a ligação entre os diversos elementos adquire grande importância no comportamento final da estrutura. Historicamente, o colapso de estruturas pré-fabricadas nas décadas de 1970 e 1980 - a ser tratado adiante - está relacionado também com as ligações entre os elementos: “O papel das ligações é fazer uma interligação racional entre os elementos pré-moldados para compor um sistema estrutural capaz de resistir a todas as forças atuantes [...]” (ARAÚJO, 2014). Segundo a NBR 9062 (2001, p.13), as ligações devem levar em consideração as possíveis solicitações em serviço e também na fase de montagem.

“É a existência das ligações que diferencia o pré-fabricado das estruturas moldadas *in loco*” (MELO, 2004, p.37).

-Tipos de Ligação. Também chamadas de tipos de Vinculação por El Debs (2000, p.107) podem ser Rígidas, Semi-rígidas ou Articuladas. Ligações Articuladas são aquelas que não transmitem momento fletor entre as peças pré-fabricadas.

Ligações Rígidas são aquelas capazes de transmitir momento fletor através de recursos como insertos metálicos com solda, cabos de protensão ou emenda de armadura. De acordo com Melo (2004), ligações mais rígidas favorecem a economia, aproximando o comportamento final dessas estruturas pré-moldadas das estruturas moldadas *in loco*. Entretanto, é preciso observar algumas limitações:

As estruturas de concreto moldadas no local se comportam como pórticos tridimensionais. A continuidade dos deslocamentos e o equilíbrio de momentos, força

cortante e normal são conseguidas pela continuidade das armaduras através das juntas e ligações, onde estas possuem a mesma resistência dos elementos estruturais. Entretanto, no caso das estruturas em concreto pré-moldado, [...] é difícil conseguir ligações resistentes à flexão com rigidez suficiente para promover um comportamento de pórtico. Nesse caso, a estabilidade das estruturas pré-moldadas deve ser garantida por meio de sistemas apropriados de contraventamento [...] (ARAÚJO, 2014).

- Tipos de Solicitações Predominantes. A NBR 9062 (2001, p.13) classifica as ligações quanto às solicitações. Ligações solicitadas por Compressão são caracteristicamente dos pilares, realizadas através de junta a seco, intercalação de argamassa aumentando a área de contato, concretagem no local no caso de emendas de pilares, rótulas metálicas e almofadas de elastômero. Araújo (2014) as denomina “transferência das forças de Compressão entre elementos de concreto adjacentes”.

Ligações solicitadas por Tração ou, como prefere Araújo (2014), Transferência de forças de Tração refere-se ao içamento de elementos pré-moldados, o que só é possível através de conectores metálicos, já que o concreto tem baixa resistência à tração. Ligações solicitadas por Cisalhamento, por sua vez, são afeitas as regiões de emendas de vigas ‘T’, pilares e lajes. E por último estão as Ligações solicitadas por Flexão, onde se buscam ligações de continuidade entre elementos como vigas, pilares e lajes através de protensão, solda, dispositivos metálicos ou concretagem no local.

- Tipologia das Ligações. Em outra classificação, El Debs (2000, p.158) descreve como Ligações em elementos tipo folha, aquelas que ocorrem entre lajes e paredes; e Ligações em elementos tipo barra, característico das ligações entre pilares e vigas. Observando El Debs (2000, p.168), pode-se dizer que as Ligações tipo folha têm uma relação direta com os Sistemas Estruturais de painéis de parede e laje, já citadas.

Entre as Ligações em elementos tipo barra, podem ser observadas as ligações Pilar x Fundação, Pilar x Pilar, Pilar x Viga e Viga x Viga.

Ligações Fundação x Pilar através de Cálice são bastante utilizadas, com encaixe do pilar e posterior preenchimento com graute. Também é possível a utilização de chapa

de base solidária à armadura principal do pilar que, por sua vez, é conectada à fundação por meio de chumbadores. El Debs (2000, p.169) se refere ainda à emenda das armaduras da fundação e do pilar por meio de solda, à qual denomina Emenda da armadura com graute e bainha. Nas ligações Pilar x Pilar, utilizadas em edifícios em altura, predominam chapas ou conectores metálicos.

As ligações Pilar x Viga e Viga x Viga - quando estas últimas não estão sobre o pilar - ocorrem quase sempre através de consolos e dentes de concreto, “[...] também chamados de dentes Gerber ou apoio em vigas com recorte” (EL DEBS, 2000, p.147). “Consolos são elementos estruturais que se projetam de pilares [...] para servir de apoio para outras partes da estrutura [...]” (p.136).

- Contraventamentos. Embora não seja o assunto específico desse subcapítulo, os contraventamentos também são fundamentais na estabilidade de edifícios de Esqueleto em Altura, com múltiplos pavimentos - mais de 12m de altura. Entre outras alternativas, podem ser utilizadas barras metálicas cruzadas e paredes de contraventamento, mas uma solução usual é a construção de um Núcleo Rígido (EL DEBS, 2000, p.295), um elemento estrutural vertical moldado *in loco*. Essa solução foi adotada pelo Lelé nos edifícios Camargo Correa (fig. 53) e na Colina, UnB.



**Figura 53 – Ed.Camargo Correa e o “núcleo” rígido moldado *in loco*.**

**Fonte: [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com) publicado por Jorge Carraro Junior**

Entretanto, esse procedimento - a concretagem de elementos verticais *in loco* – na prática implica em equiparar o cronograma da obra pré-fabricada ao de uma obra convencional. Apesar dessa limitação, a pré-fabricação ainda se justifica pela racionalização, economia de fôrmas e ausência de escoramentos nos trechos pré-fabricados.

### **2.2.9. Pré-moldado Leve: Cerâmica Armada.**

A imagem da pré-fabricação tradicional está associada a componentes pesados, produzidos em indústrias e transportados por equipamentos. Entretanto, os caminhos da arquitetura também têm apontado para alternativas mais sustentáveis e econômicas, ajustadas à realidade social do País como os Pré-moldados Cerâmicos. Experiências anteriores ao uso desses pré-moldados resgataram essas técnicas tradicionais, validadas pela própria arquitetura moderna.

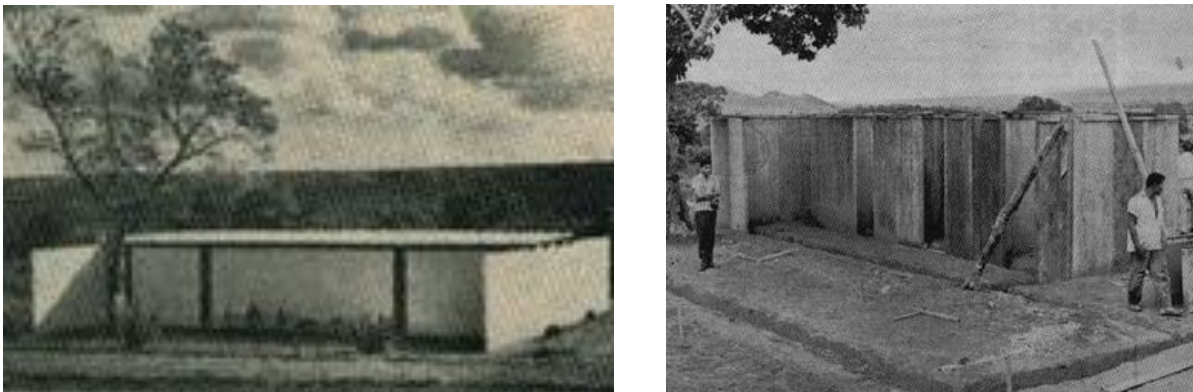
É o próprio Le Corbusier (ARANTES, 2002, p.68) que propõe um retorno momentâneo aos métodos alternativos construindo abóbadas catalãs em Neully-sur-Seine (1954) e em Ahmedabad na Índia (1955). Dualibi (2013) observa ainda a utilização de arcos cerâmicos com curvas catenárias por Gaudi, em Barcelona, e faz referências às abóbadas Núbias construídas por Hassan Fathy, em Nova Gurna, no Egito.

Nessa questão, é nítida a influência da “[...] tradição crítica antimquinista que passa por Patrick W. Geddes, Lewis Mumford, Jane Jacobs, Bernard Rudofsky e que leva a recuperação da arquitetura vernácula, à defesa da autoconstrução e aos argumentos ecológicos” (MONTANER, 2014, p.44). Em São Paulo, Vítor Amaral Lotufo abraça o assunto com experiências e publicações sobre os processos construtivos alternativos.

Sem uma classificação específica, vale lembrar a proposta alternativa do arquiteto Acácio Gil Borsoi da *taipa pré-fabricada* em Cajueiro Seco, Pernambuco, na década de 1960, associando racionalização e técnicas vernaculares. Entretanto, Borsói faz uma afirmação curiosa: “a pré-fabricação não era importante. [...] O importante era

proporcionar um agenciamento populacional capaz de modificar o processo“ (BORSOI *apud* INGLEZ DE SOUZA, 2009).

No mesmo caminho estão os pré-moldados modulares em solo-cimento, bambu e fibras vegetais elaborados por Paulo Magalhães para a auto-construção, que chamou de Habitação Transitória (fig.54), realizada no cerrado de Brasília nos anos de 1960. Coincidência ou não, Lelé faz uso do mesmo adjetivo para nomear suas escolas em argamassa armada, na década de 1980. Com o falecimento precoce de Magalhães, a experiência teve continuidade com o arquiteto Cydno Silveira e a taipa – “o barro armado com madeira”.



**Figura 54,54a – Paulo Magalhães. Habitação transitória. Brasília.**

**Fonte: UFMG . Fotos: Cydno Silveira.**

Voltando à cerâmica armada, no Uruguai, a obra de Eládio Dieste associa cerâmica, barras de aço e concreto formando arcos e abóbadas com expressivas realizações. Dieste deixa importante contribuição também no Brasil com a construção do CEASA de Porto Alegre (fig.55), citado nessa pesquisa, onde trabalha associado a Carlos Maximiliano Fayet e Cláudio Araújo.

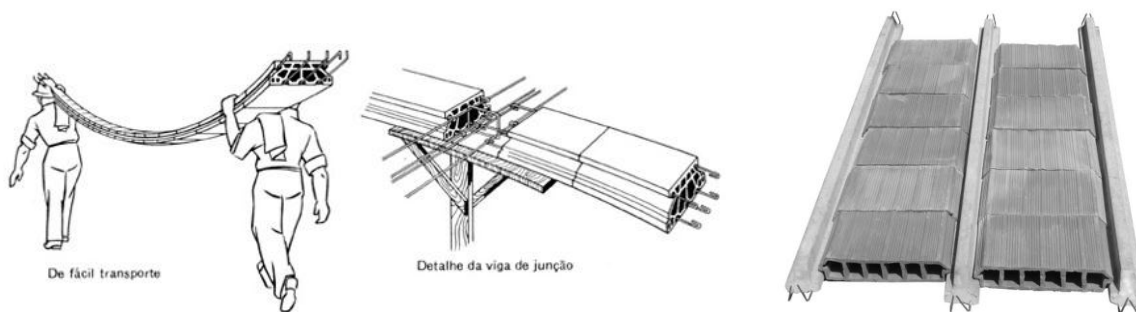


**Figura 55 – Eladio Dieste. CEASA Porto Alegre.**

**Fonte: Archdaily / Acervo João Alberto FAU UniRitter / Sergio Marques, Ramiro Furquim**

Ainda no Brasil, Lelé (LATORRACA, 2000, p.60) projeta e executa a Residência Nivaldo Borges (1975) em Brasília com abóbadas de tijolo. Affonso Risi Jr. e José Mário Nogueira também resgatam técnicas de construção de abóbadas sem escoramento na residência dos Padres Claretianos em Batatais, SP, uma experiência isolada onde utilizam a expressão de Louis Kahn “a história como amiga” para definir a origem dessa proposta. Ainda, pode-se citar Éolo Maia que recorre a essa técnica na construção do grupo escolar Vale Verde em Minas Gerais com abóbadas cerâmicas.

No caso específico dos Pré-Moldados Cerâmicos, El Debs (2000, p.200) aborda o assunto em Seções compostas por nervuras pré-moldadas e blocos de enchimento - como já visto em elementos compostos, conhecidas comercialmente como lajes pré-moldadas com vigotas e lajotas [cerâmicas, nesse caso]. São peças leves e econômicas que não utilizam fôrmas, com escoramento reduzido, de fácil manuseio, transporte e montagem. Eloy (2005) as classifica como “peças de catálogo” numa clara referência à pré-fabricação de ciclo aberto, popularmente conhecidas como Lajes Volterrana (fig.56).



**Figura 56,56a – Pré-moldados cerâmicos: blocos de enchimento.**

**Fonte: Pini - catalogo lajes Prel / lajescarioca**

Os Pré-Moldados Cerâmicos acontecem também na obra de Rodrigo Lefèvre, Sérgio Ferro e Flávio Império – Grupo Arquitetura Nova - impregnados com um discurso social radical. Em 1963, propõem a “poética da economia”, uma arquitetura de poucos recursos, “[...] do absolutamente indispensável, da eliminação de todo o supérfluo [...] para a formulação de uma nova linguagem [...]” (ARANTES, 2002, p.71). São estruturas leves com “[...] vigotas pré-moldadas curvas dispostas verticalmente formando uma catenária” (ARANTES, 2002, p.77), chamada por Lefreve (2002, p.136) de “abóbada parabólica” em sua dissertação de mestrado.

Em uma direção oposta de desenvolvimento tecnológico, as três escolas projetadas pelo Grupo Arquitetura Nova – [...] a Escola Normal de Brotas (1966), o Ginásio Estadual de Vila Ercília em São José do Rio Preto (1967) e o Instituto de Educação Sud Menucci em Piracicaba (1967) – utilizaram o sistema de abobadas de tijolo [...] baseado em sistemas pré-fabricados leves [...] (KOURY, 2007, p.216).

Apesar das preocupações sociais de Lefreve e seu grupo, voltadas para a moradia popular através da autoconstrução e dos mutirões, suas realizações ficaram mais restritas às residenciais burguesas. Além da Escola de Brotas (fig.57) em 1961, foram realizadas em abóbadas cerâmicas a casa Simon Fausto em Ubatuba (1961); a casa Bernardo Issler em Cotia (1962); a casa do Juarez (1968); a casa Dino Zamataro (1971); e a casa Pery Campos (1972). A utilização de pré-moldados leves em programas sociais viria a acontecer mais intensamente na obra de Juan Villá nos anos de 1970, na Universidade de Campinas, a Unicamp.



**Figura 57 – Escola de Brotas. Flávio Império**

**Fonte: [www.flavioimperio.com.br](http://www.flavioimperio.com.br)**

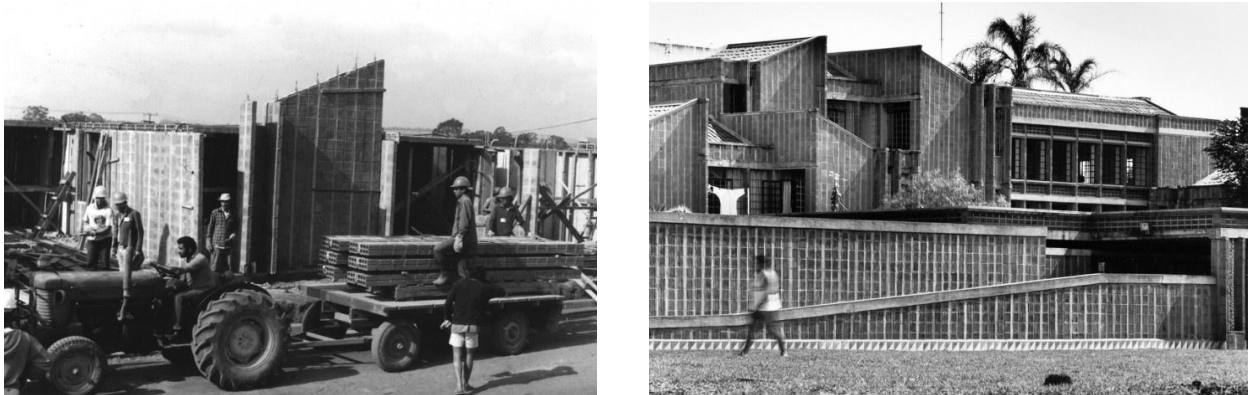
Juan Villá nasceu em Barcelona e veio ainda jovem para o Brasil. Graduado em arquitetura pela Universidade Mackenzie em 1968, teve contato com a pré-fabricação pesada do Leste Europeu nesse período. Em viagem ao Uruguai com Nabil Bonduki, em 1984, conhece as experiências de Eládio Dieste. A partir daí desenvolve o Painel Pré-Moldado de Cerâmica Armada, primeiro no Laboratório da Habitação da Faculdade de Belas Artes de São Paulo e posteriormente na Unicamp, em 1984.

Na Unicamp são concretizadas diversas experiências como habitações, escolas e o próprio Atelier do Laboratório da Habitação (1990), uma abóbada com vão livre de 15 metros. Na Casa do Lago (1994), um espaço de convivência, as abóbadas de Villá alcançam 22 metros de vão. Também utiliza painéis cerâmicos como peças estruturais em uma construção em pavimentos, a Casa dos Funcionários da Unicamp, uma experiência voltada para a construção de moradias populares.

De acordo com Dualibi (2013), os painéis de cerâmica armada de Juan Villá são compostos de tijolos furados, armadura de aço e concreto, com altura aproximada de 2,50m e peso inferior a 100kg, portanto transportáveis manualmente. São modulados a cada 45cm e formam uma família de componentes: Painel de Parede (vertical), Painel de Laje (horizontal), Painel de instalações hidráulicas e elétricas, Painel de Cobertura e Painel de Escada.

A Moradia de Estudantes da Unicamp (1992) pode ser considerada a obra-síntese das propostas de Juan Villá. Segundo Dualibi (2013, p.102) ali foram aplicados os conceitos projetivos e construtivos acumulados nas experiências anteriores: modulação, fundação em radier, participação comunitária, linha de montagem e tipologia. Nessa última questão, a tipologia, é notável a identidade visual entre a Moradia Estudantil e as construções espontâneas da periferia, onde predominam construções em tijolos cerâmicos.

A presença dos pátios e praças na Moradia Estudantil (fig.58) dá caráter urbano ao conjunto, mas também está relacionada com a logística e a técnica construtiva: esse espaço é ocupado com as pistas de pré-moldagem e estocagem de materiais durante a obra, diminuindo as distâncias para o transporte das peças. O resultado das articulações em retículas, a riqueza do espaço produzido e a integridade visual do conjunto tornam a Moradia Estudantil uma obra exemplar na arquitetura brasileira e na habitação social.



**Figura 58, 58a – Moradia Estudantil. Unicamp. Juan Villá**

**Foto 58: Stepan Norair Chahinian      58a. Nelson Kon**

Ainda sobre Pré-moldados Cerâmicos, outra técnica bastante utilizada é o sistema de Painéis Pré-fabricados com Blocos Cerâmicos, aplicada comercialmente em programas habitacionais. Também conhecido como *Jet Casa*, o sistema utiliza elementos cerâmicos e concreto armado - como em Juan Villá, mas com técnicas de fabricação e

montagem semelhantes aos painéis de piso e parede desenvolvidos para o concreto pré-fabricado. Os painéis podem ser executados em fábrica ou no próprio canteiro, na posição horizontal, utilizando pistas de concretagem com fôrmas em perfis metálicos desmontáveis no perímetro da peça. Segundo Benigno Silva (2013), a parte central do painel é preenchida com tijolos cerâmicos e o contorno com concreto armado. São também incorporados dispositivos metálicos para içamento e transporte, que é realizado através de pórtico rolante, guincho motorizado ou caminhão. A espessura média dos painéis é de 11cm, a dimensão máxima de 7 metros e a desforma prevista para 48 horas após a concretagem. Após o posicionamento dos painéis no local de uso definitivo, são realizadas ligações definitivas com solda e grauteamento.

#### **2.2.10. Pré-fabricação Leve: Argamassa Armada.**

A argamassa armada desenvolveu-se por dois caminhos distintos, o primeiro voltado para as construções *in loco*. De acordo com Costeira (2001), diante da facilidade de aplicação da argamassa armada *in loco* - com areia, cimento e tela tipo galinheiro - a Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América fomentou essa experiência em países em desenvolvimento, culminando com a criação em 1976 do International Ferrocement Information Center- IFIC, em Bangkok. Assim, o primeiro caminho

[...] seria o das aplicações artesanais, onde poderia ser proveitoso o uso de mão de obra intensiva, dispensando o uso de fôrmas [...]. O segundo caminho seria o das aplicações mais elaboradas no sentido que o material, servindo-se das técnicas construtivas do concreto armado, poderia ter custo competitivo (MARCELLINO, 1991, p. 6).

No segundo caminho encontram-se os pré-moldados leves de argamassa armada. “Pré-moldado leve: componente em argamassa (armada ou não) de micro concreto para que possa ser transportado, manuseado e montado manualmente [...]” (TRIGO, 2009, p.16). Portanto, apesar da classificação de El Debs (2000, p.15) quanto ao peso, os elementos em argamassa armada entre 30kg e 100kg também podem ser

considerados pré-moldados leves diante da possibilidade de transporte manual, destacando-se os elementos em argamassa armada projetados pelo Lelé:

[...] Evitou-se deliberadamente o emprego de técnicas que exigissem maquinaria pesada, pois isso traria como consequência a indesejada remoção de grande parte da população. Assim, foram projetados pré-moldados leves, cujo peso não ultrapassa 100kg de modo a permitir o transporte local e colocação manuais (LATORRACA, 2000, p.106).

De acordo com Hanai, “a argamassa armada é um tipo particular de concreto armado composto por argamassa de cimento, agregado miúdo e armadura difusa, em geral constituída de telas de aço de malhas de pequena abertura, distribuídas por toda a seção transversal da peça” (HANAI *apud* TRIGO, 2009, p. 48). Hanai afirma ainda que as peças apresentam pequena espessura, entre 20mm e 60mm, dimensão máxima dos agregados de 9,5mm e cobrimento da armadura de 6mm a 12mm.

Em uma classificação dos materiais que compõem a argamassa armada, Hanai os separa em *Argamassa* e *Armadura*: cimento, areia, pedrisco britado e água fazem parte da *Argamassa*. Já a *Armadura* é composta por tela soldada em malha entre 25x50mm e 50x50mm, associada a barras de aço correspondendo a 3,5% do volume do concreto.

A argamassa armada é um capítulo à parte na história das estruturas. Segundo Marcellino (1991, p.2), as primeiras referências históricas do concreto armado, da pré-fabricação e da argamassa armada são coincidentes: o já citado barco de José Luis Lambot - ou “navio de Lambot (1848)” (KONCZ *apud* BRUNA, 1976, p.75) e os vasos e caixas d’água de Joseph Monier, foram realizados através da técnica então conhecida como cimento-armado.

Muito próximo da definição de Hanai, Lambot denominava esse material como *fer-ciment*, composto por “uma rede de arames ou barras metálicas cimentadas juntas com cimento hidráulico formando vigas ou pranchas do tamanho desejado” (HANAI *apud* COSTEIRA, 2001).

“Em 1922, a argamassa armada foi utilizada na construção da primeira cúpula geodésica do mundo, na fábrica Carl Zeiss, na Alemanha [...]” (HANAI, p.4). Já em 1943, Pier Luigi Nervi se associa a Raffaello de Fede (VASCONCELOS, 1991, p.76) e experimenta o *ferrocemento* na construção de barcos para a Marinha Italiana, mas o empreendimento foi interrompido diante das dificuldades da Guerra. Nervi já havia realizado experiências anteriores com grandes lajes de pequena espessura, com comportamento estrutural próximo ao *ferrocemento* no Estádio de Berta em 1929, em colaboração com os engenheiros Eugene Freyssinet e Robert Maillart.

As pesquisas de Nervi com o *ferrocemento* são ampliadas com os hangares de Orvieto e Ortebelo, “[...] alcançando importância histórica, que continua com a construção da [...] Feira de Milão em 1947, utilizando cobertura ondulada em *shed* de argamassa armada [...]” (COSTEIRA, 2001). Nesse último caso, é assessorado pelo professor Guido Oberti, da Escola Politécnica de Milão.



**Figura 59 – Nervi. Teto do Palacio de Turim**

**Fonte: Flaminio Gualdoni**

Em 1949, Nervi projeta o Salão B do Palácio de Exposições de Turim em 1949 (fig.59), um arco com 95m de vão em pré-moldados de argamassa solidarizados *in loco* (Vasconcelos, 1991, p.53). Segundo Marcellino (1991, p.5), Oberti participou também da marquise da feira de Milão em 1953 e do Palacete e o Palácio de Esportes de

Roma, já citado, respectivamente de 1957 e 1960. A União Soviética também foi palco de experiências significativas:

Na União Soviética, o mesmo material estudado por Nervi foi chamado de *armocimento*, [...] com aplicações na construção civil em 1958. Khaidukov apresenta uma cobertura em Krasnoyarski de 75m de vão. Os soviéticos aplicariam o material em mais de 10 milhões de metros quadrados de área coberta até 1981 (MARCELLINO, 1991, p. 6).

De acordo com Costeira (2001), outros países tiveram grande desenvolvimento na argamassa armada nesse período:

Também na Tchecoslováquia a argamassa armada vinha sendo usada desde os primeiros anos da década de 1950 e, desde 1958 foram estabelecidos programas de pesquisa sobre o desempenho e as aplicações do material. No ano de 1978 foi lançada a norma “Projeto de estrutura de argamassa armada” que regulamentava as experiências e construções que utilizavam o material em sua técnica construtiva (COSTEIRA, 2001).

Ali foram realizadas vigas para pontes pré-moldadas, peças para canais de irrigação, tubos de água, reservatórios e até *guard-rails* em argamassa armada. Costeira (2001) também faz referência a aplicações dessa técnica na China, Índia, Austrália, Nova Zelândia, Cuba e na África.

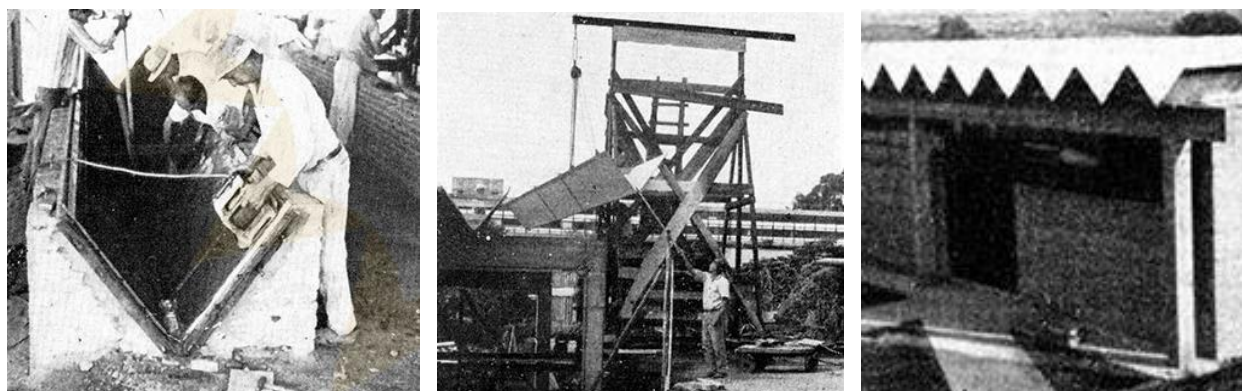
Cabe aqui uma observação importante. Seja *fer-cement*, *ferrocemento*, *armocimento* ou argamassa armada, a princípio depreende-se que os nomes citados fazem referência ao mesmo material. Entretanto, Paz discorda dessa afirmação: “[...] ao contrário do que se vê em vários textos sobre Lelé que lidam com a argamassa armada como apenas um outro nome para o ferro-cimento, não se trata exatamente do mesmo material” (PAZ, 2014, p.09).

De acordo com Trigo (*apud* PAZ, 2014, p.10) os pesquisadores brasileiros modificaram a proporção dos materiais, porém sem alterar o desempenho dos componentes. Em geral, utilizaram uma mistura de areia e cimento – sem brita – com 700kg/m<sup>3</sup> de cimento enquanto no concreto fica em 350kg/m<sup>3</sup>. Também ampliaram o uso do aço, dos 50 a 200kg/m<sup>3</sup> usuais no concreto para até 300kg/m<sup>3</sup> na argamassa. A diferença a favor da argamassa está nas espessuras das peças: no concreto, são acima de 5cm –

hoje no mínimo 12cm em peças estruturais, enquanto na argamassa é possível trabalhar com até 15mm.

Ainda segundo Paz (*apud* LIMA, 2004, pag.56), a experiência de Nervi chegou ao Brasil através do engenheiro alemão Frederick Schiel, durante o período em que esteve na Universidade de São Paulo em São Carlos, EESC-USP. Para Marcellino (1991, p.7), a obra pioneira no Brasil é a cobertura de pavilhões da EESC-USP (1964), realizada por Schiel e por Dante Martinelli.

Em 1976, o chamado Grupo de São Carlos - liderado por Schiel - executa a cobertura da Fabrica de Laticínios de São Carlos (1976) com vãos de 21 metros e balanços de 2,5 metros. A Revista Acrópole (1969, numero 369, p.37-39) mostra imagens das coberturas do laboratório de Química, de Física e de Motores de EESC-USP executados a partir de 1966 (fig.60).



**Figura 60,60a,60b – Fôrma, transporte e cobertura em argamassa armada na EESC-USP. 1968.**

**Fonte: Revista Acropole n.369, 1969.**

Para Costeira (2001), também dignos de citação são os Reservatórios de abóbadas pré-moldadas com parede ondulada, com capacidade de 900m<sup>3</sup>, executados em Americana e em São Carlos, SP. São obras realizadas com paredes de 35mm de espessura, entre os anos de 1980 e 1982. O projeto tem autoria de João Bento de Hanai, Mounir Khalil El Debs e I. Montanari.



**Figura 61 – E H Brena e Yamandu Carlevaro. Rodoviária de Florianópolis**

**Imagem: Sidnei Recco**

Entretanto, a obra de maior visibilidade nesse período foi a cobertura da Rodoviária de Florianópolis (fig.61) em 1980, de Enrique Hugo Brena e Yamandu Carlevaro. Com cálculo estrutural de El Debs, a cobertura foi pré-moldada no canteiro. São 144 vigas com 24 toneladas cada, seção tubular hexagonal em argamassa armada com apenas 35mm de espessura vencendo mais de 30m de vão (VASCONCELOS, 1991, p.76).

No ambiente acadêmico, destaca-se a criação do mestrado em industrialização das construções na EESC-USP em 1971, idealizado pelo arquiteto Paulo Camargo. De acordo com Cerávolo (*apud* KOURY, 2007, p.223), o objetivo foi estudar a produção desde o desenho industrial até o planejamento urbano baseado nas propostas de Walter Gropius.

Também no plano teórico, a aplicação da argamassa armada é descrita com precisão por Marcellino em sua dissertação de mestrado na EESC-USP, com orientação de Hanai. Marcellino faz algumas observações importantes para o desenvolvimento do projeto como, por exemplo, que as vigas com “seções com linha de simetria vertical são mais apropriadas para resistir à flexão e evitar o aparecimento de esforços de torção” (MARCELLINO, 1991, p.120). Posto isso, pode-se deduzir que seções A, H, I, M, O, T, U, V, H, Y e X seriam as mais indicadas para vigas pré-moldadas em argamassa armada, o que é válido também para o concreto.

Vale salientar ainda que, associado à experiência de Frederick Schiel, João Bento de Hanai, El Debs e Montanari contribuíram decisivamente para a sistematização do conhecimento científico sobre a argamassa armada no Brasil, com diversas publicações. Por outro lado, a participação de Lelé no desenvolvimento da argamassa armada se deve também ao arquiteto Kristian Schiel, filho de Frederick, aluno do Lelé na UnB e seu colaborador por mais de 20 anos, desde o Hospital de Taguatinga (PAZ *apud* LIMA, 2004, p.56) até no CTRS em Salvador. Com a aproximação entre Lelé, Schiel e Hanai a tecnologia da argamassa armada se desenvolveu rapidamente, com conceitos adaptados ao Brasil e a realidade social do País.

Em curso ministrado pelo Lelé sobre a argamassa armada na Escola da Cidade (2011), São Paulo, é possível observar alguns conceitos importantes a partir dos temas elencados:

- Estudo das concepções espaciais
  - Lógica estrutural dos sistemas pré-fabricados
  - Lógica construtiva dos sistemas pré-fabricados
  - Estratégias de ocupação do território: a transitoriedade da Arquitetura
  - A importância da implantação
  - Possibilidade de ampliação dos edifícios pré-fabricados
  - A composição arquitetônica e a pré-fabricação
  - Padronização dos componentes construtivos
  - Elementos Industrializados
  - Histórico das fábricas
  - Operações de produção das peças
  - Linha de montagem da fabricação
  - Transporte
  - Condicionamento dos elementos construtivos
  - Planejamento do canteiro de obra
  - Conceito de economia de escala
- (Escola da Cidade, 2011)

Finalmente, vale ressaltar que, apesar das vantagens da argamassa armada, devem ser observadas suas limitações principalmente quanto à corrosão da armadura, assunto tratado por Trigo (2009, p.146) em Manutenibilidade e Durabilidade. Segundo a *Ferrocement International Society* (*apud* TRIGO, 2009), as peças de *ferrocemento* devem ser construídas de tal forma que, diante das condições ambientais e de uso, garantam a segurança, funcionalidade e estética em níveis aceitáveis durante o período

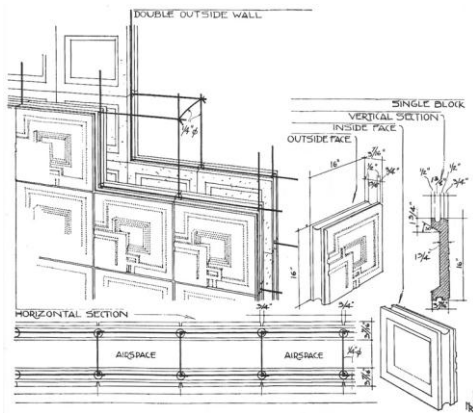
de tempo previsto e que não seja necessária intervenção onerosa para manutenção ou reparo.

O cobrimento mínimo da ferragem em peças de pequena espessura exige controle rigoroso de execução e manutenção, o que tem limitado o uso dessa tecnologia. Outra questão importante é o fato desses elementos estarem sujeitos a esforços nem sempre previstos até o seu posicionamento definitivo na estrutura. Excessivamente leves para a função estrutural – segundo Hanai (*apud* TRIGO, 2009, p.153), até quatro vezes mais leves que uma construção convencional em concreto e tijolo - o manuseio imprevisto pode causar microfissuras que também contribuem com a corrosão. O uso de fibras sintéticas de alto desempenho associadas à argamassa tem sido positivo para a maior durabilidade dessas peças.

#### **2.2.11. Entre a racionalização e a pré-fabricação: a Alvenaria Armada.**

A pré-fabricação de habitações no Brasil ainda é bastante restrita, se comparada ao universo das construções *in loco*. Entretanto, é visível o crescimento do uso de estruturas em alvenaria armada – ou alvenaria estrutural, um sistema que reúne vedações e estrutura em uma única fase da construção, uma concepção estrutural que utiliza a alvenaria como elemento resistente. Com o uso de pré-lajes, a alvenaria estrutural adquire características muito próximas da pré-fabricação, à exceção de fatores como mão-de-obra - ainda excessiva, apesar de mais qualificada – tempo de execução e limitação de vãos estruturais.

Tecnicamente, a alvenaria estrutural pode ser entendida como um processo de racionalização no caminho da pré-fabricação. Já citado nessa pesquisa, Frank Lloyd Wright foi um dos pioneiros em construções com blocos pré-moldadas de concreto, os *precast textile blocks* (fig.62) adotados em diversas de suas obras. O interesse de Wright pela standardização vem acompanhado de sua admiração pela arquitetura Maia, expressa nas diferentes texturas dos blocos por ele desenhados.



**Figura 62, 62a– Precast Textile Blocks, Frank Lloyd Wright, 1923**

**Fonte: [www.savewright.org](http://www.savewright.org)**

Na Europa, vale destacar o uso da alvenaria estrutural da residência projetada por Mario Botta em Riva San Vitale (fig.63), Suíça, em 1973. No Brasil, foi introduzida com a marca Verobloco na década de 1960. Em 1977, foi utilizada experimentalmente também pelo Lelé na residência Mario Kertesz, em Salvador.



**Figura 63– Mario Botta. Residencia. Suíça, 1973**

**Imagem: Alo Zanetta. Fonte: [diseno.uma.es](http://diseno.uma.es)**

Os blocos estruturais pré-moldados podem ser cerâmicos ou em concreto. Além da padronização dimensional, também é necessário submeter esses elementos à ensaios de resistência à compressão. Entretanto, enquanto na alvenaria tradicional para simples vedação os tijolos cerâmicos têm furos horizontais, na alvenaria estrutural os furos dos blocos são verticais permitindo o preenchimento com concreto ou grauteamento associado as armaduras verticais e horizontais.

Assim como nos Sistemas Estruturais de Painéis de Parede e Laje e no Jet Casa já citados, a alvenaria estrutural é um sistema onde as cargas distribuídas que devem chegar até as fundações. Os projetos de arquitetura precisam considerar essa limitação, o que quase sempre implica na repetição do pavimento tipo no térreo e a ausência de garagem ou subsolo sob o corpo do edifício.

Segundo Helena Junior (2012), em 1889 em Chicago foi construído o edifício Monadnock com 16 pavimentos. Tecnicamente, destaca-se também o Hotel Excalibur em Las Vegas com 02 torres de 28 pavimentos. Em projetos de alvenaria estrutural, é fundamental: o ajuste da modulação horizontal e vertical às dimensões do bloco; a amarração entre paredes e o grauteamento contribuindo para o contraventamento; o uso de vergas e contravergas evitando patologias indesejáveis; e a execução da laje de cobertura com junta horizontal, evitando fissuras por dilatação térmica.

#### **2.2.12. Outras considerações sobre a Tecnologia, além do edifício.**

Apesar do uso limitado na arquitetura habitacional, a pré-fabricação tem se destacado em infraestruturas como pontes, viadutos e passarelas, já citados anteriormente na pesquisa. Vale ainda citar a recente obra da Ferrovia Norte-Sul com mais de 2.000km de extensão onde os todos os dormentes para trilhos (fig.64) foram pré-fabricados.



**Figura 64 - Dormentes da Ferrovia Norte-Sul**

**Fonte: o globo**

Entre as pontes, a maior referência nacional ainda é a Rio-Niterói (fig.65), de 1974, com 13km de extensão, viabilizada com um tabuleiro celular, um sistema de aduelas pré-fabricadas com 110 toneladas em cada peça, posicionadas sem escoramentos. A técnica é conhecida como Construção de pontes por balanços sucessivos, desenvolvida pelo engenheiro brasileiro Emilio Baumgart, em 1930.



**Figura 65 – Ponte em construção com aduelas.**

**Fonte: infraestrutura.pini.com.br – edicao 20 / reportagem: juliana nakamura**

Em galerias e canais de drenagem – “obras colocadas abaixo do terrapleno” (EL DEBS, 2000, p.338), os pré-fabricados são também bastante utilizados, principalmente em aduelas (fig.66) e tubos - pelos prazos exíguos e dificuldades de execução.



**Figura 66 – Aduelas para drenagem.**

**Fonte: [infraestrutura.pini.com.br](http://infraestrutura.pini.com.br) – edicao 19 / reportagem: cleide floresta**

Em áreas rurais tornou-se comum a construção de galpões, bebedouros, cocheiras e mourões de cerca pré-fabricados, diante da escassez de madeira e por questões ambientais. El Debs (2000, p.374) refere-se também ao mobiliário urbano pré-fabricado como bancos, lixeiras, placas de sinalização e abrigos de ônibus. Postes de iluminação pré-fabricados também são indissociáveis da imagem das cidades, demonstrando a eficiência desse sistema construtivo, pelo menos para a engenharia, embora Araújo entenda a pré-fabricação como “uma oportunidade arquitetônica” (ARAÚJO, 2014).

## 2.3. ANÁLISE TEÓRICA

### 2.3.1. Introdução.

*[...] - Mas qual é a pedra que sustenta a ponte? – pergunta Kublai Khan.*

*- A ponte não é sustentada por esta ou aquela pedra – responde Marco – mas pela curva do arco que estas formam.*

*Kublai Khan permanece em silêncio, refletindo. Depois acrescenta:*

*- Por que falar das pedras? Só o arco me interessa.*

*Polo responde:*

*- Sem pedras, o arco não existe.*

(Ítalo Calvino em *As cidades Invisíveis*, 1990)

A partir das análises Histórica e Tecnológica, a análise Teórica busca possíveis respostas para o afastamento entre a arquitetura e a pré-fabricação, um caminho dissonante daquele percorrido pela engenharia. Onde começa a tecnologia e onde acaba a arquitetura? Porque a arquitetura tem se afastado das questões construtivas, como a pré-fabricação?

A questão não passa pela busca de alternativas que possam levar à retomada das ideias desenvolvidas por Lelé, Breuer, Seidler e outros. Pelo contrário: parece razoável reconhecer que a pré-fabricação como parte da concepção arquitetônica tornou-se um assunto do passado - uma hipótese formulada no início da pesquisa - uma fase do modernismo vinculada ao Brutalismo. Na realidade, o que parece ter vingado foi a pré-fabricação comercial de ciclo aberto, o produto de catálogo ou de prateleira disponível no mercado para uso cotidiano, tanto na engenharia como na arquitetura.

Entre os fatores que contribuíram para o declínio no uso da pré-fabricação, destacam-se os já citados acidentes com estruturas pré-fabricadas e a massificação na produção de habitações na Europa, que, de modo intrínseco, passaram a associar a pré-fabricação a uma arquitetura de baixa qualidade.

Somam-se a esses o surgimento das teorias pós-modernas e o desinteresse, de boa parte dos arquitetos, pelas tecnologias construtivas; a descontinuidade dos programas públicos de pré-fabricação vinculados às questões político-ideológicas; a persistência do subdesenvolvimento e a farta oferta de mão de obra, ainda pouco qualificada – caso do Brasil; e as questões relativas a abrangência da arquitetura, a falta de sistematização do conhecimento e o papel do arquiteto ao longo da história.

### **2.3.2. Entre a arquitetura e a construção.**

Por outro lado, o campo da arquitetura vem ampliando seu território teórico desde o século XIX, dividido com as questões puramente técnicas, que, em boa parte, se originaram no campo da engenharia. Ao mesmo tempo, o envolvimento dos arquitetos com diferentes escalas de projeto, desenhando desde simples objetos até grandes estruturas, vem interagindo frequentemente com escalas muito diversas e em campos bastante abrangentes. Uma pesquisa voltada para a pré-fabricação pressupõe uma abordagem que envolve essa tecnologia construtiva quando associada à produção arquitetônica, um universo de difícil delimitação.

Nas publicações sobre a história da arquitetura a partir da Revolução Industrial encontram-se temas tão diversos como, por exemplo, a construção de pontes. São frequentemente citadas a *Ironbridge* em Coalbrookdale sobre o Rio Severn de 1779 (GRAEFF, 1995), a ponte pênsil de Clifton de 1836 e as estruturas suíças de Robert Maillart (PEVSNER, 1980) no início do século XX. Mais contemporâneas, também fazem parte desse repertório as pontes de Santiago Calatrava, a ponte Millau de Norman Foster (BENEVOLO, 2007), a ponte JK em Brasília de Alexandre Chan (LOTURCO, 2008) e, com um algum esforço, até a singela ponte pré-fabricada em argamassa armada do Lelé (LATORRACA, 2000, p.140) em Abadiânia, Goiás.

Mas afinal, seriam as pontes um tema de arquitetura? Pontes são construções de extrema racionalidade e apuro técnico que algumas vezes superam as questões simplesmente funcionais e, pelo seu valor estético, passam a ser vistas como obras de

arquitetura. Frampton (2008, p.26), por exemplo, faz referência a uma publicação de 1811 com o nome Tratado de Arquitetura de Pontes. Em 1851, o escritor Matthew D. Wyatt publicou no *Journal of Design* que “tornou-se difícil saber onde acaba a engenharia civil e começa a arquitetura” (WYATT *apud* PEVSNER, 1980, p.149) referindo-se as pontes de ferro.

Indefinições sobre a abrangência da arquitetura não são incomuns, mas se devem também aos arquitetos que vez por outra se apropriam da tecnologia para definir o caráter de sua obra: “concluída a estrutura, a arquitetura está pronta” (*apud* INOJOSA, 2010), dizia Niemeyer. A “retórica tecnológica” (FRAMPTON, 2008, p.347) tem sido recorrente na história da arquitetura, desde o Palácio de Cristal até o icônico Centro Pompidou de Paris (1977), de Renzo Piano e Richard Rogers, como se verá adiante.

“Uma das características das melhores arquiteturas que se conhece é o papel importante que a estrutura resistente desempenha na definição de sua estrutura espacial e da configuração dos espaços individuais. Em alguns casos exemplares, a estrutura formal do edifício coincide com a estrutura resistente [...]” (MAHFUZ, 2015, p.298).

Mas a própria definição de arquitetura também vem se modificando ao longo da história. Para Coelho Netto (1979), grande parte das definições tradicionais não passam de conceitos ou simples “formulações poéticas”. Cita como exemplo Vitruvius com seu *firmitas, utilitas e venustas* em 40 AC, o que para Alberti seria *firmitas, commoditas e volupta*; em Guimard sentimento, lógica e harmonia; e, mais recentemente para Pier Luigi Nervi, arquitetura seria função, forma e estrutura.

Em seu *Dictionnaire d'Architecture* (1832), Quatrèmere de Quincy define arquitetura como “[...] a arte de construir”, o que já seria suficiente para as pontes - mas não para a arquitetura.

Coelho Netto prefere as ideias de Auguste Perret onde a “arquitetura é a arte de organizar o espaço [...] através da construção” (PERRET *apud* COELHO NETTO, 1979, p.20). Portanto, para Perret seria o espaço que faria a distinção entre a arquitetura e a construção.

Entretanto, Heidegger observa que “[...] os espaços onde se desenvolve a vida são antes de tudo lugares” como na metáfora da ponte “[...] que transforma a paisagem fornecendo um lugar que une as duas orlas do rio [...]: o lugar não existia antes da construção da ponte [...]” (*apud* MONTANER, 1997, p.40). Diante dessas afirmações relacionando a construção, a criação do espaço e a função, seria arriscado excluir as pontes do ambiente da arquitetura.

Segundo Malard, é difícil estabelecer limites entre a arquitetura e a construção: “[...] Se a construção bastasse, bastaria a técnica para que a arquitetura se realizasse” (MALARD, 2005, p.101).

### **2.3.2.1. Narrativa construtiva e Sintaxe das partes iguais repetidas.**

Tschumi amplia a discussão ao questionar sobre a essência da arquitetura enquanto disciplina: “Seria a função [o uso] ou o processo de construção?” (*apud* NESBITT, 2006, p.172). Afirma então – até de maneira incomum - que a *utilitas* Vitruviana pode não ser necessária à arquitetura, pois essa pertenceria ao ambiente da obra realizada, da construção. Tschumi (p.179) percebe o espaço arquitetônico como “algo-que-foi-concebido”, colocando um limite entre “a abstração do pensamento e a substância do espaço” e conclui que a arquitetura depende da existência de desenhos e textos, que ultrapassa os limites da construção para tornar-se conhecimento sendo, portanto, uma atividade intelectual.

Apesar das convicções de Tschumi, Fabricio (2013, p.245) entende que, no caso da industrialização da construção, a arquitetura não pode se limitar à concepção. São metaprojetos com intenso grau de detalhamento e planejamento envolvendo a produção e a construtibilidade da obra: “[...] Não há concepção sem consciência construtiva” (MAHFUZ, 2015, p.298): em grande parte da produção pré-fabricada é perceptível a opção pelo detalhe como parte essencial da arquitetura. O concreto aparente, modular e repetitivo, expõe o método construtivo e, assim como o detalhe, “presta-se a contar a história de sua feitura” (CARLO SCARPA *apud* GUIMARÃES,

2010, p.64). Para Frampton (1995, p.556), a essência da arquitetura está na manifestação poética da estrutura “[...] que conjuga o estético e o simbólico ao técnico [...]” (ROCHA, 2012, p.26). Nesse sentido, a pré-fabricação adquire identidade arquitetônica quando o caminho percorrido é nítido e compreensível. Resulta da exposição dos elementos construtivos, deixando evidentes as etapas de montagem como uma descrição do processo – uma narrativa construtiva.

Rafael Moneo (*apud* STROLLER 1995, p.27) entende que a obra de arquitetura pode ser vista sob dois aspectos aparentemente antagônicos: o objeto único, original; e o objeto reproduzível, que permite sua repetibilidade, onde a arquitetura é concebida para a produção em série. Allen (2000, p.94) se refere a essa recorrência como uma Sintaxe de partes iguais repetidas - algo que vai além da pré-fabricação - e trata o assunto na escala do edifício composto por uma adição de volumes e não de elementos construtivos. Recorre então a exemplos do passado como a Mesquita de Córdoba (fig.67), construída ao longo de séculos a partir de 785 DC, “[...] uma ordem serial de uma coisa depois da outra” (DONALD JUDD *apud* ALLEN, 2000, p.92). Afirma ainda que “as partes não são fragmentos do todo, são apenas partes” onde “[...] cada etapa reproduz e preserva o estágio prévio da construção pela adição de partes semelhantes” (ALLEN, 2000, p.94).



**Figura 67 – Mesquita de Córdoba.**

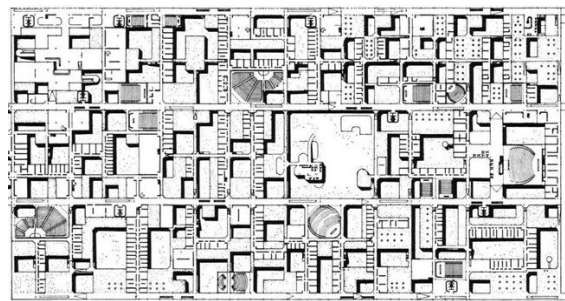
**Autor: Toni Castillo Quero**

Entre outras referências, o autor destaca o Hospital de Veneza de Le Corbusier onde o módulo edilício é repetido diversas vezes. Essa ideia também está presente no Richards Medical Research de Louis Kahn, na *Freie Universitat* (fig.68) de Candilis, Josic e Woods, nas obras de Hertzberger e do Lelé. Nesses casos, a essência está na identidade do módulo e sua construtibilidade – a parte que se repete, pois o objeto final é quase sempre indefinido, por sua natureza extensível, uma pré-fabricação concebida como um campo aberto (ALLEN, 2000) passível de acréscimos e exclusões.



**Figura 68 – Freie Universitat. Pré-fabricação**

**Pinterest: sistemasdeprojecto, wordpress**



**Figura 68a- Freie Universitat. Planta**

**Ilustração: Candilis Josic Woods**

Essas referências e conceitos procuram trazer à luz uma questão importante: a pré-fabricação guarda estreita relação com outros conceitos de arquitetura já utilizados ao longo da história. A consciência construtiva, a conjugação do estético e o simbólico ao técnico e a concepção através de uma ordem serial fazem parte desse universo. Mas, assim sendo, qual seria o significado da pré-fabricação para a arquitetura?

### **2.3.2.2. A Tectônica e a pré-fabricação.**

Diversos são os significados atribuídos à tectônica. No caso da pré-fabricação, o conceito estaria associado à exposição do sistema construtivo em concreto aparente e industrializado, vinculado ao Movimento Moderno, em oposição à abordagem cenográfica do pós-modernismo.

Talvez por isso, os sistemas de esqueleto pré-fabricados com vigas, lajes e pilares produzidos comercialmente para receber um invólucro – uma pele que conforma o edifício – nem sempre sejam reconhecidos visualmente como uma arquitetura pré-

fabricada. Os edifícios de habitação dos países soviéticos construídos na década de 1950 padecem do mesmo mal.

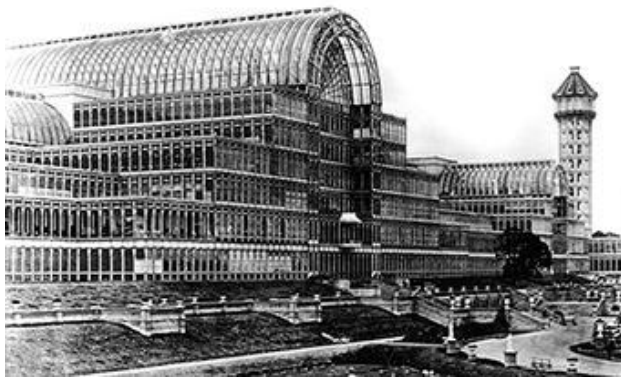
Amaral (2009) entende a tectônica como “a arte da construção. [...] Para Frampton, a termo se refere não unicamente à estrutura, mas à pele da construção - o envelope - e assim, ao seu aspecto representacional [...]” (*apud* AMARAL, 2009, p.161).

Para Eduard Sekler “[...] a tectônica denota uma relação inseparável entre a expressão artística e a lógica construtiva [...]” (SEKLER *apud* AMARAL, 2009, p.160) ou “o potencial de expressão construtiva” da arquitetura. Alinhado com os pensamentos de Karl Botticher (1806-1896), Risselada (2010, p.15) afirma que “[...] o significado tectônico não reside apenas na aparência de qualquer estilo, mas antes na essência [...]”, fazendo referência à arquitetura praticada pelo Lelé.

Assim delimitada, a pré-fabricação poderia ser entendida como uma classificação - reconhecer em um edifício um conjunto de características comuns a outros edifícios definindo uma classe (BONTA, 1977, p.140) tendo como referência materiais e técnicas de construção capazes de produzir uma imagem, uma identidade: a arquitetura pré-fabricada, uma das questões dessa pesquisa.

A discussão remete à questão de forma e conteúdo, que Nesbitt transfere para tipo, função e tectônica: “O tipo é muitas vezes associado aos outros dois termos: à função [...] baseado no uso; e à tectônica, quando se refere a tipos, baseados em sistemas estruturais” (2006, p.51).

Mas a expressão arquitetônica é de difícil interpretação. Pré-fabricação à parte, construções permanentes como o Pompidou em Paris (fig.69), de Piano e Rogers, apresentam uma tectônica não muito distante do Palácio de Cristal de Paxton (fig.69a), uma edificação transitória do século XIX.



**Figura 69 – Palacio de Cristal. Londres. 1851.**

**Fonte: Crystal Palace Foundation, UK**



**Figura 69a – Centro Pompidou. Paris. 1977**

**Ilustração: Pinterest . Kyler Spickler**

Já o aeroporto de Jeddah na Arábia Saudita (fig.70) - desenhado por Skidmore, Owings and Merrill, SOM - apesar de sua visível efemeridade, é uma construção permanente. O desenho segue o mesmo princípio das estruturas projetadas por Frei Otto para as Olimpíadas de Munique (fig.70a), em 1970.



**Figura 70 – Aeroporto de Jeddah. SOM**

**Fonte: Pinterest**

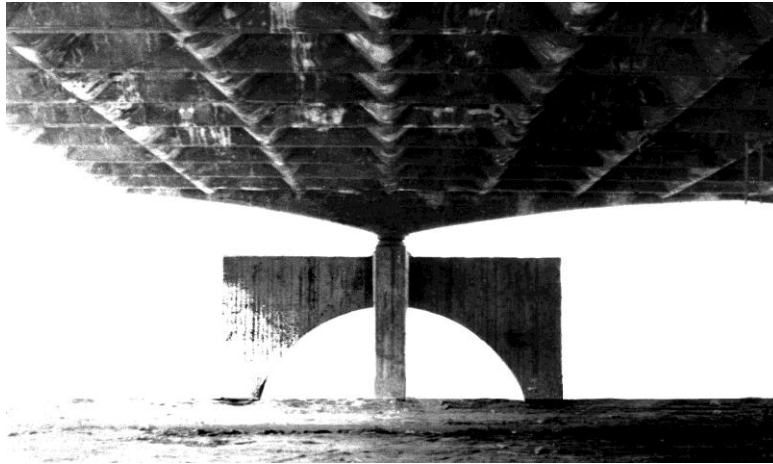


**Figura 70a – Olimpíadas de Munique.**

**Fonte: [www.Apenverein.de](http://www.Apenverein.de)**

Talvez mais difícil ainda seria imaginar que, por trás da robustez e potencial durabilidade do concreto aparente do pavilhão do Brasil em Osaka (fig.71) em 1970, de Paulo Mendes da Rocha e equipe, estaria um edifício concebido para ser demolido; ou que o pavilhão de Barcelona de Mies van Der Rohe, de 1929, depois de demolido -

como previsto, logo após a exposição internacional - seria reconstruído meio século mais tarde, para o bem da arquitetura.



**Figura 71 – Pavilhão de Osaka. 1970.**

**Arquivo: Paulo Mendes da Rocha.**

Em alguns casos, Paz (2008) entende que concepções transitórias nem sempre atingem a plenitude ou a desmontagem: a torre Eiffel continua de pé e ninguém reclama por sua demolição, como havia sido imaginado inicialmente; e edifícios concebidos para receberem futuras expansões, quase sempre ficariam limitados à sua forma original.

Assim, alguns desses conceitos trouxeram grande desgaste até mesmo quanto à confiança na estabilidade desses edifícios. Sendo a pré-fabricação uma montagem, seria razoável imaginar a possibilidade de desmontagem dos fragmentos que a compõem, o que, de certa maneira associou esses edifícios à ideia de fragilidade.

Entretanto, a “desmontabilidade das estruturas” (EL DEBS, 2000, p.68) pré-fabricadas tem se tornado inviável. Com os conceitos recentes de ligações entre os elementos através de concretagem de solidarização na obra - principalmente os de seção parcial - a desmontagem, na prática, transformou-se em uma demolição. As escolas transitórias projetadas pelo Lelé são uma exceção nesse contexto.

### 2.3.3. Porque a Arquitetura tem se afastado da Pré-fabricação?

De acordo com Salas (1988, *apud* SERRA, 2005), a história da pré-fabricação pode ser subdividida em três períodos distintos, apesar de nem sempre estarem associados a aspectos positivos da arquitetura.

O primeiro período - a reconstrução da Europa no Pós-Guerra entre 1950 e 1970 - seria uma resposta à demanda por habitação, com sistemas pré-fabricados de paredes portantes (fig.72), com avanços tecnológicos importantes, mas não com uma arquitetura de igual relevância. A tentativa de harmonizar o projeto e a produção industrial “[...] não foi compreendida pelos arquitetos e construtores do após-guerra, que ergueram extensos e deprimentes conjuntos habitacionais na região de Paris e em alguns países socialistas” (BRUNA, 1976, p.24). A urgência em atender a essa demanda teria favorecido a excessiva padronização dos elementos e a repetição dos edifícios com sistemas fechados pré-fabricados, “[...] levando à uniformidade, monotonia e rigidez na arquitetura [...]” (SERRA, 2005 *apud* FERREIRA, 2006).



**Figura 72 – Plattenbau.**

**Fonte: *Plattenbau is your friend.***

Já o segundo período - nas décadas de 1970 e 1980 - seria marcado por acidentes com estruturas pré-fabricadas, causando uma grande rejeição a esse sistema construtivo,

destacando-se o colapso progressivo - a ruína em grande parte da estrutura - ocorrido no edifício Ronan Point Flats (fig.73), Inglaterra em 1968. Com 22 pavimentos e paredes portantes de concreto, esse edifício sofreu uma ruína por “efeito dominó” (EL DEBS, 2000, p.217) levando essas estruturas a serem conhecidas também como “castelo de cartas” em consequência do subdimensionamento das ligações entre as peças. Mas o superdimensionamento também foi causa de rejeição na pré-fabricação. Em 1904, o engenheiro inglês John Brodie (El Debs, 2000, p.29) foi criticado por construir um edifício com três pavimentos em Eldon Street (fig 73b), Liverpool, com paredes portantes pré-moldadas consideradas superdimensionadas, triplicando o custo da obra.



**Figura 73,73a – Ronan Point Flats**

**Fonte: devastatingdisasters**



**73b – John Brodie. Eldon Street.**

**Fonte localwiki, Liverpool**

E por último, o período após a década de 1980, marcado pela deterioração e rejeição social dos grandes conjuntos habitacionais - pela excessiva repetição de projetos padrão - levando à demolição de vários edifícios, associando a pré-fabricação a uma arquitetura de baixa qualidade. “Os arquitetos do movimento moderno alimentavam grandes esperanças quanto às possibilidades de transformar a sociedade mediante a produção em massa de objetos e moradias econômicas” (NESBITT, 2006, p.21).

Mas outras questões também contribuíram para o afastamento entre a arquitetura e a pré-fabricação. A produção de obras em grande escala algumas vezes se resumiu à

construção de protótipos, de um único edifício, contrariando a lógica e o potencial construtivo dessa tecnologia. Considerando-se que uma fôrma metálica pode resistir à confecção de até 1200 peças como já visto anteriormente, a pré-fabricação de obras isoladas em ciclo fechado pode se tornar excessivamente onerosa se comparada com as construções tradicionais.

Além desses aspectos, parece haver uma atitude negativa com relação ao uso de materiais de construção produzidos em série. A ideia, defendida pelos regionalistas críticos, preconiza uma arquitetura voltada para as questões bioclimáticas, para a manutenção da topografia original, como uma resposta para cada lugar específico “[...] capaz de resistir às pressões homogeneizadoras do capitalismo moderno” (NESBITT, 2006, p.59). Entretanto, vale lembrar que as tecnologias alternativas de pré-fabricação têm caminhado nesse sentido, o que poderia servir como atenuante nessa análise.

Paz (2008) também percebe esse desgaste, mas por um motivo diferente. Segundo ele, as arquiteturas excessivamente voltadas para a tecnologia - caso da pré-fabricação - assinam “[...] seu atestado de óbito, porque é próprio da tecnologia a obsolescência”. Também afirma que a resolução integrada da arquitetura, estrutura, instalações, iluminação e ventilação, programa arquitetônico e poética, praticadas pelo Lelé e idealizadas no movimento moderno, infelizmente não resiste em países pobres e com grandes problemas como o Brasil.

Ainda sobre essa realidade social, o País não cumpriu a promessa desenvolvimentista e os excedentes de mão-de-obra não especializada tornaram-se ainda mais numerosos, postergando a introdução de novas tecnologias, principalmente na construção civil. Entretanto, para Kapp (2005), essas forças produtivas se adaptaram as demandas da produção: “A arquitetura modernista brasileira não existiria sem a tecnologia do concreto armado e a disponibilidade de mão-de-obra assalariada” (KAPP, 2005,p.117).

O afastamento entre a arquitetura e as tecnologias, como a pré-fabricação, pode também estar associado a problemas históricos: “[...] O divórcio em questão é mais antigo, tendo suas origens no Renascimento italiano” (GRAEFF, 1995). Nesse período, a ausência de novos problemas técnico-construtivos na arquitetura não exigiu maiores esforços desses profissionais, “[...] permitindo que o *arquiteto-mestre-de-obras* fosse substituído pelos pintores e escultores nas tarefas da concepção [...] dos espaços arquitetônicos [...]” (GRAEFF, 1995, p.129). Os valores da arquitetura são substituídos por certa cenoplastia arquitetônica:

[...] O divórcio entre a arte e a técnica [...] começa com o distanciamento entre a teoria e a prática, o desenho/ proposta teórica e a construção/ realização prática da obra (GRAEFF, 1995, p.129-130).

Finalmente, é possível constatar ainda a escassa produção teórica sobre a arquitetura pré-fabricada no País, dificultando a disseminação desse conhecimento de maneira sistemática, situação semelhante a do modernismo na década de 1930-60: “[...] O conhecimento disciplinar só era transmitido [...] nos escritórios, sem que fosse formalizado e se tornasse passível de transmissão para as futuras gerações” (MAHFUZ, 2002, p.04). As pesquisas sobre a tecnologia construtiva ficaram mais restritas às escolas de engenharia, onde uma bibliografia adequada, laboratórios específicos e o ensino da pré-fabricação na estrutura curricular contribuíram decisivamente com a permanência desse assunto em pauta.

#### **2.3.4. Descaminhos.**

No Brasil, segundo Bruna (1976, p.18), os equívocos na aplicação da industrialização da construção causaram sérios danos conceituais. “Tem sido posta em questão a própria validade da industrialização da construção como resultado de análises de processos restritos e de insucessos parciais técnicos ou econômicos sem terem sido devidamente esclarecidos a escala e os objetivos dessas experiências”.

No panorama internacional, um artigo de autoria de Chris Knapp, diretor do Built-Environment Practice, publicado em 2013 chegou a “decretar” a morte da pré-fabricação:

Pré-fabricação - não há outra palavra no vocabulário da arquitetura que mais erroneamente afirma uma mudança positiva. Por mais de um século, esta estratégia industrial de produção aplicada ao edifício serviu tanto de fonte inesgotável de otimismo para a arquitetura, como de incontáveis decepções. Este é um convite para o fim da pré-fabricação. (KNAPP, 2013).

Entretanto, em alguns dos exemplos de fracassos na pré-fabricação citados por Knapp como o conjunto residencial Pruitt-Igoe (fig.74), de Minoru Yamasaki - implodido em 1972 – o processo construtivo parece não ser a questão central. Moreira (2001) entende que a própria política urbana, a política habitacional, as questões administrativo-financeiras e a própria arquitetura foram determinantes no insucesso de alguns empreendimentos nesse período.



**Figura 74 – Conjunto Pruitt Igoe**  
Fonte: [dailymail.co.uk](http://dailymail.co.uk), 23 may 2013



**Figura 74a – Pritt Igoe. Implosão.**  
Fonte: State Historical Society of Missouri

Knapp também cita o insucesso das casas industrializadas Dimaxion e Wichita de Buckminster Fuller, fato que Bonta atribui a outros fatores: a questão seria de ordem “estética e semântica, não tecnológica ou funcional” (BONTA, 1977, p.54). Segundo Knapp (2013), “[...] Walter Gropius tentou por muitos anos desenvolver uma resposta à produção industrial baseada em *princípios artisticamente unificados* [...]”. Considerando

a questão sob este ponto de vista é possível levantar a questão de que o problema não estaria na industrialização, mas na própria arquitetura.

Mas em um ponto Knapp (2013, p.04) parece ter razão: a arquitetura perdeu importância no final do século XX ao abandonar os ideais do modernismo para discutir as questões compositivas, afastando-se de problemas tradicionais como a tecnologia e a demanda por habitação.

Tschumi (2006) responde melhor à questão ao detectar uma mudança de paradigmas com o surgimento do pós-modernismo. Segundo ele, a semiótica tentou “[...] reduzir o edifício a uma *mensagem* e o seu uso a uma *leitura*.” (TSCHUMI *apud* NESBITT, 2006, p.180).

O interesse pela estrutura [...] sumiu do rol das conferências [...] e cursos de arquitetura [...]. Parece ter desaparecido durante a década de 1960, sem que ninguém se desse conta [...]. A progressiva redução da massa volumétrica das construções representou para os arquitetos a possibilidade de compor, decompor e recompor volumes arbitrariamente, segundo leis formais e não estruturais. [...] Afinal de contas, quem está interessado em salientar que as pilastras dóricas do historicismo corrente são feitas de compensado de madeira pintada [...]? (TSCHUMI *apud* NESBITT, p.180).

Formulado de outra maneira, a quem interessa saber se as colunas neoclássicas de Ricardo Boffil são estruturas de concreto pré-fabricado? As colocações de Tschumi ressoam nas obras de ampliação da National Gallery em Londres em 1985, de Robert Venturi. Segundo Montaner (1999, p.151),

[...] poderíamos dizer que as colunas e pilastras que aparecem nas obras de Robert Venturi [...] atuam como *objets trouvés* [...]: os elementos convencionais da tradição clássica são extraídos do contexto da história e introduzidos em um edifício moderno para impressionar nossos sentidos, atuando no nível das aparências.

As questões acima apenas confirmam que “os meios de produção e representação tiveram papel transformador na arquitetura nos séculos XIX e XX” (DUARTE, 1999, p.116). O racionalismo estrutural do modernismo deu lugar aos conceitos de comunicação do pós-modernismo, sendo este um dos motivos mais significativos do afastamento entre a arquitetura e a pré-fabricação.

Em entrevista ao Conselho de Arquitetura e Urbanismo- CAU, pouco antes de falecer, Lelé se antecipa, com uma possível resposta a essas questões: “Nós arquitetos temos que ser construtores”, e completa: “O arquiteto nunca deve deixar de ser construtor, como o foi durante toda a Antiguidade. Se ele perder essa condição, nossa profissão vai entrar num declínio total, como já começa a ocorrer” (LIMA *apud* CAUBR, 2014). O pensamento de Montaner (1997, p.64) caminha na mesma direção: “A história da arquitetura é a história da construção”.

Entretanto, as observações de Zarecor (2011, p.297) parecem traduzir melhor a essência da relação entre a arquitetura e a construção. Segundo ela, a arquitetura tem sido guiada pelos processos construtivos, pela capacidade de produção e pelas limitações materiais - mais do que a história da arquitetura possa admitir, embora a função essencial da arquitetura continue sendo desenhar espaços para a interação e a experiência humana.

### **2.3.5. Pré-fabricação e Representação: Arquitetura Escolar no Brasil.**

Um breve estudo dos edifícios escolares institucionais no Brasil, especialmente aqueles construídos através da pré-fabricação, exemplificam melhor a discussão. Embora as questões pedagógicas não sejam a questão central nesse caso, vale observar que as experiências mais recentes têm em comum as ideias de Anísio Teixeira, com referências positivas também ao educador Paulo Freire, conforme será visto adiante.

Alguns conceitos relacionados com o objeto arquitetônico pré-fabricado podem ser reconhecidos até mesmo visualmente. Mahfuz entende a identidade formal em arquitetura como uma qualidade essencial: “O que configura uma edificação como obra de arquitetura é a espacialização de um programa por meio de uma estrutura formal dotada de identidade [...]” (MAHFUZ, 2015, p.303). Nesse sentido, os programas de construção de edifícios escolares no Brasil fizeram uso político-ideológico intenso dessas imagens. São edifícios com identidade visual inconfundível: o Império adotou o

estilo neoclássico, a república o neocolonial e, mais recentemente, alguns programas de construção de escolas públicas optaram pela pré-fabricação.

### **2.3.5.1. A Escola como representação da arquitetura pública institucional.**

Após a Independência do Brasil, é fundada a primeira escola pública secundária no Rio de Janeiro, o Colégio Pedro II, em 1838. A partir de 1870 são construídas as Escolas do Imperador com o objetivo de prover a “instrução pública” (NISKIER *apud* FERNANDES, 2006. p.35), com projetos trazidos da Europa. Os recursos haviam sido doados pela Associação Comercial para a construção de um monumento comemorativo da vitória na Guerra do Paraguai, mas foram redirecionados para a construção de escolas, a pedido do Imperador. A Escola Municipal São Sebastião (1872) foi a primeira a ser inaugurada por D. Pedro II, de um total de oito. Com escala monumental e localização privilegiada em áreas nobres, ganharam situação de destaque no ambiente urbano da época.

Os edifícios tinham aparência neoclássica: uma construção simétrica, subdividida em três corpos com alas masculina e feminina separadas, frontões e o relógio no centro da composição (fig.75) - uma representação da arquitetura pública institucional. A escola contituiu-se em um símbolo do estado - ou das elites: “A substituição do sino pelo relógio nos tímpanos deixa claro o rompimento entre o Estado e a Igreja, caracterizando o primeiro como marca de modernidade” (DRAGO, 1999).



**Figura 75 – Escolas do Imperador em estilo neoclássico. São Sebastião, RJ**

**Fonte: [Contruircrisrenata.blogspot.com](http://Contruircrisrenata.blogspot.com): RioAntigo por Paulo Pacini**

Com o fim do Império e a chegada do regime republicano surgem esforços para a modernização do estado com um novo conceito de educação pública, principalmente em São Paulo. Artigas, cuja obra em grande parte foi dedicada à arquitetura escolar, faz referências a esse período: “a escola e o relógio, que se transformaram em símbolo do ardoroso ideário republicano, aparecem nas praças mais novas em substituição da igreja e do cruzeiro” (ARTIGAS *apud* FERNANDES, 2006, p.37).

Durante a gestão de Pereira Passos na prefeitura no Rio de Janeiro no início do século XX, a aparência do edifício escolar passa a ser dominada pelo *Beaux Arts* e o ecletismo é adotado como o estilo oficial da arquitetura escolar brasileira: “A instrução é percebida como fator de progresso” (FERNANDES, 2006, p.38).

O ecletismo destaca-se também nas construções escolares em São Paulo, com predominância de pés direitos altos, coberturas sem beirais, construção sobre porões, piso em madeira e ladrilho hidráulico nas áreas molhadas. Entre elas, de reconhecida qualidade são a Escola Caetano de Campos (fig.76a) de 1897 na Praça da República e a Escola Rodrigues Alves (fig.76) na Avenida Paulista, de 1907, ambas projetadas por Ramos de Azevedo.



**Fig 76- Escola Rodrigues Alves. 1907**  
**Fonte: laeti.photoshelter.com**



**Fig 76a. Escola Caetano de Campos. Ramos de Azevedo**  
**Fonte: sampahistorica Foto: Guilherme Gaensly**

Segundo Drago (1999), já na administração de Prado Junior no Rio (década de 1920), o então diretor de Educação e Cultura Fernando Azevedo promove a função social da escola que adquire uma feição neocolonial (fig.77), decorrente das aspirações

nacionalistas dos intelectuais daquele período. “O neocolonial representou o elemento de transição do olhar de influência clássica européia, voltando-se para a América” (ARACY AMARAL *apud* FERNANDES, 2006, p.39).



**Figura 77- Escola Normal em estilo neo-colonial, atual IERJ. Arquitetos Bruhns e Cortez. 1926.**

**Fonte: [www.fau.ufrj.br](http://www.fau.ufrj.br) Foto: Rodrigo Araujo**

Na década de 1930, é a arquitetura moderna que começa a se impor. Durante o governo de Getúlio Vargas, o ministro Gustavo Capanema articula um projeto moderno de educação para o País. Em 1932, o educador Anísio Teixeira integra o grupo de intelectuais que lança o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, entendendo o edifício escolar como “a base física e preliminar para o programa educacional projetado” (ANÍSIO TEIXEIRA *apud* FERNANDES, 2006, p.24). Prevê a permanência do aluno na escola em tempo integral, com formação intelectual em parte do dia e o restante dedicado à formação cultural, física e social. As ideias de Teixeira tem grande influência do filósofo e pedagogo norte-americano John Dewey.



**Figura 78 – Eneas Silva – Escola Platoon. RJ**

**Fonte: [www.rioquepassou.com.br](http://www.rioquepassou.com.br) Foto: Malta – novembro de 1934**

Entre 1931 e 1936, Anísio Teixeira sucede Fernando Azevedo na diretoria de Educação do Distrito Federal, transferindo-se para o Rio de Janeiro. Constrói escolas referenciadas no modelo norte-americano Platoon, aqui projetadas por Eneas Silva (fig.78), chefe da Divisão de Prédios e Aparelhamento Escolares - DPAE, do Departamento de Educação do Distrito Federal. Tinham linhas retas e volumes geométricos, proto-modernistas, embora Abreu a elas se refira como "[...] Art-Decô a partir de elementos que evocam a máquina, a arquitetura naval, a velocidade e a aerodinâmica [...]" (ABREU, 2007, p.39). Além de Enéas Silva, o DPAE contava outros arquitetos, entre eles o jovem Affonso Eduardo Reidy.



**Figura 79 – Hernani do Val Penteadó – Escola Padre Manoel da Nobrega. SP. 1930**

**Fonte: Arquivo FDE, SP.**

Em São Paulo, na década de 1930, dois arquitetos se sobressaem na arquitetura de escolas construídas pela Comissão Escolar (fig.79): José Maria da Silva Neves e Hernani do Val Penteadó, este último também autor do projeto do Aeroporto de Congonhas. Silva Neves propõe edifícios escolares livres das influências dos estilos históricos, usando “[...] formas geométricas simples e estrutura independente [...]” (BUFFA, 2002, p.78). Entre suas obras, destaca-se o Grupo Escolar Godofredo Furtado (fig.80), da década de 1930.



**Figura 80 – Jose Maria da Silva Neves: Grupo Escolar Godofredo Furtado.**

**Fonte: [www.dezenovevinte.net](http://www.dezenovevinte.net)**

Com Otávio Mangabeira no governo da Bahia, em 1947, Anísio Teixeira ocupa o cargo de Secretário da Educação daquele estado quando finalmente concretiza suas ideias no Centro Educacional Carneiro Ribeiro (fig.81a), projeto de Diógenes Rebouças, a primeira Escola Parque implantada em Salvador, no ano de 1950, uma edificação ao mesmo tempo “[...] simples, funcional e expressiva” (BRUAND, 2005, p.262). Confirmando Bruand, em 1993, o Banco Central do Brasil lança uma cédula (fig.81) em homenagem ao educador, estampando também a imagem do Centro Educacional. Os nomes Escola Parque e Escola Classe foram mais tarde adotados nas escolas de Brasília, entre elas a escola da SQS 114 projetada por Wilson Reis Netto, em 1961, uma referência na arquitetura escolar da cidade.



**Figura 81 – Cédula: Anísio Teixeira e Escola-Parque**

**Fonte: [laeti.photoshelter.com](http://laeti.photoshelter.com)**



**81a- Escola Parque.**

**Fonte: [www.bvanicioteixeira.ufba.br](http://www.bvanicioteixeira.ufba.br)**

Ainda na década de 1960, destacam-se as escolas primárias (fig.82) construídas no governo de Carlos Lacerda no Rio de Janeiro. Projetadas por Francisco Bologna, essas escolas mantêm forte identidade plástica e padronização, mesclando materiais tradicionais como tijolo e telha colonial de barro à estrutura em concreto aparente.



**Figura 82 – Francisco Bologna. Escola em Copacabana, RJ. Década de 1960.**

**Fonte: rioquepassou**

Fernandes (2006, p.52) entende que a construção de edifícios escolares implicou em mudanças não apenas nos métodos e materiais construtivos, mas também em novos conceitos estéticos e ideológicos. Em períodos recentes, a arquitetura moderna brasileira foi enriquecida com edifícios escolares exemplares, como a escola de Pedregulho (1947) de Affonso Eduardo Reidy (fig.83); o Colégio Estadual (1954) de Belo Horizonte, de Oscar Niemeyer (fig.84); e a escola de Itanhaém (1959) de Vilanova Artigas (fig.85).

São edificações escolares ainda fortemente identificadas com a chamada Escola Carioca, onde percebe-se um certo desejo formal e estrutural florescendo juntos, quem sabe os primeiros passos do brutalismo. A apoteose acontece no edifício de Reidy construído não no Brasil, mas no Paraguai (fig.86) em 1952, digno de apresentar-se como uma das primeiras - significativa e bela - obras brutalistas.



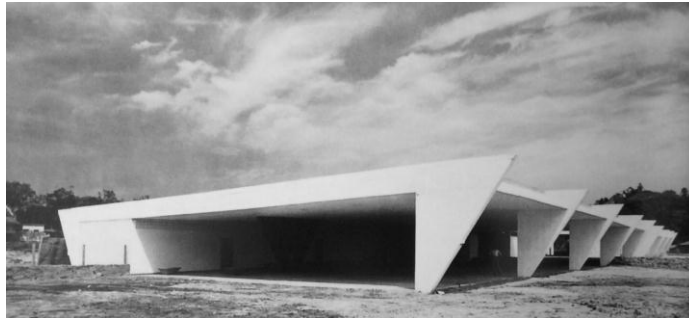
**Figura 83 - Reidy. Escola de Pedregulho, RJ. 1947.**

**Fonte: labhabufrj.weebly.com**



**Figura 84 – Niemeyer. Colegio Estadual, BH. 1954.**

**Fonte: portalpvh.pvh.gov.br**



**Figura 85 - Artigas. Escola de Itanhaém, SP. 1959.**

**Fonte: Archdaily. Arquivo fotografico: Fundacao Vilanova Artigas.**



**Figura 86 - Affonso Eduardo Reidy. Colégio Paraguay-Brasil, Assunción, 1952.**

**Arquivo Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro – MAM.**

### **2.3.5.2. Edifícios escolares institucionais pré-fabricados.**

*Para Artigas (1999), a situação vivida pelo Brasil no final da década de 1950 e início de 1960 exigia uma nova concepção de arquitetura, com prédios educacionais que aplicassem as novas técnicas construtivas, como os elementos pré-fabricados.*

(Dora Kowaltowski em Arquitetura Escolar, 2011, pg.90)

Os estudos realizados por Ferrari (2008) identificam cinco programas escolares de edifícios construídos com elementos pré-fabricados de concreto ou argamassa armada. São eles os Centros Integrados de Educação Pública – CIEPs; os Centros Integrados de Atendimento a Criança – CIACs; os Centros Educacionais Unificados – CEUs; as Escolas Transitórias em Argamassa Armada; e as Escolas da Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE. Também os estudos de Kowaltowski (2011) apontam nessa direção, confirmando a importância da pré-fabricação escolar no Brasil.

Por suas particularidades tecnológicas, abrangência social e significado arquitetônico propõe-se um recorte em duas experiências: as Escolas Transitórias em Argamassa Armada e as Escolas da FDE. O interesse nesses exemplos reside no fato de apresentarem soluções arquitetônicas individualizadas, mais flexíveis e ajustáveis as diversas situações, apesar de subordinados à pré-fabricação. Já os projetos dos CIEPs, CIACs e CEUs, apesar da importância, são replicados a partir de edifícios-padrão: um pavilhão de salas de aula, um módulo esportivo, uma creche, biblioteca e outras variações, a depender do programa. Mais rígidos, são edifícios autônomos que se articulam no terreno, algumas vezes desvinculados de seus contextos (PALLASMAA, 2013, p.119). Ainda que sejam pré-fabricados, é possível estabelecer uma relação entre CIEPs, CIACs e CEUs e os antigos colégios públicos padrão: “[...] apesar da economia na compra de materiais [...], chegou-se a conclusão que não dá para fazer escolas iguais em ambientes diferentes” (KOWALTOWSKI, 2011).

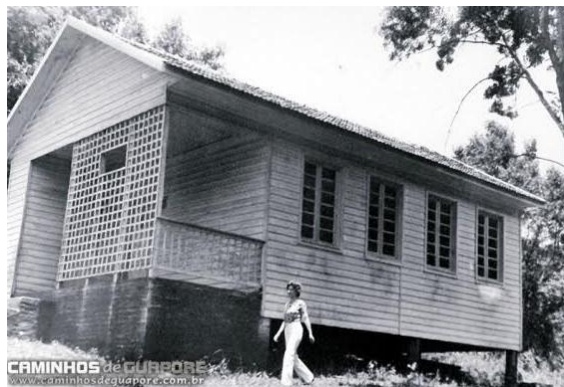
Cabe ressaltar ainda que os programas escolhidos – Escolas Transitorias e FDE - não tem proximidade formal entre si, mas uma possível afinidade tecnológica, ainda que

partindo de métodos distintos: enquanto as Escolas de FDE representam eficiência e pluralidade de soluções, as Escolas Transitórias propostas pelo Lelé carregam um conceito do pós-guerra, a pré-fabricação emergencial e eficiente, coerente com o quadro caótico da educação no País.

Sobre as experiências observadas:

- ***Centros Integrados de Educação Pública – CIEPs.***

Nos anos de 1980, ao se referir à educação, Darcy Ribeiro expressa sua indignação com o fracasso brasileiro nessa questão, à falta de sensibilidade dos governantes para com a população camponesa, que foi urbanizada e proletarizada. Ribeiro entende que o “[...] descalabro educacional tem causas mais antigas. Vem da Colônia, que nunca quis alfabetizar ninguém [...]. Vem do Império que, por igual, nunca se propôs educar o povo. A República não foi muito mais generosa [...]” (RIBEIRO, 1986, p.15). E remete também essas questões às classes dominantes: “Nosso atraso educacional é uma seqüela do escravismo” (p.15) e conclui que, na Guerra de Secessão Americana o Norte venceu a escravidão, mas aqui “foi a escravidão que venceu: fomos o último país do mundo a acabar com a escravidão. [...] Foram os líderes do Império Escravista que passaram a reger a República” (RIBEIRO, 1986, p.16).



**Figura 87 – Brizoletas. 1959 a 1963**

**Fonte: [jessica.britto@pioneiro.com](mailto:jessica.britto@pioneiro.com)**

Diante dessas graves questões, o então governador do Rio de Janeiro Leonel Brizola e seu vice, Darcy Ribeiro, propõem as Escolas de tempo integral nos anos de 1980. Entretanto Brizola já vinha de uma experiência anterior, um programa escolar com o nome “Nenhuma criança sem escola no Rio Grande do Sul”, implantado entre os anos de 1959 e 1963 quando foi governador do Estado. Conhecidas como Brizoletas (fig.87), foram construídas centenas de escolas que utilizavam elementos modulados em madeira e alvenaria, originando um sistema de componentes adaptáveis às diversas condições do território gaúcho.

A partir dessa experiência, os CIEPs foram executados através da pré-fabricação pesada em sistema fechado, com acentuada identidade arquitetônica, de acordo com Kowaltowski (2011). A modulação e o ritmo da estrutura são acessórios à imagem institucional, marcada pela “[...] aparência grandiosa e pavilhonar” (AZEVEDO, 2002, P.40). O projeto, desenvolvido por Oscar Niemeyer, contou com a colaboração de Carlos Magalhães da Silveira, José Manuel Klost Lopes da Silva, João Candido Niemeyer Soares e Hans Muller. A coordenação ficou sob a responsabilidade de Darcy Ribeiro, então vice-governador e secretário de cultura do estado do Rio de Janeiro e ex-reitor da UnB - o berço da pré-fabricação no Brasil. Segundo o engenheiro José Carlos Sussekind, responsável pelo projeto estrutural, nesse caso “a arquitetura é inseparável da estrutura, existe uma especial integração arquitetura-engenharia” (SUSSEKIND *apud* RIBEIRO, 1986, p.103).



**Figura 88,88a,88b – CIEPs**

**Fonte 88, 88a: [www.pdt.org.br](http://www.pdt.org.br) Fonte 88b: [blogdelmanto.blogspot.com.br](http://blogdelmanto.blogspot.com.br)**

Cada CIEP é composto por três edificações com programa rígido, sendo a implantação flexibilizada de acordo com a condição de cada terreno. O prédio principal (fig.88b), o salão polivalente e a biblioteca, totalizam 6.800m<sup>2</sup>. O primeiro edifício é constituído de 03 pavimentos interligados por rampa interna onde se distribuem salas de aula, administração, cozinha, refeitório, assistência médica e odontológica. O salão tem características de ginásio esportivo e auditório, enquanto um terceiro edifício destinado à biblioteca atende a escola e a população.

As obras ficaram sob a responsabilidade de diversas empresas, incluindo a produção dos elementos pré-fabricados (fig.88-88a). Alguns componentes chegavam a 14 toneladas de peso e 11 metros de comprimento. Entre eles, destacam-se os pilares do prédio principal e os componentes - pilares, lajes de piso e as lajes 'gaivota' de cobertura - do salão polivalente. Eram quase sempre confeccionados em fábricas especialmente montadas para atender aos CIEPs, algumas com mais de 600 trabalhadores e 300m<sup>3</sup> de concreto lançados diariamente.

No prédio principal, os pilares pré-fabricados apresentavam segmentos de viga laterais (fig.88a) com desenho semelhante a definição de El Debs, de Elementos em forma de cruz. O segmento de viga em cruz se repete a cada nível de piso, com armadura saliente. Vigas moldadas *in loco* completavam os segmentos de viga laterais fazendo a conexão entre os pilares solidarizando o conjunto. Na face interna dos pilares, ferragens destinadas a consolos de apoio das lajes receberam concretagem de segunda fase após a pré-fabricação do pilar. Segundo Sussekind (*apud* RIBEIRO, 1986, p.113), em fevereiro de 1986 haviam 60 CIEPs construídos, 100 unidades em final de construção e 140 obras sendo iniciadas.

Apesar da eficiência do sistema construtivo, alguns aspectos negativos trouxeram críticas ao programa de Brizola. Para Kowaltowski (2011), a questão arquitetônica teve primazia sobre o aspecto pedagógico, “[...] sobretudo pela ausência de educadores qualificados para esse projeto educacional”.

Outro fator crítico - nesse caso relacionado com a construção - está na definição dos espaços das salas de aula onde as divisórias não alcançam o teto, criando um problema acústico entre os ambientes. Em terrenos menores, foi necessário posicionar a quadra esportiva sobre as salas de aula, também alvo de críticas por questões acústicas - pela ressonância causada nas salas de aula. Kowaltowski (2011) questiona ainda outros aspectos, como os problemas de implantação no terreno decorrentes da excessiva padronização: a adequação quanto a orientação solar e aos ventos dominantes, a topografia e as condições geológicas do local. Ainda, a localização junto às rodovias e grandes eixos viários em busca de visibilidade foi entendida como inadequada à uma escola, trazendo problemas de poluição sonora e acesso inseguro aos alunos. Sobre essa última questão – a localização e a visibilidade – o governo Brizola formulou uma resposta interessante: “É impossível esconder 300 escolas de 10 mil metros quadrados com a beleza do traço de Oscar Niemeyer” (Diário Oficial, 28 de agosto de 1985). Com a politização do ensino, “CIEP, PDT, Brizola e Darcy amalgamaram-se partidariando o projeto educacional” (MIGNOT, 2001).

Entretanto e apesar das críticas, os CIEPs se somaram aos cartões postais do Rio de Janeiro naquele período, recebendo a visita de estrangeiros ilustres como Jimmy Carter, François Mitterrand, Edward Kennedy e Nelson Mandela, entre outros.

- ***Centros Integrados de Atendimento a Criança - CIACs.***

Projetados pelo Lelé, os CIACs - mais tarde renomeados como CAICs - foram construídos pelo governo federal durante a presidência de Fernando Collor. Apesar das 5000 unidades previstas, somente 09 delas foram concluídas (Guimarães, 2010, p.03). Usando a tecnologia da argamassa armada, representavam a evolução do sistema proposto inicialmente em Abadiânia, na Fábrica de Escolas do Rio de Janeiro e na FAEC em Salvador. Mas Lelé abandonou o programa ainda no início, em 1991, diante do desvirtuamento da proposta e de divergências político-ideológicas.

De acordo com Latorraca (2000, p.187), em função da extensão do programa e da variedade de situações topográficas e climáticas, o projeto ganhou grande complexidade em relação aos seus antecessores: em Abadiânia eram utilizados 20 componentes diferentes em argamassa armada, no Rio de Janeiro 50, na FAEC em Salvador mais de 100 e nos CIACs (fig.89) os componentes já passavam de 200. Apesar da complexidade, foram necessários apenas 03 meses para a pré-fabricação e montagem dos componentes do primeiro protótipo em Brasília.



**Figura 89, 89a – CIACs**

**Fonte: [repositorio.ufsc.br](http://repositorio.ufsc.br)**

Assim como nos CIEPs, a estrutura pedagógica e programática dos CIACs foi idealizada por Darcy Ribeiro. “Cada unidade escolar apresentava um programa fechado e complexo, constituído por creches, escolas, ginásio esportivo, ambulatório médico e pequenos abrigos para menores carentes” (GUIMARÃES, 2010, p.03). Entretanto, o uso da argamassa armada tornou-se um problema para a manutenção dessas escolas. Após a entrega das obras, as fábricas dos componentes construtivos foram desativadas, dificultando também as ampliações em consequência do difícil ajuste entre argamassa e as técnicas construtivas tradicionais. A coordenação do programa ficou sob a responsabilidade da Legião Brasileira de Assistência, LBA, subordinada ao Ministério da Criança durante o governo Collor. Com a ascensão de Itamar Franco à presidência, a coordenação dos CIACs – agora CAICs – foi repassada para a Secretaria de Projetos Especiais da Presidência da República, demonstrando a relevância da proposta.

- **Centros Educacionais Unificados - CEUs.**

Os CEUs são escolas da Prefeitura de São Paulo baseadas nas experiências da Escolas Parque, do Convenio Escolar, dos CIEPs e da PES – Praça de Equipamentos Sociais. A proposta de 1989, durante a gestão da prefeita Luiza Erundina, só foi implantada na administração de Marta Suplicy. A arquitetura de Alexandre Delijaicov, André Takiya e Wanderley Ariza tem contribuições de Alvaro Puntoni, Marcelo Suzuki, Brasil Arquitetura, Apiacás Arquitetos e outros escritórios. Segundo Bastos e Zein (2011), os CEUs foram executados a partir de 2001 em concreto pré-fabricado com peças comerciais - vigas, pilares e lajes, tecnicamente um Sistema de Esqueleto e de Pavimento.



**Figura 90 – Centro Educacional Unificado - CEU**

**Fonte: [portal.sme.prefeitura.sp.gov.br](http://portal.sme.prefeitura.sp.gov.br)**

O programa foi distribuído em um longo edifício retangular em 03 pavimentos e quase 200 metros de extensão destinado aos ensinos infantil e fundamental, um edifício para o teatro e instalações esportivas, 03 piscinas descobertas e um volume cilíndrico para a creche (fig.90), que os autores chamam de “o disco”. Duas torres cilíndricas abrigam os reservatórios, semelhantes ao padrão inicial do Lelé nos CIACs.

Além de atender ao programa educacional, cultural, esportivo e recreativo, os autores entendem a proposta arquitetônica das *megaescolas* como uma tentativa de “[...] estabelecer referenciais urbanos significativos em bairros carentes da capital paulista”

(MELENDEZ, 2003, p.62). Segundo Kowaltowski (2011), a idéia é que os CEUs possam servir como praça e ponto de encontro nos finais de semana, um “catalisador” urbano por estarem em áreas de construções precárias.

Anelli (2004) os descreve como intervenções educacionais gigantescas nos bairros periféricos. Também afirma que a continuidade das idéias de Anísio Teixeira aqui se deve em grande parte ao arquiteto Helio Duarte, que em 1948 assumiu a direção da Comissão Executiva do Convenio Escolar, com relevantes contribuições de Ernest Robert de Carvalho Mange, Eduardo Corona, Oswaldo Correa Gonçalves e Roberto Tibau nesse período inicial.

O Convenio Escolar é fruto de um acordo entre o Governo Estadual e a Prefeitura de São Paulo, encerrado em 1959. Anelli relaciona o Convenio com os CEUs:

O projeto [dos CEUs], concebido pela equipe de arquitetos do Departamento de Edificações da Prefeitura de São Paulo- EDIF que se consideram herdeiros do Convenio Escolar, agrupa o programa em três conjuntos volumétricos de formas simples e despojadas. A opção construtiva com sistemas pré-moldados disponíveis no mercado permitiu a agilidade necessária, [...] com 21 unidades entregues no primeiro ano e 24 unidades previstas para o segundo (ANELLI, 2004).

Em 2004, Anelli testemunha a intensa utilização dos CEUs pela população.

- ***Escolas Transitórias em Argamassa Armada.***

Escola Transitória foi o nome escolhido pelo Lelé para sua experiência pioneira com edifícios em argamassa armada na década de 1980, em Abadiânia, Goiás. Construída em apenas 45 dias, recebeu esse nome pelo fato de ser leve, expansível e desmontável. O projeto tem forte apelo ideológico, o que Lelé justifica: “A instabilidade da política agrícola aliada ao uso predatório da terra determina a transitoriedade do domicilio familiar do trabalhador do campo e o funcionamento efêmero das escolas rurais” (LIMA, 1984, p.19).

De fato, Lelé percebe a existência de escolas desativadas, abandonadas ou sem manutenção em municípios carentes. Diante dessa dura realidade, ainda que o desenho para essas novas escolas preveja a possibilidade de expansão, Lelé se pauta na possibilidade da *obsolescência* para desenvolver o sistema construtivo. O modelo adotado foi também imaginado para outros programas sociais como creches e postos de saúde.

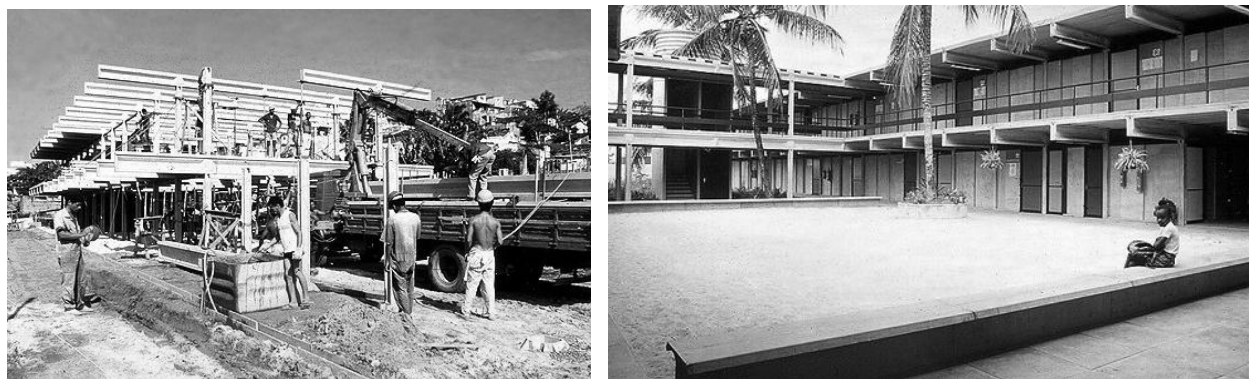
Totalmente pré-fabricadas, privilegiando a mão de obra com peças leves, são realizações que guardam algumas conexões com o Brutalismo paulista, como o concreto aparente e a exposição das instalações. Lelé dedica-se intensamente à esse programa concretizando obras espartanas, de uma simplicidade quase óbvia, mas de qualidade arquitetônica inquestionável. Lelé também se antecipa na discussão sobre a sustentabilidade: preconiza uma construção com condições ambientais adequadas – o *shed* passa a ser uma marca do arquiteto - boa durabilidade e resistência, baixa manutenção, menor incidência de materiais industrializados vindos dos grandes centros, maior utilização de mão de obra local e rapidez de execução.

Ao longo de sua história, Lelé põe em operação quatro Fabricas de Escolas. A experiência de Abadiânia acontece de maneira “romântica” (LELÉ *apud* LATORRACA, 2000, p.137), com poucos recursos e grandes dificuldades. Nessa volta ao cerrado em 1982, Lelé revive os tempos pioneiros de Brasília. Convidado pelo amigo frei Mateus Rocha, ex-reitor da UnB e líder da comunidade local, desenvolve um projeto piloto e constrói a primeira Fábrica de Escolas, ainda singela, no interior de Goiás. Ex-coordenador das obras da UnB até 1964, Lelé reassume esse papel somando esforços com simples operários na construção daquela que viria a ser a primeira escola pré-moldada com estrutura em argamassa armada do Brasil.

De acordo com Segawa, “toda matéria-prima utilizada foi obtida no próprio local ou em regiões circunvizinhas” (*apud* RISSELADA, 2010, p.63). Entretanto, foi necessária a construção de uma ponte para se chegar até o local da obra, também realizada

prontamente por Lelé e sua equipe, utilizando pré-moldados de argamassa armada. A experiência foi oferecida ao governo de Goiás para que a Fábrica de Escolas fosse ampliada em um projeto com a abrangência do Estado, mas o governo não se interessou pelo assunto.

Com pequenas variações na *família* de peças pré-fabricadas, esse protótipo teve continuidade na Fábrica de Escolas do Rio de Janeiro, em Brasília e na FAEC, em Salvador, na década de 1980.



**Figura 91,91a – Escola em argamassa armada**

**Fonte: [www.vitruvius.com](http://www.vitruvius.com); junho 2015; Divulgação: Adriana Figueiras Lima**

Em 1984, Lelé recebe a visita em Abadiânia de Darcy Ribeiro, então secretário da Educação do Rio de Janeiro, acompanhado do governador Leonel Brizola. O chamado Socialismo Moreno (SENTO-SÉ, 2004) iria gerar a maior experiência da história nesse tipo de pré-fabricação, até aquele momento. Com um novo caminho à frente, Lelé despede-se de Abadiânia, de frei Mateus e das aulas na Universidade Católica de Goiás. Transfere-se para o Rio de Janeiro, sua terra natal e inicia sua segunda Fábrica de Escolas, construindo mais de 200 edifícios escolares (figuras 91,91a).

Após a eleição de Waldir Pires para o governo da Bahia em 1986, Lelé volta para Salvador e implanta a Fábrica de Equipamentos Comunitários- FAEC, com apoio do

prefeito Mario Kertesz. Nesse período, amplia a experiência em argamassa armada, executando novos protótipos para creches, mobiliário urbano e infraestruturas.

Cabe também uma referência à importante experiência da arquiteta Mayumi Watanabe Souza Lima, realizando escolas e outros equipamentos através da Prefeitura de São Paulo, entre 1989 e 1992, com apoio de Lelé. Nesse período, Mayumi coordena o Centro de Desenvolvimento de Equipamentos Urbanos e Comunitários – CEDEC na gestão de Luisa Erundina, com o educador Paulo Freire à frente da Secretaria de Educação. Graduada pela FAUUSP em 1960, Mayumi trabalha com Artigas, Joaquim Guedes, Lina Bo Bardi e, em 1962, ingressa no Mestrado na UnB, onde mantém contato com Lelé. No Ceplan-UnB desenvolve o projeto da quadra São Miguel, em Brasília, que utiliza componentes pré-moldados. Em 1965, após a demissão coletiva dos professores da UnB, Mayumi retorna a São Paulo. Militante dos movimentos sociais, é presa e torturada pela ditadura no início dos anos de 1970 com Rodrigo Lefevre, Sergio Ferro e seu companheiro Sergio Souza Lima. Participa de diversos programas sociais voltados para a educação como a CONESP. Com a eleição de Erundina, em 1989, assume a direção do Departamento de Edificações da prefeitura de São Paulo- EDIF onde cria o CEDEC. Segundo Buitoni (2009), a fábrica direcionada para elementos em argamassa armada realizou sete escolas, diversos equipamentos e mobiliário urbano, sempre associando a arquitetura à questão pedagógica, as duas principais motivações de sua vida profissional. Mas o CEDEC encerra suas atividades com a eleição de Paulo Maluf. Vítima de acidente, Mayumi Watanabe Souza Lima faleceu precocemente aos 59 anos, deixando um importante acervo e diversas publicações sobre a arquitetura escolar.

Já citados acima, os Centros Integrados de Ensino- CIACs (1991) também são escolas em argamassa armada com sistema construtivo semelhante as Escolas Transitórias, mas que nesse caso são entendidas como centros educacionais em função das grandes dimensões.

Com o afastamento do Lelé por questões políticas, o governo Collor repassa a construção dos CIACs para a iniciativa privada, engessando o projeto inicial e eliminando o aspecto social da produção. Após essa experiência amarga, Lelé encerra definitivamente a fabricação de escolas em argamassa armada.

## TECNOLOGIA

O módulo construtivo adotado em Abadiânia era 115x115cm, com submódulo de 57,5cm nas placas de piso. Todas as questões eram fundamentadas no peso para fabricação e transporte dos componentes. O módulo estrutural, um espaço equivalente a 4x10 placas de piso tem 230x575cm entre eixos de colunas. As vigas foram confeccionadas em dois segmentos de 486cm, totalizando 972cm de comprimento, após uma engenhosa ligação das duas partes com um parafuso na região tracionada. São peças isostáticas, simplesmente apoiadas, com balanços nas duas extremidades. Cálices de fundação recebem os pilares, também pré-fabricados. Nesse protótipo, com 12 módulos, a área coberta tem aproximadamente 280m<sup>2</sup>. As lajes moduladas são chamadas de telhas, com 56cm de largura e vão de 230cm entre vigas.

Resumidamente, os componentes estruturais pré-fabricados da Escola Transitória de Abadiânia são cálice de fundação, pilar, viga, telha beiral, telha tipo, telha capa e placa de isolamento térmico. Além dos elementos que compõem o *shed* na cobertura, também foram pré-fabricadas divisórias e rodapés para diversas situações, com mais de 10 elementos diferentes. A espessura desses elementos não passa de 20mm, o que significa um baixíssimo consumo de cimento e aço por m<sup>2</sup> de construção. Resultado: o peso de todas as peças desse protótipo, somadas, não ultrapassa 41 toneladas.

Nas Fábricas de Escolas do Rio de Janeiro e Salvador também foram produzidas peças metálicas como eletrocalhas, luminárias e portas pivotantes obedecendo a um sistema de produção série racionalizado, visando a industrialização. Mais tarde, em regiões acidentadas dessas cidades, em terrenos desprezados pelo poder público e pelo mercado imobiliário - tidos como inaproveitáveis ou de difícil acesso - Lelé retoma a

fabricação de elementos atípicos do programa, voltados para a infraestrutura. Algumas vezes foram necessários muros de arrimo para nivelar e “criar” um terreno, em outras até mesmo fazer uma passarela para se ter acesso a obra. Diante da ausência de mobiliário urbano, Lelé passa a fabricar também abrigos de ônibus, bancos de praça, sanitários públicos, até escadarias e canais drenantes para pequenos cursos d’água em áreas carentes. Também foram desenvolvidas variações do protótipo de Abadiânia, com escolas em dois pavimentos e auditórios. Nesse último caso, os pilares são substituídos por tirantes que sustentam as lajes em uma viga *Vierendeel* invertida.

#### IDENTIDADE PRÉ-FABRICADA.

A pré-fabricação de Escolas Transitórias proposta pelo Lelé difere dos demais casos estudados – com exceção da FDE - pela extrema flexibilidade construtiva. Já citados, os CIACs, por exemplo, também utilizaram a tecnologia da argamassa armada, mas o afastamento do Lelé congelou o desenho, fazendo com que o projeto inicial fosse replicado praticamente sem variações.



**Figura 92,92a,92c – Escola em Senhor do Bonfim, Bahia. Fotos Manoel Balbino**

**Figura 90b – Viga treliçada invertida. Rio de Janeiro. Foto: Eliane Terra**

O módulo estrutural - 250x625cm em Salvador - foi estudado para abrigar funções diversificadas como salas de aula com 03 ou mais módulos, laboratórios, sanitários, salas administrativas, bibliotecas, copa ou cozinha, depósitos e até pátios para recreação. A adição de um segundo pavimento permitiu o aproveitamento de terrenos em desnível sem grande movimentação de terra. O auditório fez com que o singelo programa escolar inicial pudesse ser ampliado, abrangendo inclusive escolas técnicas de médio porte.

Tratando separadamente a estrutura e arquitetura, a articulação dos módulos e os ajustes ao programa e aos terrenos permitiu a participação de diversos arquitetos no projeto, apesar de serem profissionais vinculados às fabricas [sob a coordenação do Lelé] e não a escritórios independentes, como na FDE. Ainda assim não se pode dizer que houve rigidez na arquitetura ou na pré-fabricação.

O sistema construtivo era ao mesmo tempo complexo e singelo, capaz de absorver diversas situações projectuais, articulações entre os módulos e subjetividades. Do protótipo inicial em até a extinção do programa, as escolas do Lelé mantiveram enorme semelhança técnica e visual. De Abadiânia e Rio de Janeiro a Salvador (fig.92), o resultado era inegavelmente a Escola Transitória concebida pelo Lelé.

- ***Fundação para o Desenvolvimento da Educação – FDE***

Com um programa de construção escolar do governo do estado de São Paulo, a origem da FDE - como os CEUs - remonta aos tempos do Convenio Escolar com Helio Duarte, em 1949. Durante o governo paulista de Carvalho Pinto em 1959, foi criado o Fundo Estadual de Construções Escolares em São Paulo- FECE, impulsionado pela política desenvolvimentista do então presidente Juscelino Kubitscheck (SOARES, 2013, p.48). Diversos arquitetos foram contratados para realizar projetos de escolas públicas em São Paulo nesse período. Em 1971, a FECE passa a adotar projetos-padrão com o objetivo de adaptar-se à lei que cria o ensino de primeiro grau, “[...]”

adensa as escolas obrigando os alunos de diferentes níveis a ocuparem o mesmo espaço, antes separados” (SOARES, 2013, p.50).

Em 1976, o governo de Paulo Egydio Martins extingue a FECE e cria a Companhia de Construções Escolares de São Paulo - CONESP. Segundo Bussab (1998, p.25), durante a gestão do arquiteto João Honório de Mello Filho, a CONESP trabalhou com mais de 120 escritórios de arquitetura, garantindo a individualidade de cada projeto escolar, uma tradição ainda dos tempos de Hélio Duarte. Destaca-se a atuação de Mayumi Watanabe na equipe de João Honório, arquiteta responsável pela aproximação entre arquitetura e educação com ênfase na questão pedagógica.

Diante da demanda crescente, a CONESP optou pela racionalização construtiva. “Contudo, em lugar de padronizar os edifícios, decidiu-se pela padronização dos componentes [...]. Depois dessa padronização, [...] podia-se dizer que havia uma cultura de construção escolar racionalizada.” (BUSSAB, 1985, p.24). Entretanto, a fixação de parâmetros construtivos como áreas, módulos e componentes acabou limitando a criatividade dos arquitetos.

Em 1987, a CONESP foi substituída pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação- FDE, “[...] idealizada para atuar tanto na área pedagógica como na de recursos físicos escolares” (FERREIRA, 2006, p.17). Na arquitetura, a FDE passa a utilizar estruturas pré-fabricadas, “porém sem impedir as diferentes soluções arquitetônicas, necessárias às características de cada terreno” (2006, p.24).

Nos projetos de arquitetura surgem nomes conhecidos, confirmando a ampla participação dos arquitetos na construção da escola pública em São Paulo. Na longa lista da FDE aparecem Paulo Bruna, Ubyrajara Gilioli, Eduardo de Almeida, João Walter Toscano, Hector Vigliecca, Marcos Acayaba, Zanettini, Marcelo Suzuki, MMBB, SPBR, Andrade Morettin, UNA arquitetos, Luciano Margotto e outros tantos não menos importantes (FERREIRA, 2006, p.24). A coordenação ficou a cargo das arquitetas Avany de Francisco Ferreira e Mirela Geiger de Mello.

## TECNOLOGIA DE MERCADO, NÃO MERCADORIA.

Os pré-moldados utilizados pela FDE são Sistemas de Esqueleto compostos por vigas, pilares e lajes comerciais produzidos por diversas indústrias, como defendia Eduardo Kneese de Mello. A produção de peças estruturais em fábrica subentende maior controle tecnológico, maior resistência, melhor acabamento e menor manutenção a médio e longo prazo. A busca pela industrialização nas escolas da FDE se estende também aos diversos componentes construtivos como caixilhos e lousas, passando pelas vedações e alvenarias com detalhes desenvolvidos nos tempos da CONESP.

De acordo com Ferreira (2006, p.28), as estruturas pré-fabricadas da FDE tornam-se hiperestáticas após as ligações, apesar de montadas com elementos pré-moldados isostáticos para a fabricação e transporte. Usualmente, são utilizados elementos *pré-moldados de seção parcial* com parte da ferragem exposta à ser preenchida com concretagem *in loco*, completando a seção resistente da peça e solidarizando o conjunto. “Entre as peças pré-fabricadas da superestrutura, são feitas ligações através de luvas inseridas nos pilares e chapas embutidas dos consolos e vigas, soldadas entre si” (FERREIRA, 2006, p.29).

O comportamento final dessas estruturas é bastante próximo das estruturas convencionais. Sua rigidez se deve também às ligações entre pilares e cálice dos blocos de fundação, realizadas por meio de grauteamento, garantindo a transmissão de momentos fletores.

Ferreira (2006, p.30) afirma também que são utilizadas peças estruturais de médio porte, algumas vezes protendidas. São vigas com 10 metros de comprimento e 4,5 toneladas de peso, algumas com dentes Gerber; lajes alveolares protendidas com 7 metros e peso de 1,6 toneladas; e pilares com consolos, que chegam a 18 metros e peso aproximado de 8 toneladas. A resistência mínima admissível para o concreto é de 40 MPa.

## TIPOLOGIAS.

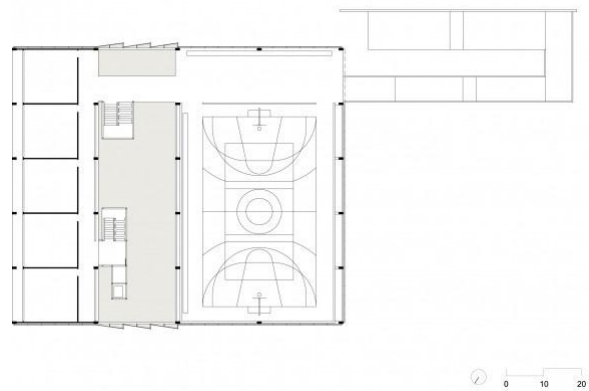
O estudo das Escolas pré-fabricadas da FDE se deve ao fato de se tratarem de edifícios escolares que superam a rigidez da pré-fabricação apresentando grande variabilidade de tipologias e soluções. São edifícios com escala mais modesta e, portanto, de menor visibilidade que os CIEPs, CIACs e CEUs e que ocupam terrenos muitas vezes desfavoráveis, de difícil acesso, exigindo maior versatilidade do sistema estrutural e do projeto arquitetônico.

Enquanto os três programas escolares acima citados tem características rígidas e marcantes - uma certa iconicidade - com relativa autonomia em relação ao entorno, a FDE preconiza que os projetos sejam vinculados ao ambiente urbano e à percepção de cada arquiteto. Entretanto, as dimensões das quadras cobertas algumas vezes limitam o uso do terreno impondo tipologias verticalizadas, ainda que não haja a intenção de monumentalidade.

Apesar de apoiados no mesmo sistema construtivo, esses edifícios tem grande individualidade arquitetônica, sendo por vezes difícil perceber que se trata do mesmo programa. “[...] É possível identificar quatro tipologias dominantes: a) escolas compactas e verticalizadas, b) escolas horizontais com quadras no centro, c) escolas dispostas em mais de um volume e d) escolas longitudinais” (FERREIRA, 2006, p.39).

Espallargas (2005) destaca as escolas realizadas pela FDE em Campinas, SP. Projetar em um ambiente socialmente desfavorável e esquecido pelo planejamento urbano levou Espallargas a chamar o trabalho desses arquitetos de *exercício de resistência*. As dificuldades, a alternância de soluções caso a caso, terreno a terreno, justificam a expressão. São partidos compactos e fechados onde “[...] as dimensões modulares das estruturas de concreto pré-moldado exigem das plantas muita ordem e legibilidade” (ESPALLARGAS, 2005). Aqui foram relacionados 03 dos exemplos citados por Espallargas que mais se aproximam dos objetivos da pesquisa.

O projeto de Andrade Morettin (fig.93), com 15 salas de aula e 3.700m<sup>2</sup> associa pré-fabricação, cobertura metálica e fechamentos leves em policarbonato, “[...] uma pele de fachada para assemelhar-se à estética mais atual dos tempos da virtualidade” (ESPALLARGAS, 2005). Segundo os autores, o projeto intenciona agir como elemento integrador da comunidade local, “provocando ao mesmo tempo estranhamento e atração”. As atividades introspectivas foram concentradas nos pisos superiores enquanto o térreo, aberto, foi concebido como uma extensão do solo público, sem limites formais entre exterior e interior. Pilares, vigas e lajes, pré-fabricados e protendidos, obedecem a modulação de 10,80x7,20m como um grande galpão que abriga as diferentes atividades. A observação dos edifícios industriais permitiu reconhecer um repertório compatível com o sistema construtivo proposto. Os fechamentos em telhas metálicas pré-pintadas e venezianas industriais de PVC confirmam essa lógica construtiva.



**Figura 93 – Andrade Morettin. Escola em Campinas. 86a – planta baixa.**

**Foto: Nelson Kon**

No projeto da Escola Estadual Telemaco Melges (2004), do escritório UNA arquitetos, Espallargas resalta o volume suscito, verticalizado pela quadra poliesportiva na cobertura e monumentalizado (fig.94) por rasgos verticais e pelos finos pilares, reforçados com perfis metálicos. Os autores do projeto entendem que a ideia foi elevar a qualidade da construção com um sistema estrutural em concreto pré-moldado. Com 12 salas de aula e 3780m<sup>2</sup>, também aqui os fechamentos são leves e transparentes e

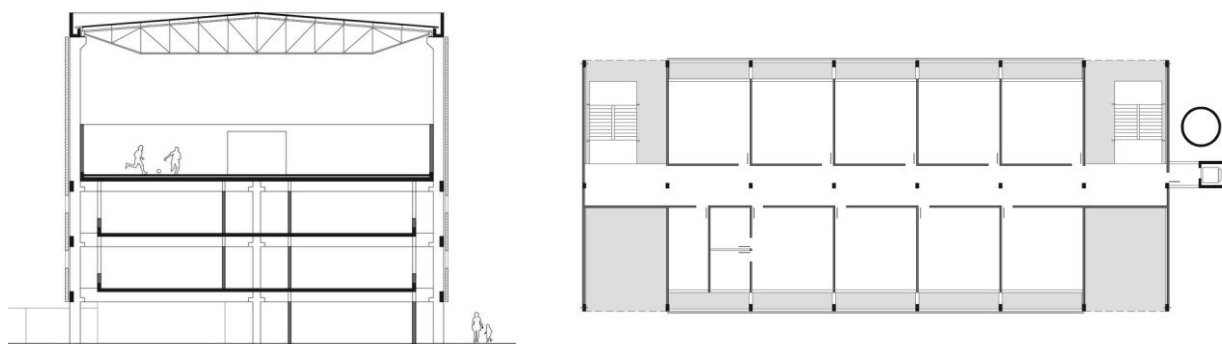
lembram a solução de Kneese de Mello para a UnG em Guarulhos. À noite, a luminosidade dos elementos translúcidos reforça a ideia do edifício como uma referência urbana, diante da homogeneidade das construções do bairro.



**Figura 94 – UNA arquitetos. E E Telemaco Melges.**

**Foto: Nelson Kon**

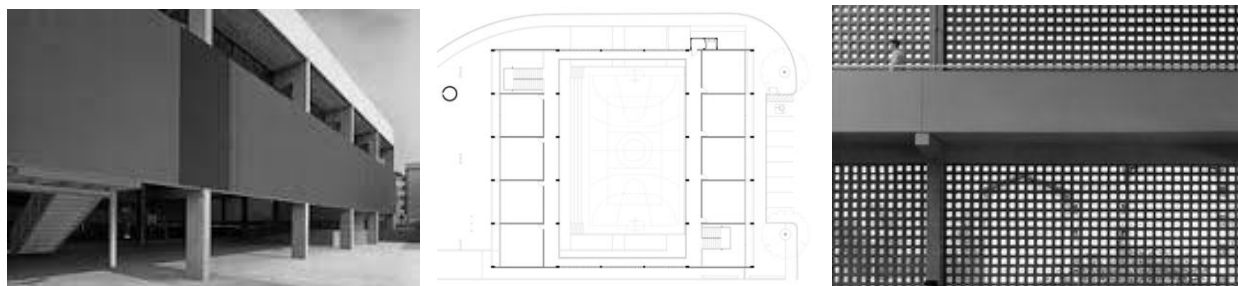
Segundo os autores, “O terreno bastante exíguo e com duas esquinas definiu a implantação compacta e vertical. Os dois acessos correspondem às duas esquinas e são marcados pelas frestas (fig.95) que descolam o volume das empenas laterais. A quadra coberta foi incorporada no topo do edifício, permitindo que a quase totalidade do térreo fosse liberada para as áreas de convívio (coberta e descoberta) e jardins” (UNA arquitetos, 2004, site dos autores).



**Figura 95, 95a – UNA arquitetos. E E Telemaco Melges. Corte e planta-tipo.**

**Fonte: UNA arquitetos**

O MMBB projeta a escola do Conjunto Habitacional Campinas F1 (fig.96) de maneira sucinta, com planta impecável. O pátio central com 08 salas de aula no seu entorno retoma valores da Escola Paulista muito próximos das ideias de Artigas - o edifício como uma praça. A estrutura em concreto pré-moldado aparente contrapõe-se a liberdade no uso das cores nas alvenarias, outra tradição dos tempos de Artigas. O acabamento sólido das fachadas - em contraste com os policarbonatos e brises mais usuais nas demais escolas – diminuem o percurso entre estrutura e vedações. Os fechamentos com elementos vazados das empenas aparecem também em outras escolas (fig.96a).



**Figura 96, 96a – MMBB: Escola Campinas F1.**

**Foto: Nelson Kon. Planta: Fonte: Archdaily**

Entre as escolas da FDE, a do Jardim Ataliba Leonel, em Tucuruvi (fig.97), projetada por Angelo Bucci e Alvaro Puntoni, também apresenta características comuns as anteriormente citadas. A arquitetura propõe o convívio entre a pré-fabricação e a estrutura metálica de desenho refinado, com riqueza de espaços, cheios e vazios. Bucci cita Wim Wenders:

Gostaria que vocês levassem em conta o contrário do que, por definição, é a sua missão [dos arquitetos]: não projetem apenas construções, criem também espaços livres que preservem o vazio, para que o cheio não nos obstrua a vista – que ele deixe o vazio para o nosso descanso (WIM WENDERS *apud* ANGELO BUCCI in: FDE, 2006).



**Figura 97 – Bucci: Escola Jardim Ataliba Leonel**

**Fonte: [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com) Foto: Nelson Kon**

As passarelas metálicas são atirantadas nas vigas da cobertura e os painéis de fachada são ripados apoiados em estrutura metálica, limitando os materiais construtivos a esqueletos aparentes: hora estruturais, hora de fechamento (fig.98). O desenho de Bucci e Puntoni se mantém coerente com a trajetória profissional dos autores, reconhecidos a partir do Concurso para o Pavilhão de Sevilha, passando pela clínica de psicologia e a de odontologia de Orlandia, pela casa de Santa Tereza no Rio de Janeiro e pela sede do SEBRAE em Brasília.



**Figura 98 – Bucci e Puntoni: Escola Jardim Ataliba Leonel - Cortes**

**Fonte: [www.spbr.com.br](http://www.spbr.com.br)**

As salas de aula foram dispostas em um único nível, com circulação externa. O programa da FDE propõe uma quadra esportiva e outras instalações que possam ser utilizadas também pelos moradores. O acesso independente aqui é resolvido em um platô. Para Wim Wenders, “O vazio do platô inferior é o espaço onde a escola e a comunidade se reconciliam” (FDE, 2006).

### **2.3.5.3. Considerações sobre a pré-fabricação de edifícios escolares.**

Entre os cinco programas de construções escolares pré-fabricados estudados, três mostraram-se mais complexos. São propostas tecnológicas exclusivas, configurando sistemas fechados de pré-fabricação: CIEPs, CIACs e Escolas Transitórias. Por outro lado, é perceptível a longevidade das propostas baseadas na pré-fabricação comercial. Nesse sentido, os CEUs da prefeitura de São Paulo e as escolas da FDE do governo de São Paulo são os únicos programas que ainda continuam em atividade.

Entretanto, não se pode imputar à pré-fabricação de ciclo fechado todos os motivos da descontinuidade desses programas, menos ainda imaginar que tenham sido mal sucedidos. Pelo contrário: os CIEPs, CIACs e as Escolas Transitórias da Bahia, Rio de Janeiro e Abadiânia realizaram centenas de construções escolares. No caso das Escolas Transitórias, a dependência do poder público, o transporte das peças em argamassa armada por longos percursos em função da abrangência nacional, a exclusividade da tecnologia e a descontinuidade política – ou falta de vontade política dos sucessores - foram determinantes para o encerramento dos programas.

A realidade é que, entre os diversos aspectos relacionados com as construções escolares no Brasil, fica evidente o uso político da imagem desses edifícios, “[...] como uma assinatura ou um símbolo da gestão” (Kowaltowski, 2011). Essa prática é semelhante ao que ocorreu nos países socialistas com as habitações pré-fabricadas no período Pós-guerra, guardadas as devidas proporções. Segundo Kowaltowski, experiências importantes como os CIEPs e os CEUs têm muito a ver com os políticos: “Eles queriam se colocar no ambiente físico através desses projetos. Você passava na estrada e via que o [Leonel] Brizola tinha feito mais uma escola, que a Marta [Suplicy] tinha feito mais escolas” (KOWALTOWSKI, 2011).

Já no aspecto pedagógico, a importância atribuída ao edifício escolar em si nem sempre foi consensual. Se, em 1932, Anísio Teixeira entende o edifício como a base

física para o programa educacional, Helio Duarte, na década de 1950 – período em que atuava no Convênio Escolar - mostra ter plena consciência das limitações da arquitetura, “um precioso coadjuvante”:

Se o Convênio Escolar, por força das circunstâncias, está dotando São Paulo de extensa rede de grupos escolares, cabe agora ao governo do Estado traçar novos rumos para a nossa educação, sem o que estaremos apenas enfeitando um edifício obsoleto. [...] Arquitetura é precioso coadjuvante, mas não a base da educação (DUARTE *apud* BASTOS, 2009).

Já para Mayumi Watanabe, a importância dos espaços escolares parece inquestionável, considerando sua experiência também nas questões pedagógicas:

O prédio escolar se confunde com o próprio serviço e com o direito à educação. Embora colocado no rol de itens secundários dos programas educativos, é o prédio da escola que estabelece concretamente os limites e as características do atendimento. E é ainda esse objeto concreto que a população identifica e dá significado (MAYUMI *apud* BUSSAB, 1985, p.27).

Kowaltowski (2011) também aponta nessa mesma direção: “A arquitetura escolar deve dialogar com o projeto pedagógico”.

Mas os diversos problemas apontados acima acabaram por eliminar a maioria dos programas de construção de escolas pré-fabricadas. Mais recentemente, algumas obras exclusivas produzidas pelo Centro de Tecnologia da Rede Sarah Kubitschek, CTRS, coordenado por Lelé, foram entendidas juridicamente como concorrência ilegal praticada pelo governo contra as construtoras, um golpe de misericórdia da pré-fabricação pública em argamassa armada.

Finalmente, independentemente do sistema adotado, é preciso considerar a necessidade de avaliação periódica do desempenho dos espaços de ensino, o que, segundo Kowaltowski (2011), pode ser de grande valia para o processo do projeto de uma arquitetura escolar de qualidade, o que inclui a pré-fabricação.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Através das análises Histórica, Tecnológica e Teórica, parece possível identificar os momentos significativos de convergência entre a pré-fabricação e a arquitetura.

O primeiro momento - e mais evidente – se refere a uma pré-fabricação percebida como uma representação. São edifícios construídos através de elementos pré-fabricados que se repetem, exclusivos e aparentes, cuja expressão resulta dessa recorrência, com valores estéticos associados ao Movimento Moderno e ao Brutalismo como as obras de Breuer, Seidler, Lelé, Bunshaft e outros.

O segundo momento, surge como resposta às demandas emergenciais da sociedade, como os edifícios de habitação construídos no pós-guerra: os *Paneláks* na Tchecoslováquia, o conjunto Prauheim em Frankfurt de Ernst May e o WBS70 na Alemanha Oriental, entre outros. Também as escolas do Lelé em argamassa armada são entendidas nesse contexto: atender às emergências sociais.

E por último, estão as estruturas pré-fabricadas comerciais, conhecidas como sistema de esqueleto em ciclo aberto, disponíveis no mercado. Nem sempre visíveis, são estruturas utilizadas em obras cotidianas, mas que muitas vezes alcançam resultados de qualidade arquitetônica inquestionável - como a obra de Kneese de Mello, as escolas da FDE e, excepcionalmente, a residência Gerassi de Paulo Mendes da Rocha.

A pesquisa mostrou que a motivação que deu origem à pré-fabricação - atender a demanda habitacional - passou ao largo da história da arquitetura pré-fabricada no Brasil. Entretanto, vale lembrar as importantes propostas de Artigas no CECAP, o alojamento da USP de Kneese de Mello, a Moradia Estudantil em cerâmica armada de Juan Villá e, mais recentemente os estudos frustrados realizados pelo Lelé para o programa Minha Casa Minha Vida. Ainda na habitação, a afirmação de Paulo Bruna de

que Brasília foi uma oportunidade perdida na pré-fabricação revelou-se uma triste constatação.

Ainda, a construção seriada de escolas públicas em programas municipais, estaduais e federais confirmou-se como uma importante experiência no Brasil, um momento de convergência entre a arquitetura e a pré-fabricação.

Entre idas e vindas, a Análise Histórica põe em evidência a trajetória do Lelé - da UnB nos anos de 1960 até o CTRS em 2014, possivelmente a maior produção já realizada por um único arquiteto na história da arquitetura pré-fabricada. Com enorme variação de programas, tecnologias e enfoques Lelé construiu centenas de escolas, creches, edifícios universitários, hospitais, edifícios públicos, comerciais e esportivos; pré-fabricação em concreto armado, protendido, argamassa armada, estruturas mistas e sistemas alternativos em cerâmica; e edifícios pavilhonares, de múltiplos pavimentos, infraestruturas abaixo do terrapleno, pontes, passarelas e mobiliário urbano.

A Análise Tecnológica explorou a pré-fabricação enquanto sistema construtivo, observando sua aplicabilidade na arquitetura. Na Análise Teórica, a pesquisa procurou juntar os fragmentos que poderiam contribuir para a solução do problema proposto na pesquisa – entender os motivos que levaram ao afastamento entre a arquitetura e a pré-fabricação.

Confirmou-se ainda que, enquanto a pré-fabricação deixou de ser um assunto da arquitetura, a engenharia tem feito uso cada vez mais abrangente dessa tecnologia. Na construção de indústrias, universidades, shoppings e infraestruturas, por exemplo, o tempo despendido entre a licitação e a contratação pode ser recuperado com sistemas pré-fabricados, segundo a FDE. O custo fixo da estrutura minimizando possíveis aditivos financeiros também tem favorecido a adoção dessa tecnologia em grandes obras. São questões que demonstram o engajamento da engenharia no desenvolvimento dessa tecnologia.

Ainda, se considerada a Alvenaria Estrutural como uma alternativa para a pré-fabricação, então pode-se dizer que atualmente essa tecnologia tem avançado na direção da habitação social como nunca visto antes na indústria da construção no Brasil, embora essas conquistas tecnológicas quase nunca estejam acompanhadas de uma arquitetura de igual relevância.

---

#### 4. REFERENCIAS

ABCIC - **Associação Brasileira de Construção Industrializada.**

Disponível em: <http://www.abcic.org.br/home.asp> Acesso em: 19 de maio de 2014.

ABDI – **Relatório de avaliação de esforços para implantação da Coordenação Modular no Brasil.** 2008. Disponível em: <http://www.abdi.com.br> Acesso em: 22 de

março de 2015.

ABREU, Ivanir Reis Neves. **Convenio Escolar: utopia construída.** São Paulo. 2007.

Disponível em [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br) Acesso em: 07 de outubro de 2015.

ALBERTO, Klaus Chaves. **A pré-fabricação e outros temas projetuais para campi universitários na década de 1960: o caso da UnB.** São Paulo. 2009. Disponível em:

[http://www.iau.usp.br/revista\\_risco](http://www.iau.usp.br/revista_risco). Acesso em 08 setembro de 2014.

ALLEN, Stan. Condições de campo, 1999. In: SYKES, A. Krista. **O campo ampliado da arquitetura.** São Paulo: Cosac Naify, 2013.

AMARAL, Izabel. **Quase tudo que você queria saber sobre a tectônica, mas tinha vergonha de perguntar.** São Paulo. 2009. Revista Pós. USP. V.16, n.26. Disponível

em: [www.revistas.usp.br/posfau](http://www.revistas.usp.br/posfau) Acesso em: 06 de dezembro de 2015.

ANELLI, Renato Luiz Sobral. **Centros educacionais Unificados: arquitetura e educação em São Paulo.** Arqtextos. 2004. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br>

Acesso em: 10 de março de 2015.

ARANTES, Pedro Fiori. **Arquitetura Nova: Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefreve, de Artigas aos mutirões.** São Paulo: Editora 34 Ltda. 2002.

ARAÚJO, Daniel de Lima. Informação verbal obtida em aula na disciplina Pré-fabricação, PPG-GECON Labbitec, UFG. 2014.

ARTIGAS, João Batista Vilanova. **Caminhos da arquitetura.** São Paulo: LECH- Livraria Editora Ciências Humanas. 1981.

AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. **Arquitetura Escolar e Educação: um Modelo Conceitual de Abordagem Interacionista**. Rio de Janeiro. 2002. COPPE, UFRJ.

BANHAM, Reyner. **Teoria e projeto na primeira era da maquina**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1975.

BANHAM, Reyner. **El Brutalismo em Arquitectura: Ética o Estética?** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1966.

BASTOS, Maria Alice Junqueira; ZEIN, Ruth Verde. **Brasil: arquiteturas após 1950**. São Paulo: Perspectiva, 2011.

BASTOS, Maria Alice Junqueira. **A escola-parque**. Revista AU. Edição 178. 2009. Disponível em:  
<http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-1.aspx>. Acesso em: 30 de maio de 2014.

BASTOS, Paulo Sergio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. Notas de aula. Bauru.SP.2006. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2015.

BENEVOLO, Leonardo. **A arquitetura do novo milênio**. São Paulo: Editora Estação Liberdade, 1990.

BENEVOLO, Leonardo. **Historia de la arquitectura moderna**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1974.

BENIGNO SILVA, Fernando. **Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes**. São Paulo: Revista Techne. Edição 194. 2013. Disponível em: [techne.pini.com.br](http://techne.pini.com.br) Acesso em: 09 de junho de 2015.

BLAKE, Peter. **Frank Lloyd Wright**. Rio de Janeiro: Editora Record, 1966.

BOESIGER, Willy. **Le Corbusier**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1985.

BONTA, Juan Pablo. **Sistemas de significacion en arquitectura**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1977.

BREGATTO, Paulo Ricardo. D'AVILA, Marcio Rosa. FERREIRA, Mario dos Santos. **Coordenação Modular e Arquitetura: Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade**. 2008. Disponível em: <http://www.usp.br/nutau> Acesso em 21 de março de 2015.

BRUAND, Yves. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: Editora Perspectiva, 4ª. Ed., 2005.

BRUNA, Paulo J.V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1976.

BRUNA, Paulo J.V. **Os primeiros arquitetos modernos**. São Paulo: EDUSP, 2010.

BUITONI, Cássia Schroeder. **Mayumi Watanabe Souza Lima: a construção do espaço para a educação**. São Paulo. 2009. Dissertação de Mestrado. FAUUSP. Disponível em: [livrogratis.com.br](http://livrogratis.com.br) Acesso em: 03 de outubro de 2015.

BUFFA, Esther. **Arquitetura e Educação: organização do espaço e propostas pedagógicas dos grupos escolares paulistas, 1893-1971**. Esther Buffa, Gelson de Almeida Pinto. São Carlos: Brasília: EdUFSCar, INEP. 2002.

BUSSAB, Sami. OLIVEIRA, Nildo Carlos. **Arquitetura escolar e a política educacional: os programas na atual administração do estado**. São Paulo: FDE, 1998.

BUZZAR, Miguel Antonio. **João Batista Vilanova Artigas: elementos para a compreensão de um caminho da arquitetura brasileira**. São Paulo. Editora Unesp. 2014.

CABRERA, Osmanis Pino. **Influencia de los sistemas prefabricados de Europa socialista em Cuba**. 2001. Disponível em <http://www.bibliotecajb.org> Acesso em: 23 de fevereiro de 2016.

CAIADO, Kneipp de Figueiredo. **Estudo e concepção de edifícios em módulos pré-fabricados estruturados em aço**. Ouro Preto, MG. 2005. Dissertação de Mestrado. Disponível em: [www.propec.ufop.br](http://www.propec.ufop.br) Acesso em 21 de março de 2015.

CAMPELLO, Glauco. **Projetos**. Disponível em: <http://www.glaucocampello.com.br/projeto/378>. Acesso em: 04 de dezembro. 2013.

CANELLA, Guido. A arquitetura da dissensão. 1993, Milão. In: FAROLDI, Emilio; VETTORI, Maria Pilar. **Diálogos de Arquitetura**. São Paulo: Siciliano, 1997.

CAPRARO, Luis. **O ensino da tecnologia da construção em cursos de arquitetura e urbanismo**. 2005. Curitiba. Dissertação de Mestrado. Universidade Tuiuti do Paraná. Disponível em: <http://tede.utp.br>. Acesso em: 08 de maio de 2005.

CAUBR. **João Filgueiras Lima, o Lelé**. Entrevista. 2014. Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/entrevistajoaofilgueiras>. Acesso em: 22 de maio de 2015.

CAVALCANTE, Neusa. **Ceplan: 50 anos em 5 tempos**. Brasília, 2015. Dissertação de Mestrado. UnB.

CERÁVOLO, Fabiana. **A pré-fabricação em concreto armado aplicada à conjuntos habitacionais no Brasil**. São Carlos, SP. 2007. Dissertação de Mestrado, Escola de engenharia de São Carlos, USP. Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)  
Acesso em 10 de fevereiro de 2015.

COELHO NETTO, J. **A construção do sentido na arquitetura**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1979.

COSTA, Joana Almeida. **Construção pré-fabricada- Análise da utilização da pré-fabricação nas várias etapas do processo construtivo**. Porto. Portugal. 2013. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream>. Acesso em 21 de janeiro de 2015.

COSTA, Lucio. **Registro de uma vivência**. São Paulo. Empresa das Artes, 1995.

COSTEIRA, Elza Maria Alves. **Análise da tecnologia da argamassa armada na concepção de um modelo arquitetônico para estabelecimentos de assistência à saúde**. Rio de Janeiro. UFRJ. 2001. Disponível em: [www.academia.edu](http://www.academia.edu)  
Acesso em: 01 de março de 2015.

CURTIS, William J.R. **Arquitetura moderna desde 1900**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DONIAK, Íria Licia Oliva. **Curso básico ABCIC**. São Paulo. 2013. Disponível em: [www.abcic.org.br](http://www.abcic.org.br) Acesso em 07 de fevereiro de 2015.

DRAGO, Niuxa Dias; PARAIZO, Rodrigo Cury. **Estética, ideologia e arquitetura nas escolas**. Rio de Janeiro. FAU UFRJ. Julho de 1999, Disponível em: [www.fau.ufrj.br](http://www.fau.ufrj.br)  
Acesso em 06 de outubro de 2015.

DUARTE, Fabio. **Arquitetura e tecnologias de informação: da revolução industrial à revolução digital**. São Paulo: FAPESP; Editora Unicamp, 1999.

DUALIBI, Jackson. **Arquiteto Juan Villá- A construção de cerâmica armada**. 2013. Dissertação (Mestrado). Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo. Disponível em: <http://www.belasartes.br/> Acesso em: 25 de abril de 2015.

EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000.

ELOY, Edson. REBELLO, Yopanan. BOGÉA, Marta. **Invenção: Popular e Erudito**. Revista AU, Edição 145. São Paulo, 2005.

EKERMAN, Sergio Kopinski. **Um quebra-cabeça chamado Lelé**. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.064/423>. Acesso em: 09 de dezembro. 2013.

ESCOLA da cidade. **Lelé: Experiências na pré-fabricação**. Disponível em: <http://escoladacidade.org/bau/lele-experiencias-na-pre-fabricacao/> Acesso em: 29 de maio de 2014.

ESPALLARGAS Gimenez, Luis. **O recuo brutalista**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 14, n. 166.00, Vitruvius, mar. 2014. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/14.166/5041>. Acesso em 27 julho de 2013.

ESPALLARGAS Gimenez, Luis. **As quatro escolas da FDE em Campinas**. *Arquitextos*, São Paulo, ano 06, 064.02, Vitruvius, set. 2005. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos>. Acesso em 25 julho de 2013.

FABRICIO, Marcio Minto. **Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos**. São Paulo: Revista PÓS, v.20, n.33. FAUUSP. 2013.

FDE, **Fundação para o Desenvolvimento da Educação. Escola Destaque**. Disponível em: <http://www.fde.sp.gov.br/PagesPublic/InternaRedeEnsino.aspx?contextmenu=escodesta&scho=rdn>. Acesso em: 05 de dezembro. 2013.

FERNANDES, Noemia Lucia Barradas. **Arquitetura escolar Carioca: edificações construídas entre 1930 e 1960**. Rio de Janeiro. 2006. Dissertação (Mestrado) UFRJ. Disponível em: [livrogratis.com.br](http://livrogratis.com.br) Acesso em: setembro de 2015.

FERRARI, Márcio. **Anísio Teixeira, o inventor da escola pública no Brasil**. 2008. Disponível em:  
<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/anisio-teixeira-428158.shtml?page=3>. Acesso em: 30 de maio de 2014.

FERRO, Sergio. **Arquitetura e trabalho livre**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

FERREIRA, Avany de Francisco. Mello, Mirela Geiger de. **Arquitetura escolar paulista: estruturas pré-fabricadas**. São Paulo: FDE- Diretoria de Obras e Serviços, 2006.

FRAMPTON, Kenneth. *Rappel à l'ordre*, argumentos em favor da tectônica. 1990. In: NESBITT, Kate (org.). **Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995)**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

FRAMPTON, Kenneth. **História crítica da arquitetura moderna**. São Paulo: Martins Fontes, 2ª ed., 2008.

FREITAS, Maria Luiza de. **As tecnologias construtivas aplicadas à habitação social: um preâmbulo pela história do concreto armado no Brasil na primeira metade do século 20**. Artigo. Simpósio: Pioneiros da habitação social no Brasil, 2010. Disponível em:  
<http://www.anparq.org.br/congressos/index.php/ENANPARQ/1ENANPARQ>. Acesso em: 16 de abril de 2014.

GRAEFF, Edgar A. **Técnica e arte na formação do arquiteto**. São Paulo: Editora Studio Nobel, 1995.

GREVEN, Helio Adão. BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada**. Porto Alegre. 2007. Coleção HABITARE. Disponível em: <http://www.habitare.org.br> Acesso em 25 de março de 2015.

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **A obra de João Filgueiras Lima no contexto da cultura arquitetônica contemporânea**. FAUUSP. São Paulo. 2010.

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **A obra do Lelé e as práticas sustentáveis no contexto da arquitetura contemporânea internacional**. CBCA. 2014. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/noticias-detalhes.cod=6097>. Acesso em 14 de setembro 2014.

HANAI, João Bento. **Argamassa Armada**. Volume 2. São Paulo: IBTS (Instituto Brasileiro de Telas Soldadas).

HELENA JUNIOR, Flavio. **Contribuição para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado). Universidade São Judas Tadeu. São Paulo. 2012. Disponível em: <http://www.usjt.br> Acesso em 02 de setembro de 2015.

INGLEZ DE SOUZA, Diego Beja. **Reconstuindo Cajueiro Seco: Arquitetura, Política Social e cultura popular em Pernambuco (1960-64)**. Dissertação (Mestrado). FAUUSP. 2009. Disponível em [www.teses.usp](http://www.teses.usp) Acesso em 05 de fevereiro de 2016.

INOJOSA, Leonardo S. P; BUZAR, Marcio A. R. **O sistema estrutural na obra de Oscar Niemeyer em Brasília**. Artigo. PPG – FAU UnB. 2010. Disponível em: <http://www.cimec.org.ar/ojs> Acesso em 05 de fevereiro de 2016.

KAMITA, João Masao. **Vilanova Artigas**. São Paulo: Costa e Naify Edições. 2000.

KNAPP, Chris . **"Por que é hora de abandonar a pré-fabricação?"** [Why It's Time to Give Up on Prefab] 27 Dec 2013. ArchDaily. (Julia, Maria Trans.)

<http://www.archdaily.com.br/br/01-163194/por-que-e-hora-de-abandonar-a-pre-fabricacao> Acesso em: 25 de março de 2014.

KONCZ, Thiamer. **Manual de la construcción prefabricada**. Madrid: Editorial Blume, 1962.

KOURY, Ana Paula. **Arquitetura contemporânea: proposições para a produção material da arquitetura no Brasil**. In: GITAHY, Maria Lúcia Caira; LIRA, José Tavares Correa (org.). **Tempo, cidade e arquitetura**. São Paulo: FUPAM, 2007.

KOWALTOWSKI, Doris C.C.K. **Arquitetura escolar e o projeto do ambiente de ensino**. Oficina de textos. São Paulo: 2011. Disponível em:  
[http://www.ofitexto.com.br/conteudo/deg\\_484585.pdf](http://www.ofitexto.com.br/conteudo/deg_484585.pdf). Acesso em: 30 de maio de 2014.

LATORRACA, Giancarlo (org.). **João Filgueiras Lima, Lelé**. Arquitetos Brasileiros. Lisboa: Editorial Blau. Instituto Lina Bo e P.M. Bardi, 2000.

LIMA, Carlos Henrique Magalhães. **Milton Ramos e o rigor da forma construtiva**. 2009. Brasília. Disponível em:  
<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/10.110/40>. Acesso em: 04 de dezembro. 2013.

LIMA, Carlos Henrique Magalhães. **Produção em massa e índice espacial. A pré-fabricação na arquitetura de Milton Ramos**. 2013. UnB. Brasília. Disponível em:  
[www.docomomo.org.br](http://www.docomomo.org.br). Acesso em: 19 de fevereiro de 2015

LIMA, João Filgueiras. **Escola Transitória – Modelo Rural: experiência com argamassa armada**. Brasília: MEC-CEDATE. 1984.

LOTURCO, Bruno. Carreira. **Revista Técnica**. Disponível em:  
<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/135/artigo285720-1.aspx>. Acesso em: 09 de dezembro. 2013.

MACHADO, Débora dos Santos Candido . **Público e comunitário : projeto arquitetônico como promotor do espaço de convivência** . Dissertação (Mestrado) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2009.  
Disponível em:[www.usjt.br/biblioteca/mono\\_disser/mono\\_diss/119](http://www.usjt.br/biblioteca/mono_disser/mono_diss/119). Acesso em: 26 de abril de 2014.

MACIEL, Carlos Alberto Batista. **O sistema básico da UFMG e seus precedentes**. Docomomo. 2011. Disponível em: <http://www.docomomo.org.br> Acesso em: 29 de março de 2015.

MAGLIA, Viviane Villas Boas. Arquitetura moderna e o tema industrial no Rio Grande do Sul: o caso exemplar na Refinaria Alberto Pasqualini. In: COMAS, Carlos Eduardo Dias;

MARCELLINO, Narbal Ataliba. **Projeto e produção de sistemas e componentes em argamassa armada para edificações**. São Carlos: EESC-USP, 1991. Disponível em: [http://www.abcic.org.br/pdf/PCD06\\_Marcellino.pdf](http://www.abcic.org.br/pdf/PCD06_Marcellino.pdf)

MAHFUZ, Edson. O sentido do moderno no contemporâneo. In: CAIXETA, Eline Maria M.P; ROMEIRO, Bráulio. **Interlocuções na arquitetura moderna no Brasil**. Goiânia: Editora UFG, 2015.

MAHFUZ, Edson. **O sentido da arquitetura moderna brasileira**. 2002. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/02.020/811>. Acesso em: dezembro de 2015.

MALARD, Maria Lúcia. Alguns problemas de projeto ou do ensino da arquitetura. In: **Cinco textos de arquitetura**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MARQUES, André Felipe Rocha. **A obra do arquiteto João Filgueiras Lima, Lelé: projeto, técnica e racionalização**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. Disponível em: <http://tede.mackenzie.com.br> Acesso em 15 de setembro de 2014.

MARQUES, Sergio (Orgs.). **A segunda idade do vidro**. Porto Alegre: Ed. Uniritter, 2007, p.223-247.

MATOSO, Danilo. SILVA, Elcio Gomes. **Estruturas metálicas no concreto de Brasília**. Docomomo. 2013. Disponível em: <http://www.docomomo.org.br>. Acesso em 26 de agosto de 2014.

MELENDEZ, Adilson. **Revista Projeto. Centros Educacionais Unificados (CEUs)**. Arcoweb. 2003. Edição 284. Disponível em: <http://arcoweb.com.br>. Acesso em: 13 de março de 2015.

MELO, Carlos Eduardo Emrich. **Manual Munte de projetos pré-fabricados de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 2004.

MIGNOT, Ana Chrystina Venancio. **Escolas na vitrine: Centros Integrados de Educação Pública (1983-1987)**. 2001. Artigo. São Paulo. Disponível em: [www.scielo.br](http://www.scielo.br) Acesso em fevereiro de 2016.

MONEO, Rafael. **De La tierra ao cielo**. Arquitectura Viva, Madrid, editora AviSa, n.36, p.52-60, 1992.

MONEO, Rafael. **Inquietud teórica y estrategia proyectual**. Barcelona: ACTAR, 2004.

MONIOS, Mathias Joseph. Arquitetura vernácula e popular em Goiânia. In: Kneib, Erika Cristine (org.). **Projeto e cidade: ensaios acadêmicos**. Goiânia: Funape, 2013.

MONTANER, Josep Maria. **A modernidade Superada**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 1997.

MONTANER, Josep Maria. **Arquitetura e crítica**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2ª . Ed., 2012.

MONTANER, Josep Maria. **Despues del movimiento moderno**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 4ª. Ed., 1999.

MONTENEGRO FILHO, Roberto Alves de Lima. **A pré-fabricação na trajetória de Eduardo Kneese de Mello**. São Paulo. 2012. Tese (Doutorado)- FAUUSP. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde>. Acesso em 28 de janeiro de 2015.

MOREIRA, Pedro. **Habitação social e pré-fabricação**. 2001. Arqtextos. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos>. Acesso em 22 de novembro de 2015.

MUMFORD, Lewis. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

NAKAMURA, Juliana. **Revista AU. Tecnologia- Pré-fabricados de concreto ganham mais adeptos e a fama de representarem garantia mínima de respeito ao projeto**. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/143/pre-fabricados-de-concreto-ganham-mais-adeptos-e-a-fama-de-22107-1.aspx>. Acesso em: 05 de dezembro. 2013.

NBR 9062. **Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. ABNT. 2001. Disponível em: <http://www.abnt.org.br> Acesso em: 19 de março de 2015

NORBERG-SCHULZ, Christian. **Los principios de la arquitectura moderna**. Barcelona: Editorial Reverté, 2005.

OLIVEIRA, Rogério de Castro. Quatremére de Quincy e o *essai sur l'imitacion*: o alvorecer da crítica no horizonte da modernidade. In: KIEFER, Flávio; LIMA, Raquel Rodrigues; MAGLIA, Viviane Villas Boas (org.). **Crítica na Arquitetura**. Porto Alegre: Editora Ritter dos Reis, 2001.

PALLASMAA, Juhani. **A imagem corporificada: imaginação e imaginário na arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PALERMO, Nicolas Sica. **La casa Bunshaft (1963 – 2005)**. 2009. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos>. Acesso em: 01 de outubro de 2015.

PAZ, Daniel Mellado. **A apropriação da arquitetura como tecnologia**. 1997. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.076/320>. Acesso em: 04 de dezembro. 2013.

PAZ, Daniel Mellado. **Arquitetura efêmera ou transitória**. 2008. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.102/97>. Acesso em: 12 de junho. 2015.

PAZ, Daniel Mellado. **Sob as ondas**. 2014. Docomomo. Fortaleza, CE.

PEREIRA, Cláudio Calovi. Critérios da arquitetura e prática de projeto em Leon Battista Alberti (1404-1472). In: KIEFER, Flávio; LIMA, Raquel Rodrigues; MAGLIA, Viviane Villas Boas (org.). **Crítica na Arquitetura**. Porto Alegre: Editora Ritter dos Reis, 2001.

PEREIRA, Miguel Alves. **Arquitetura Brasileira após Brasília/ Depoimentos**. Rio de Janeiro: Editora Lidador, 1978.

PEIXOTO, Elane. **Lelé – O arquiteto João da Gama Filgueiras Lima**. 1996. Dissertação (Mestrado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, 1996.

PEIXOTO, Elane. **Para sempre moderno**. Disponível em: <http://www.docomomo.org.br/ivdocomomosul/pdfs/Elane-Peixoto.pdf>. Acesso em: 30 de maio. 2014.

PEVSNER, Nikolaus. **Pioneiros do desenho moderno**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1ª. Ed., 1980.

PIÑÓN, Helio. **Teoria do projeto**. Tradução: Edson Mahfuz. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto, 2006.

REGINO, Aline Nassaralla. PERRONE, Rafael Antonio Cunha. **Eduardo Augusto Kneese de Mello**. São Paulo. 2009. Artigo. Disponível em:  
[http://www.iau.usp.br/revista\\_risco](http://www.iau.usp.br/revista_risco). Acesso em: 27 de janeiro de 2015.

RESENDE, Antonio Muniz de. **Minhas memórias com Frei Mateus da Rocha: um testemunho**. Disponível em:  
<http://seer.bce.unb.br/index.php/polemos/article/download/9499/7014>. Acesso em: 04 de dezembro. 2013.

RIBEIRO, Darcy. **O livro dos CIEPs**. Rio de Janeiro: Bloch Editora, 1986.

RISSELADA, Max. LATORRACA, Giancarlo (Org.). **A arquitetura do Lelé: fabrica e invenção**. São Paulo: Imprensa Oficial do estado de São Paulo: Museu da Casa Brasileira, 2010.

ROCHA, Germana Costa. **O caráter tectônico do moderno brasileiro: Bernardes e Campello na Paraíba (1970/1980)**. UFRN. 2012. (Tese de Doutorado). Disponível em:  
[repositorio.ufrn.br](http://repositorio.ufrn.br) Acesso em: 05 de dezembro de 2015.

ROSA, Wilhelm. **Arquitetura Industrializada: a evolução de um sonho à modularidade**. FAUUSP. 2006. Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)  
Acesso em: novembro de 2014.

ROVARIS, Gustavo. ALENCAR, Ricardo. **Megavigas pré-fabricadas: projeto, tecnologia do CAA, produção e montagem em obra**. Revista Concreto e Construções. São Paulo. 2013. Disponível em:  
<http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas>. Acesso em: dezembro de 2014.

SANVITTO, M. L. A., & Mahfuz, E. d. C. (1994). **Brutalismo paulista : uma análise compositiva de residências paulistanas entre 1957 e 1972**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Disponível em:  
<http://hdl.handle.net/10183/31976>. Acesso em 08 de agosto de 2014.

SAYEGH, Simone. **Pré-fabricação a limpo**. REVISTA AU. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/130/pre-fabricacao-a-limpo-22672-1.aspx>. Acesso em: 05 de dezembro. 2013.

SCHLEE, Andre Rosenthal. **Registro arquitetônico da Universidade de Brasília**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2014.

SEGAWA, Hugo. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. São Paulo: Editora Edusp, 2ª . Ed., 1999.

SERRA, S.M.B.(1); FERREIRA, M. de A.(2); PIGOZZO, B.N.(3). **Evolução dos pré-fabricados de concreto**. São Carlos. SP. 2005. Artigo. Disponível em: [http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab\\_pdf/164](http://www.set.eesc.usp.br/1enpppcpm/cd/conteudo/trab_pdf/164). Acesso em: dezembro de 2014.

SENTO-SÉ, João Trajano. **As várias cores do socialismo moreno**. 2004. Dissertação (Mestrado – Faculdade de Ciências Sociais) - UERJ, Rio de Janeiro, 2004.

SNIC, **Sindicato Nacional da Indústria do Cimento**. História. Disponível em: <http://www.snic.org.br/historia.asp>. Acesso em: 08 de dezembro. 2013.

SOARES, Patricia de Palma. **Arquitetura como projeto social: os casos dos Centros de Educação Unificada (CEUs) em São Paulo, Brasil e dos Parques Bibliotecas em Medellin, Colombia**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2013.

Disponível em: <http://tede.mackenzie.com.br> Acesso em: 14 de março de 2015.

SOUTTO MAYOR, Wagner Rocha. **Sistema construtivo modular**. Dissertação (Especialização) - UFMG, 2004. Disponível em: [www.pos.demc.ufmg.br](http://www.pos.demc.ufmg.br) Acesso em: 22 de março de 2015.

STAHR, Joachim; HANNESMANN, Christine. **Os KOMBINATE e a construção pré-fabricada de moradias na Alemanha Oriental**. São Paulo. 2014.Revista Pós. USP. V.21, n.36. Disponível em: [www.revistas.usp.br/posfau/article/viewFile/90265](http://www.revistas.usp.br/posfau/article/viewFile/90265) Acesso em: 11 de abril de 2015.

STRIKE, James. **De la construccion a lós proyotos**. Barcelona. 2004. Editorial Reverté.

STROLLER, Eneida Ripoll. Considerações sobre o conceito de tipologia arquitetônica. In: **O tipo na arquitetura: da teoria ao projeto**. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2001.

SUSSEKIND, José Carlos. **Curso de análise estrutural: estruturas isostáticas**. Porto Alegre: Globo. 3ª edição. 1979.

SUSSEKIND, José Carlos. **Curso de concreto: concreto armado**. Rio de Janeiro: Globo. 5ª edição. 1987.

TSCHUMI, Bernard. Arquitetura e limites. In: NESBITT, Kate (org.). **Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995)**. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

TRIGO, Cristina Cancio: **Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé**. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado) FAUUSP. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses>. Acesso em 01 de setembro de 2014.

UFMG. A história da habitação contada nas revistas especializadas (1920-2000). In: **Módulo-habitação**. Revista Dirigente Construtor. 1969, n.5, pag. 26-32. Disponível em: [http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/04\\_revistas](http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/04_revistas). Acesso em: 01 de setembro de 2015.

ULHOA, Ulisses. Informação verbal obtida em palestra na Escola de Engenharia Civil. UFG. Janeiro de 2016.

VAN ACKER, Arnold. **Manual de sistemas pré-fabricados de concreto**. Unicamp. 2002. Disponível em: <http://www.ceset.unicamp.br>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2015.

VASCONCELOS, Augusto Carlos. **Estruturas arquitetônicas: apreciação intuitiva das formas estruturais**. São Paulo: Studio Nobel, 1991.

VERNIZ, Débora. **Industrialização de construções complexas: estudo de caso em obras de hospitais**. USP. 2012. Disponível em: <http://www.iau.usp.br> Acesso em: 25 de março de 2015.

VILELA JUNIOR, Adalberto José. **Industrialização na construção e Brutalismo na obra de João Filgueiras Lima, Lelé**. 2013. Disponível em: <http://www.docomomo.org.br>. Acesso em 17 de agosto de 2014.

XAVIER, Alberto. **Arquitetura moderna paulistana**/ Alberto Xavier, Carlos Lemos, Eduardo Corona. São Paulo: Editora Pini, 1º Ed., 1983.

ZARECOR, Kimberly Elman. ***Manufacturing a socialist modernity: Housing in Tchechoslováquia 1945-1960.*** Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2011.

ZEIN, Ruth Verde. **O lugar da crítica:** Ensaio oportunos de arquitetura. Porto Alegre: Centro Universitário Ritter dos Reis, 2001.

ZEIN, Ruth Verde. **Brutalismo, sobre sua definição.** 2007. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.084/243>