

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

ISABELLA SILVA DE SERRO AZUL

**SISTEMAS CONSTRUTIVOS PRÉ-FABRICADOS DE
CONCRETO ARMADO:
HABITAÇÕES CONTEMPORÂNEAS NO BRASIL**

São Paulo, 2018

Isabella Silva de Serro Azul

**Sistemas Construtivos Pré-fabricados de Concreto Armado:
Habitações Contemporâneas no Brasil**

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo da Universidade Presbiteriana
Mackenzie para obtenção do título de Mestre em
Arquitetura e Urbanismo

Área de concentração: Projeto de Arquitetura e
Urbanismo

Orientadora: Profa. Dra. Maria Augusta Justi Pisani

São Paulo, 2018

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

A997s Azul, Isabella Silva de Serro.

Sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado :
habitações contemporâneas no Brasil / Isabella Silva de Serro Azul.

190 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo) –

Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.

Orientadora: Maria Augusta Justi Pisani.

Bibliografia: f. 149-160.

1. Sistemas construtivos. 2. Técnicas construtivas. 3. Pré-fabricação. 4. Concreto armado. 5. Habitação. I. Pisani, Maria Augusta Justi, *orientadora*. II. Título.

CDD 720.47

Bibliotecária responsável: Giovanna Cardoso Brasil CRB-8/9605


**Sistemas Construtivos Pré-fabricados de Concreto Armado:
Habitações Contemporâneas no Brasil**

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade Presbiteriana Mackenzie para obtenção do título de Mestre em
Arquitetura e Urbanismo

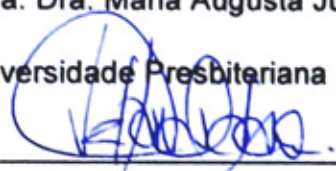
Área de concentração: Projeto de Arquitetura e Urbanismo

Aprovada em: 08 agosto de 2018

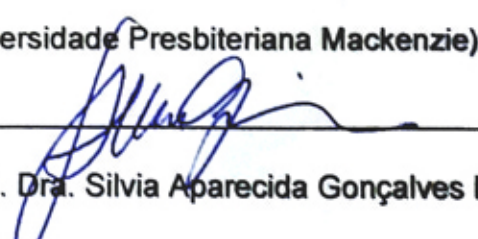
Banca examinadora:



Prof. Dra. Maria Augusta Justi Pisani
(Universidade Presbiteriana Mackenzie)



Prof. Dr. Valter Luis Caldana Jr.
(Universidade Presbiteriana Mackenzie)



Profa. Dra. Silvia Aparecida Gonçalves Mikami Pina
(Universidade Estadual de Campinas)

O presente trabalho foi realizado com o apoio
da Coordenação de Aperfeiçoamento de
Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aos meus pais: Márcia Ivany e João Batista,
e aos meus irmãos: Marcelo e Fábio.

Agradecimentos:

À Profa. Dra. Maria Augusta Justi Pisani;

à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);

à Profa. Dra. Sílvia Aparecida Gonçalves Pina Mikami e ao Prof. Dr. Valter Luís Caldana Jr;

ao Prof. Arquiteto Sidney de Oliveira, à Dona Nilce de Oliveira e à Profa. Dra. Luciana Monzillo de Oliveira;

à Eng. Iria Lícia Oliva Doniak, presidente executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC);

aos professores do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie (PPGAU/FAU-Mackenzie).

aos profissionais da Biblioteca e da Secretaria da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

ao Prof. Martin Paul Schwark e ao Prof. Rodrigo Mindlin Loeb;

aos profissionais das empresas de estudo de caso;

à Profa. Dra. Larissa Campagner, à Profa. Dra. Paula Raquel da Rocha Jorge e à Profa. Dra. Célia Regina Moretti Meirelles;

aos colegas do PPGAU/FAU-Mackenzie;

aos meus amigos e familiares.

Resumo:

Nesta pesquisa foram adotadas as definições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, NBR 9062:2017, 2017) para identificar os sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado como aqueles que são produzidos industrialmente, processo caracterizado pela organização e repetição. O objetivo desta pesquisa é contribuir para a compreensão dos parâmetros contemporâneos de projeto para habitação com sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado no Brasil. O método empregado consiste no levantamento de dados secundários, coleta de dados primários em levantamentos em campo e entrevistas com profissionais da área, elaboração de uma linha do tempo ilustrada com o panorama histórico da pré-fabricação de concreto armado e realização de estudos de caso com as experiências isoladas de edifícios habitacionais pré-fabricados do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Entre as características e limitações da pré-fabricação destacam-se o menor desperdício de materiais, a maior qualidade construtiva dos edifícios, mais agilidade na execução de obras e a exigência de um planejamento prévio para viabilizar a sua execução. As técnicas construtivas industrializadas são mais produtivas do que as artesanais e mesmo assim, a pré-fabricação nunca fora utilizada em grande escala para edifícios habitacionais no Brasil devido a uma falta de apoio político e um estigma cultural atribuído a essa tecnologia.

Palavras-chave: sistemas construtivos; técnicas construtivas; pré-fabricação; concreto armado; habitação

Abstract:

In this research, the Associação Brasileira de Normas Técnicas's definition (ABNT, NBR 9062: 2017, 2017) were adopted to identify the prefabricated systems of reinforced concrete as those that are produced industrially, a process characterized by organization and repetition. The objective of this research is to contribute to the knowledge of the contemporary design parameters for housing with prefabricated reinforced concrete systems in Brazil. The method used consists of secondary data collection, primary data collection, such as field surveys and interviews with professionals of the area, elaboration of an illustrated time line with the precast reinforced concrete historical panorama and the accomplishment of case studies with the isolated experiences of prefabricated housing buildings from Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Among the characteristics and limitations of prefabrication are the less waste of materials, the higher constructive quality of the buildings, the more agile execution of works and the requirement of a prior planning to enable its execution. Industrialized constructional techniques are more productive than crafts one, and even so, prefabrication has never been used in large scale for residential buildings in Brazil due to a lack of political support and a cultural stigma attributed to this technology.

Key-words: constructive systems; constructive techniques; prefabrication; reinforced concrete; housing

Sumário:

• Introdução	p. 01
1. Panorama Histórico da Construção Pré-fabricada de Concreto Armado no Brasil:	
1.1 Antecedentes Internacionais	p. 10
1.2 Primeiras Experiências no Brasil	p. 26
1.3 Habitação de Interesse Social	p. 33
1.4 Outras Obras Nacionais	p. 44
1.5 Linha do Tempo	p. 73
2. Emprego do Pré-fabricado de Concreto Armado na Habitação Brasileira Contemporânea:	
2.1 Contexto Habitacional do Brasil	p. 91
2.2 Produção Nacional Recente de Habitação	p. 99
2.3 Dificuldades e Benefícios	p. 115
3. Instrumentos de Avaliação da Habitação Contemporânea e os Sistemas Construtivos Pré-fabricados de Concreto Armado:	
3.1 Certificações Ambientais na Construção Civil	p. 133
3.2 Normas Técnicas Brasileiras	p. 141
• Conclusões	p. 147
• Referências	p. 149
Apêndice A –	
Depoimento do Prof. Arquiteto Sidney de Oliveira	p. 161
Apêndice B –	
Entrevista com a Engenheira Íria Lícia Oliva Doniak	p. 171
Apêndice C –	
Estudo de caso da Empresa A	p. 175
Apêndice D –	
Estudo de caso da Empresa B	p. 181
Apêndice E –	
Entrevista com o Prof. Engenheiro Martin Paul Schwark	p. 188

Introdução

Os edifícios pré-fabricados podem ser construídos para diferentes tipos de uso e a partir de diversos materiais, como o aço, a madeira e o concreto armado, cuja a principal matéria prima é o cimento Portland. Segundo Curti (2017), o Brasil é um dos maiores produtores de cimento, ocupando a 6º posição com 72,0 Mt das 4.200,0 Mt produzidas mundialmente em 2014. O parque cimenteiro nacional é industrializado, moderno e eficiente. O *Cement Sustainability Initiative* (CSI) avaliou o Brasil como o menor emissor específico de gás carbônico na produção de cimento (ABCP, 2012).

Nesta pesquisa foram adotadas as definições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9062:2017 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado (ABNT, NBR 9062:2017, 2017):

“Pré-moldado: Elemento que é executado fora do local de utilização definitiva da estrutura, com controle de qualidade estabelecido por esta norma.

Pré-fabricado: Elemento executado industrialmente, mesmo em instalações temporárias em canteiros de obra, sob condições rigorosas de controle de qualidade estabelecido por esta norma.” (ABNT, NBR 9062:2017, 2017, p. 03)

A diferença identificada entre os dois conceitos é a produção industrial das peças, caracterizada pela organização e repetição. Os sistemas construtivos industrializados apresentam menor desperdício de materiais, maior agilidade na execução de obras e possibilidade de redução de custos. A pré-fabricação, que pode ser realizada tanto em uma indústria específica, quanto no canteiro de obras, é a etapa da construção industrializada responsável pela produção das peças (BRUNA, 2017).

O interesse em pesquisar sobre a pré-fabricação de concreto armado na habitação surgiu durante o Trabalho Final de Graduação (TFG)¹. O tema discutido abordou questões sobre os sistemas construtivos empregados nas Habitações de Interesse Social (HIS).

No Brasil, a maioria das habitações é projetada e executada com técnicas artesanais. Em contrapartida, diversos países utilizaram a pré-fabricação em programas habitacionais para enfrentar situações de déficit habitacional, como ocorrido na França e na Alemanha nos períodos de pós-guerra.

O déficit habitacional brasileiro e a baixa qualidade construtiva dos edifícios de HIS são questões importantes que poderiam ser melhoradas com o uso da pré-fabricação devido às características da própria definição dessa técnica construtiva, como a produção em série, a possibilidade de redução de custos e o controle de qualidade dos componentes.

¹ O TFG foi desenvolvido no período de ago. de 2015 a jun. de 2016; e orientado pelos professores Dr. Valter Luís Caldana Jr. e Dra. Maria Augusta Justi Pisani na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie em parceria com a École d'architecture de la ville et des territoires à Marne-la-Vallée (ENSA VT) e com a Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), que é a responsável pelo Programa Habitação Sustentável e Recuperação Ambiental na Serra do Mar e Litoral Paulista. Os objetivos do trabalho foram: propor um projeto para um conjunto habitacional sustentável em São Sebastião, município do Estado de São Paulo na região da Serra do Mar; e elaborar uma monografia sobre a industrialização da construção civil. Durante o processo foram realizadas diversas atividades, entre elas destacam-se: os levantamentos *in loco* no terreno de projeto em São Sebastião e na comunidade Vila Sahy com os profissionais da CDHU e professores das instituições envolvidas; os levantamentos *in loco* nos conjuntos habitacionais em Paris; a participação no Workshop sobre os Grandes Conjuntos de Paris com alunos da ENSA VT e da universidade chilena Diego Portales; o Seminário *Risquer l'habitat*, realizado em Marne-la-Vallée em 14 de outubro de 2015; os levantamentos *in loco* no conjunto habitacional Rubens Lara, no Bairro Cota da CDHU e no canteiro de obras na Cidade Tiradentes do PMCMV Entidades; as atividades na Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo; e a palestra Profa. Dra. Maria Augusta Justi Pisani sobre técnicas construtivas em HIS, realizada na Universidade Presbiteriana Mackenzie em 30 de outubro de 2015.

A pré-fabricação possibilita obras com menor impacto ambiental pela economia de recursos materiais, inclusive da água pois o canteiro é considerado seco (BAUER, 2009). As certificações ambientais, como o Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, reconhecem positivamente os sistemas construtivos pré-fabricados como critério de avaliação (CAIXA ECONOMICA FEDERAL, 2010).

A pré-fabricação nunca fora utilizada em grande escala na habitação do Brasil, apesar do primeiro edifício pré-fabricado de concreto armado com múltiplos pavimentos do país ter sido o Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo (CRUSP) em 1961, projetado pelos arquitetos Eduardo Kneese de Mello, Sidney de Oliveira e Joel Ramalho (VASCONCELOS, 2002). Algumas experiências habitacionais isoladas foram realizadas no período do Banco Nacional da Habitação (BNH), como os conjuntos residenciais Parque Novo Irajá e Padre Miguel no Rio de Janeiro. Nos últimos anos, outras empresas construíram edifícios habitacionais pré-fabricados de concreto armado para o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV).

No Brasil, a maioria dos sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado são empregados em edifícios para o uso industrial, institucional, comercial e de serviços, como galpões, escolas, *shopping centers* e hotéis, devido ao interesse financeiro em finalizar a obra mais rápido, um dos benefícios proporcionados pela construção industrializada (DONIAK², 2017).

A falta de apoio político é um dos empecilhos para a disseminação da pré-fabricação no Brasil, isso ocorre pelo fato de haver interesse econômico em manter as técnicas construtivas convencionais visando à absorção extensiva de mão de obra. Doniak (2017) aponta o sistema tributário do país como um dos principais desafios:

“(…) na utilização das estruturas pré-fabricadas de concreto, incide o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Sobre Prestação de Serviços (ICMS) porque é um produto industrializado. O mesmo não ocorre no concreto usinado por exemplo, pois é considerado como uma prestação de serviços. Isto faz com que se perca a competitividade em alguns casos, mesmo sendo

² Em entrevista encontrada no Apêndice B deste trabalho.

uma obra mais rápida e com menos desperdício. Só no Brasil existe essa diferença de imposto.” (DONIAK, 2017)

Outro obstáculo é o receio que os arquitetos e estudantes tem de reproduzir uma arquitetura monótona, como a dos conjuntos habitacionais europeus dos períodos pós-guerra³ (CAMPOS, 2009). Essa característica depreciativa da linguagem arquitetônica tornou-se um estigma atribuído à pré-fabricação.

Segundo Gropius (1924 apud GUINSBURG; KOUDELA, 2013), a responsabilidade pela monotonia desses conjuntos é do projetista e não da técnica construtiva utilizada. No contexto brasileiro, Bastos e Zein (2011) também afirmam que a construção industrializada não está, a princípio, vinculada à negligência da qualidade estética do projeto.

Com todas as dificuldades encontradas no Brasil, as indústrias nacionais da construção civil não se desenvolveram e são desatualizadas quando comparadas com as de outros países, como Estados Unidos, Canadá, Finlândia, Alemanha e Japão.

Na crise política e econômica que o Brasil se encontra, os investimentos imediatos no desenvolvimento de tecnologias para a construção civil são improváveis. No segundo trimestre de 2017, a recuperação da economia não atingiu o setor industrial, resultando em um recuo de 2% na construção civil em relação ao primeiro trimestre do mesmo ano (CARNEIRO; VETTORAZZO, 2017).

Apesar da atual instabilidade no cenário econômico nacional, pesquisas acadêmicas sobre inovações tecnológicas, como a investigação do micro concreto de alto desempenho para pré-fabricação leve em HIS elaborada por Campos *et al.* (2013), são relevantes para mostrar o que os sistemas construtivos industrializados podem proporcionar em termos técnicos, ambientais, sociais e econômicos.

³ Foram realizados levantamentos *in loco* nos grandes conjuntos habitacionais de Paris, como o Les Courtilliers e o George Contenot, em out. de 2015 durante o processo de desenvolvimento do TFG.

O **objetivo** deste trabalho é contribuir para a compreensão dos parâmetros contemporâneos de projeto para habitação com sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado no Brasil.

O **método** (fig. 01.) empregado para a realização desta pesquisa inclui as etapas, ora sequenciais, ora concomitantes, relacionadas a seguir:

- Levantamento de dados secundários em livros, teses, dissertações, revistas, websites, artigos técnicos e científicos. As referências foram utilizadas para compor o embasamento teórico utilizado em diversas etapas da pesquisa.
- Elaboração do projeto de pesquisa, quando foi utilizado o referencial teórico estudado para identificar o problema e estabelecer os objetivos a serem cumpridos: “(...) para formular um projeto de pesquisa é necessário pesquisar, o que significa que é no próprio processo de pesquisa que são identificados os problemas” (SERRA, 2006, p. 23).
- Seleção dos estudos de caso exploratórios. Entre mais de 50 empresas associadas à ABCIC, foram encontradas 2 com empreendimentos habitacionais e inseridos no PMCMV, ambas desenvolveram os sistemas construtivos utilizados. Este trabalho refere-se a essas empresas como A e B. A empresa A possui 2 conjuntos habitacionais construídos com edifícios de 4 pavimentos, na cidade de Rio Claro, interior de São Paulo, e foi selecionado o conjunto habitacional onde foi possível realizar levantamento *in loco*. A empresa B é responsável por 40 torres habitacionais construídas em diversas cidades de Minas Gerais, e foi selecionada a torre com certificação ambiental do Selo Casa Azul. As duas empresas possuem outros empreendimentos que estavam em construção durante o desenvolvimento desta pesquisa.

- Realização das entrevistas com profissionais que, de alguma maneira, estão relacionados com a pré-fabricação de concreto armado no Brasil. As entrevistas foram estruturadas com antecedência, porém durante o processo surgiram informações novas. As entrevistas foram transcritas e encontram-se nos apêndices do trabalho:

Apêndice A – Entrevista com Funcionário e Relatório da Empresa A, realizada em 29 nov. 2017 por e-mail.

Apêndice B – Entrevista com Funcionário e Relatório da Empresa B, realizada em 20 set. 2017 por e-mail.

Apêndice C – Depoimento do Professor Arquiteto Sidney de Oliveira, realizado em 15 set. 2017.

Apêndice D – Entrevista com a presidente executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), a Engenheira Íria Lícia Oliva Doniak, realizada em 06 out. 2017.

Apêndice E – Entrevista com o Professor Engenheiro Martin Paul Schwark, profissional da Empresa Kronan, realizados em 10 nov. 2017.

- Levantamento de dados primários dos estudos de caso exploratórios. No caso da empresa A foi possível realizar levantamento *in loco* em 25 out. 2017, enquanto no da B, este foi feito a partir do acervo disponibilizado pela própria empresa.
- Investigação do histórico da construção pré-fabricada de concreto armado, utilizando: as referências bibliográficas; os levantamentos *in loco* realizados no Brasil, como o CRUSP, a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Farias Brito, o Instituto Nacional de Previdência Social

(INPS) Várzea do Carmo e o INPS Vila Maria Zelia; os levantamentos *in loco* realizados na França, durante o processo do TFG, como os grandes conjuntos habitacionais Les Courtilières e George Contenot; e as entrevistas com o Professor Arquiteto Sidney de Oliveira e a Engenheira Íria Doniak.

- Elaboração da linha do tempo ilustrada para auxiliar a compreensão espacial e temporal do desenvolvimento da construção pré-fabricada de concreto armado.
- Realização dos estudos de caso exploratórios, utilizados como método de análise (YIN, 2001), a partir dos levantamentos de dados primários, das referências teóricas, das entrevistas com os profissionais das empresas selecionadas e com o Professor Engenheiro Martin Paul Schwark e
- Análise crítica dos parâmetros de projeto para habitação com sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado no contexto atual do Brasil, a partir dos estudos de caso exploratórios, das entrevistas, das referências teóricas e do histórico estudado.

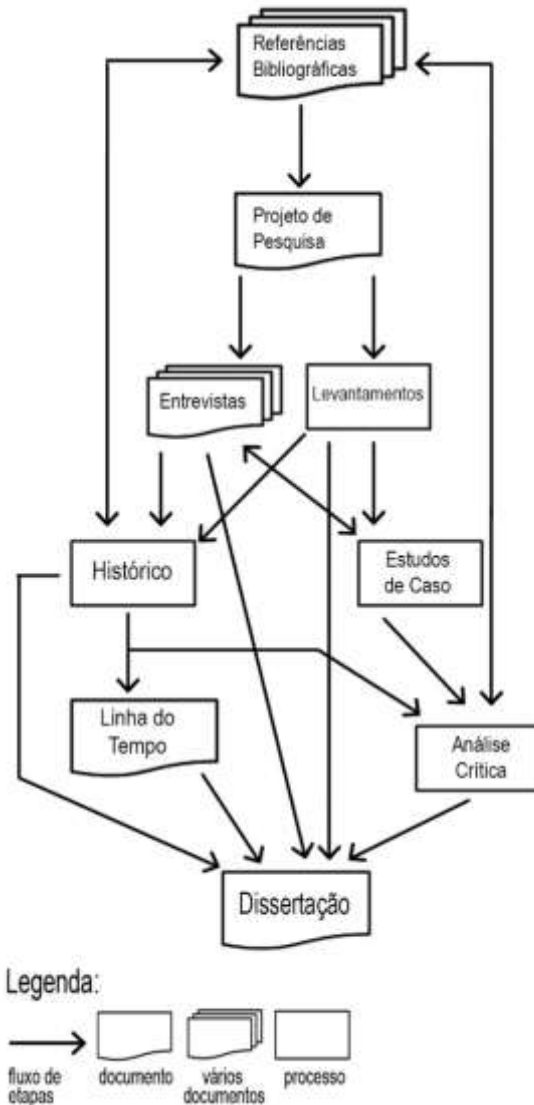


Fig. 0.1 – Fluxograma do Método de Pesquisa
 Fonte: Acervo próprio (2018)

No 1º capítulo são discutidos os fatos históricos relacionados ao desenvolvimento da construção pré-fabricada de concreto armado. Após a apresentação dos antecedentes internacionais, o enfoque é a análise do cenário brasileiro no qual destacam-se obras dos arquitetos Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira, João Filgueiras Limas e Oscar Niemeyer; as experiências do BNH, da Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) e dos Centros

Educacionais Unificados (CEUs); e casos pontuais do PMCMV. Foi elaborada uma linha do tempo ilustrada que sintetiza o conteúdo do capítulo.

No 2º capítulo é apresentado o contexto habitacional atual do Brasil para situar a produção recente do PMCMV. Alguns dos empreendimentos do programa que foram construídos com pré-fabricados de concreto armado são estudos de caso exploratórios utilizados como método de análise da pesquisa, permitindo a avaliação dos benefícios e dificuldades do emprego desses sistemas construtivos em edifícios habitacionais contemporâneos. Segundo Yin (2001), o estudo de caso como estratégia metodológica de pesquisas em ciências humanas possibilita um aprofundamento na investigação dos fenômenos.

No 3º capítulo são analisados os instrumentos de avaliação do desempenho dos sistemas construtivos habitacionais no Brasil, como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), as normas técnicas da ABNT relacionadas ao assunto do trabalho e as certificações ambientais na construção civil. Serra (2006) destaca a relevância da análise do desempenho da arquitetura nas pesquisas que abordam questões tecnológicas.

Nos apêndices da dissertação encontram-se materiais inéditos utilizados nas análises que foram coletados e elaborados durante a pesquisa: os relatórios completos sobre os estudos de caso e as entrevistas com profissionais das empresas responsáveis pelos empreendimentos selecionados do PMCMV; a entrevista com o Professor Arquiteto Sidney de Oliveira, profissional com experiência e pioneirismo na utilização da pré-fabricação de concreto armado; a entrevista com a presidente executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), a Engenheira Íria Lícia Oliva Doniak; e a entrevista com o Professor Engenheiro Martin Paul Schwark, profissional da Kronan, empresa de construção pré-fabricada de concreto armado onde foi realizado levantamento *in loco*.

1. Panorama Histórico da Construção Pré-fabricada de Concreto Armado

1.1. Antecedentes internacionais

A Revolução Industrial, iniciada em 1760 na Inglaterra, marcou a transição dos métodos de produção artesanais para os industrializados devido às inovações tecnológicas resultantes da invenção da máquina a vapor. Essa transformação refletiu no cenário social e econômico e se espalhou pela Europa e Estados Unidos (HOBBSAWM, 2009). O Brasil Colônia teve a permissão de Portugal, sua metrópole, para ter indústrias no seu território em 1808, mesmo ano que a família real portuguesa se mudou para o Rio de Janeiro. Mesmo assim, a industrialização brasileira não foi significativa até 1930 com a Era Vargas, cerca de 2 séculos após a Revolução Industrial na Europa.

Vasconcelos (2002) afirma que o pré-moldado de concreto armado surgiu junto com o próprio material pois nas suas primeiras experiências os elementos já eram produzidos fora do seu local de uso. O jardineiro francês Joseph Monier é considerado o inventor do concreto armado. Ele fez experimentos na tentativa de fortalecer os vasos de concreto para plantas, experimentando fazê-los com uma malha de ferro embutida. Monier levou sua invenção na Exposição de Paris de 1867, mesmo ano que obteve sua primeira patente em calhas de concreto armado para horticultura. Ele percebeu as novas possibilidades de usos para o material, obtendo mais patentes: tubos e bacias em 1868; painéis de fachadas em 1869; pontes ferro em 1873 e vigas em 1878. Em 1875, foi construída a primeira ponte de concreto armado no Castelo de Chazelet na França (fig. 1.1).

Segundo Milman (1971), o primeiro edifício construído com o sistema Hennebique (fig. 1.2) foi construído em 1897 no atual País de Gales; e foi demolido em 1984 para a construção do Quartel Marítimo. Uma coluna do quinto andar deste edifício foi preservada e atualmente encontra-se no Museu da Ciência de Londres. Em 1902, mais de 7000 estruturas tinham sido construídas com esse sistema, incluindo edifícios, torres de água e pontes.



Fig. 1.1 – Primeira Ponte de Concreto Armado
Fonte: MARREY(2010, n.p.)

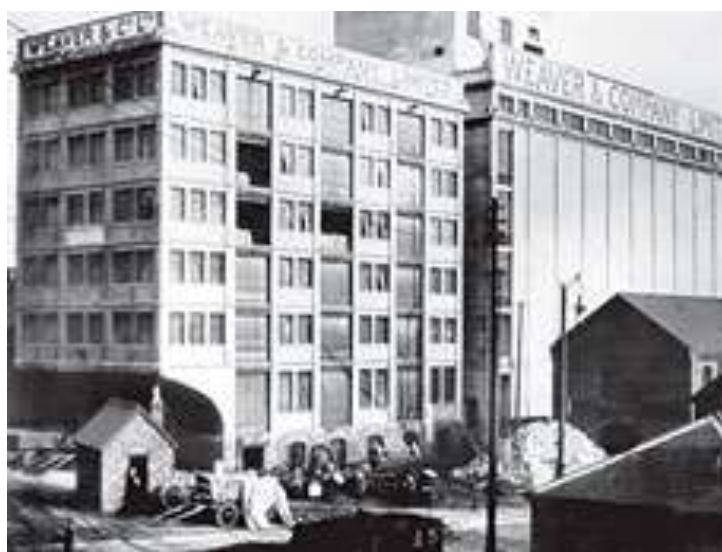


Fig. 1.2 – Primeiro Edifício Construído com Sistema Hennebique
Fonte: MOUCHEL (1997, n.p.)

A patente Monier foi comprada por empresas alemãs. Em 1886, estas concederam o direito a Gustav Adolph Wayss que investiu em experimentações para comprovar a vantagem econômica proporcionada pelo concreto armado. Ele concluiu que o ferro absorvia as tensões de tração, enquanto o concreto resistia à compressão. Wayss fundou algumas empresas para construção civil em concreto armado, como a Wayss & Freytag e Beton und Monierbau AG (MILMAN, 1971).

Em 1914 eclodiu a Primeira Guerra Mundial que terminou em 1918, com o Tratado de Versalhes assinado em 1919. Este documento apontava a Alemanha como responsável pelo conflito e a punia com diversos tipos de multas e exigências políticas. A demanda por habitações na Europa cresceu devido às destruições causadas pela guerra, principalmente na Alemanha que estava em período de crise econômica causada pelo Tratado de Paz (HOBBSAWN, 2009). As políticas habitacionais eram distintas nos países europeus e a ideia de utilizar os benefícios da pré-fabricação para resolver o problema estava em discussão:

“O problema da habitação só pode ser resolvido pela produção em massa. Para encontrar uma solução viável, é preciso novamente voltar aos blocos de alojamento, mas a uma escala maior do que anteriormente.” (BERLAGE⁴, [192?]. In: CASTEX et al., 2003, p. 56, tradução nossa)

O I Congresso Internacional da Arquitetura Moderna (CIAM), realizado em 1928 na Suíça, reuniu profissionais de diversos países para discussões sobre os princípios adotados pelo movimento. As declarações do evento apontam que os arquitetos e urbanistas modernistas visavam à racionalização, ao aumento da produtividade e à produção em série, que são características intrínsecas da construção industrializada (CONRADS, 1970, tradução nossa).

Um dos fundadores do I CIAM foi o arquiteto alemão Ernst May. Ele propôs a realização do II CIAM em Frankfurt no ano de 1929 com a questão habitacional como tema principal: *Existenzminimum*, que quer dizer essencial à manutenção da vida em alemão. May foi responsável por um programa de habitação popular conduzido em Frankfurt de 1924 a 1930, no qual foram construídas moradias na proporção de 1 unidade para cada 11 habitantes da cidade.

⁴ Hendrik Petrus Berlage foi um arquiteto e urbanista holandês que viveu de 1856 a 1934.

Os conjuntos habitacionais do programa de May em Frankfurt foram projetados e executados com sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado para diminuir o custo das obras e aumentar a rapidez de execução (fig. 1.3). Foram estabelecidas fábricas nos municípios para a produção dos painéis e lajes (POLETO, 2011).

As 1500 habitações de Praunheim foram a primeira e maior experiência com o sistema construtivo pré-fabricado *Frankfurter Montageverfahren*, que significa método de montagem de Frankfurt (fig. 1.4). Primeiramente, foram construídas casas unifamiliares de três andares cujas estruturas poderiam ser executadas por 18 trabalhadores em um dia e meio de trabalho. Durante a segunda fase, a partir de 1927, foram construídas habitações multifamiliares. Na terceira fase, a partir de 1928, as áreas das plantas tiveram que ser reduzidas devido à crise econômica alemã (GAILHOFER, 2016, tradução nossa).

Na década de 1920, as habitações dos conjuntos Betondorp (fig. 1.5) em Amsterdã, e Papaverhof (fig. 1.6) em Haia, ambos na Holanda, também foram construídas com painéis pré-fabricados de concreto e lajes de concreto pré-moldadas (POLETO, 2011).

Em 1930, o tema do 3º CIAM, realizado em Bruxelas, foi a racionalização dos métodos construtivos. O assunto foi discutido nas conferências do congresso e abordava também a questão habitacional, como na apresentação do arquiteto Walter Gropius, um dos vice-presidentes da entidade (REGINO, 2006).

No mesmo ano e no mesmo país que ocorreu o 3º CIAM, foi realizado o Congresso Internacional do Concreto e do Concreto Armado em Lieja, quando o engenheiro espanhol Rafael Ceballos Pabon apresentou um sistema de lajes pré-fabricadas para construção rápida de uma ponte ferroviária. Também foram apresentados estudos sobre outros tipos de peças de concreto armado produzidas em série. Foi nesse Congresso que as Estacas Mega e Franki foram exibidas pela primeira vez.



Fig. 1.3 – Edifícios pré-fabricados em Frankfurt
Fonte: MCKAY (2016, n.p.)



Fig. 1.4 – Construção em Praunheim em 1926
Fonte: FRANKFURT (1926, n.p.)



Fig. 1.5 – Edifícios pré-fabricados em Betondorp do arquiteto D. Greiner
Fonte: MINOR SIGHTS (2014, n.p.)



Fig. 1.6 – Edifícios pré-fabricados em Papaverhof do arquiteto Jan Wils.
Fonte: SCALA (2014, n.p.)

Apesar das discussões e das experiências com sistemas construtivos industrializados, até 1950 as estruturas de concreto armado moldadas *in loco* foram mais utilizadas do que as pré-fabricadas. No entanto, após o fim da Segunda Guerra Mundial em 1945, os países europeus começaram a reconstruir as suas cidades (fig. 1.7 a 1.9) utilizando a pré-fabricação devido à necessidade de completar as obras com rapidez e diminuir o custo (MILMAN, 1971).



Fig. 1.7 – Berlim após a Segunda Guerra Mundial
Fonte: LIFE ([194?], n.p.)



Fig. 1.8 – Londres após a Segunda Guerra Mundial
Fonte: CROSS; TIBBS (2015, n.p.)



Fig. 1.9 – Guernica, município espanhol, após a Segunda Guerra Mundial
Fonte: FABER (2011, n.p.)

O elevado déficit habitacional da Europa na época fez com que fossem construídos grandes conjuntos habitacionais em diversos países: na França, onde foram feitos levantamentos em campo, são chamados de *grands ensembles*; na Alemanha, tanto ocidental quanto oriental, de *großwohnsiedlungen*; no Reino Unido, de *new towns* e nos países da antiga União Soviética, de *khrouchtchevkas*.

O sistema construtivo utilizado nesses casos era composto por peças provenientes do mesmo fornecedor, o que é definido por Bruna (2017) como ciclo fechado⁵ de produção. Este pode ser um dos motivos pelos quais os edifícios apresentam uma arquitetura repetitiva e pouco flexível, como nos casos dos conjuntos Les Courtilières (fig. 1.10), do arquiteto Emile Aillaud; e do George Contentot, de Jacques Bourgeois e Joseph Bukiet (fig. 1.11), ambos na França e projetados em 1954 com componentes pré-fabricados de concreto armado.

⁵ A produção de ciclo fechado é definida por Bruna (2017) pelo produto final ter sido completamente executado por componentes de uma determinada empresa.



Fig. 1.10 – Les Courtilières, subúrbio de Paris
Fonte: Acervo próprio (2015)



Fig. 1.11 – Edifícios do conjunto George Contenot em Paris
Fonte: Acervo próprio (2015)

As habitações de concreto armado pré-fabricado tem mais destaque nas cidades francesas porque as indústrias de concreto do país mantiveram-se ativas durante a guerra para construção do Muro Atlântico e pelo fato do *Corps des Engineers des Ponts et Chaussées*, corpo técnico de engenheiros civis, ser tradicionalmente favorável ao uso do material. Os *grands ensembles*, ou grandes conjuntos, também são chamados de *cités* porque são formados por uma quantidade elevada de unidades habitacionais. O maior deles foi em Sarcelles (fig. 1.12), na periferia de Paris, com 10.000 apartamentos.



Fig. 1.12 – Grande conjunto habitacional em Sarcelles
Fonte: LE MONDE (2007, n.p.)

Entre 1950 e 1970, foram construídas cerca de 6 milhões de habitações na França. Aproximadamente 90% delas tiveram auxílio do Estado francês com a iniciativa do Ministério da Reconstrução e do Urbanismo. As principais tipologias utilizadas foram as de edifícios em lâminas em e torres (fig. 1.13). O programa podia ser apenas habitacional ou também conter comércio e equipamentos públicos (fig.

1.14). Os moradores tinham acesso à rede de água fria e quente, aquecimento central, instalações sanitárias e elevadores.

A pré-fabricação possibilitou a produção em série (fig. 1.15) de painéis de concreto, escadas, estruturas e elementos de banheiro para os conjuntos habitacionais. Cada processo (fig. 1.16) foi designado pela empresa ou arquiteto que o implementou: Camus, em Le Havre e exportado para a União Soviética; Estiot nas habitações de Haut-du-Lièvre em Nancy; e Tracoba no conjunto Pierre Collinet em Meaux (DUFAUX; FORCAUT, 2004, tradução nossa).



Fig. 1.13 – Içamento de peças pré-fabricadas
Fonte: L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI (1952, p. 04) in: CERCEAU (2013, p. 75)



Fig. 1.14 – Conjunto com térreo comercial em Seine-Saint-Denis
Fonte: Acervo próprio (2015)



Fig. 1.15 – Produção em série de edifícios habitacionais na França
Fonte: L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI (1956, p.96-99) in: CERCEAU (2013, p. 107-108)

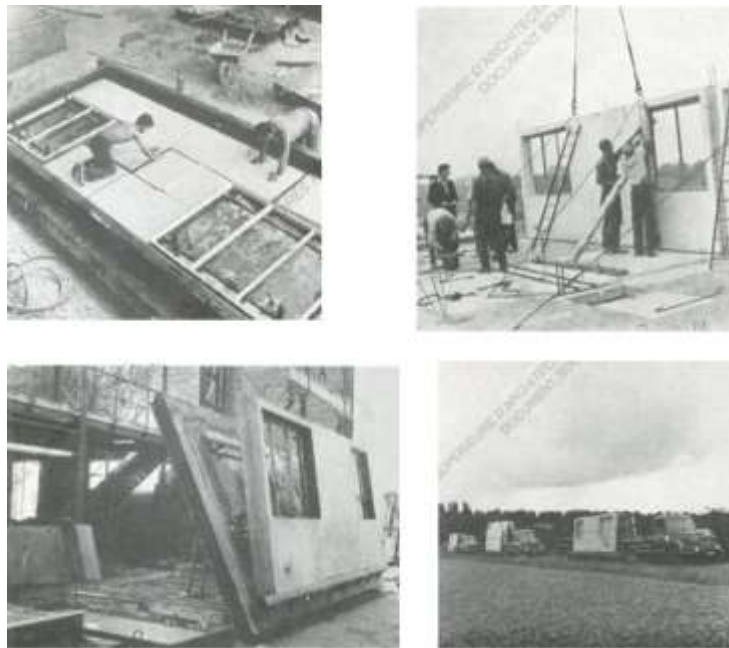


Fig. 1.16 – Processos da produção pré-fabricada na França
Fonte: L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI (1956, p. 96-99) in: CERCEAU (2013, p. 110)

Na década de 1960, as situações de marginalização e insalubridade nos grandes conjuntos começaram a ser criticadas pela sociedade. Os edifícios apresentavam problemas com a falta de manutenção; desempenhos acústico e térmico precários; e patologias estruturais. Em 1973, Olivier Guichard, ministro de Equipamentos, Habitação e Transportes, proibiu a construção de complexos residenciais com mais de 500 unidades na França (DUFAUX; FORCAUT, 2004, tradução nossa).

Na década de 1980 foram registrados casos de violência, saques, incêndios e assassinatos em vários desses grandes conjuntos habitacionais. As discussões sobre a situação das periferias das cidades francesas ficaram mais intensas. Entre as diversas propostas de intervenção, a demolição foi considerada nos casos em que os edifícios estavam mais danificados. Em 1983, as primeiras torres no conjunto Minguettes (fig. 1.17), em Lyon, foram destruídas. Posteriormente, diversos edifícios em outras cidades também foram demolidos (ABRAM, 1999, tradução nossa).



Fig. 1.17 – Demolição de um edifício no Minguettes em Lyon
Fonte: LYON (1983)

Após 1980, a deterioração dos edifícios construídos no período pós-guerra e a sua rejeição social fizeram com que a produção de ciclo fechado entrasse em decadência, enquanto a de ciclo aberto⁶ se consolidava na Europa (SALAS, 1988).

Nos anos seguintes, foram feitas mais demolições, apesar delas configurarem uma celeuma social devido às tensões provocadas pelos despejos. Em 2011, foi demolido o edifício Balzac e em 2015, o Petit Debussy, ambos na Cité des 4.000 em La Courneuve, próximo de Paris (fig. 1.18) (SERAFINE, VINCENDON, 2015, tradução nossa).



Fig. 1.18 – Cité des 4.000 em La Courneuve, Seine-Saint-Denis
Fonte: GHETTO ILE DE FRANCE (2004)

⁶ A produção de ciclo aberto é definida por Bruna (2017) pelo produto final ter sido executado por peças de diversas empresas compatibilizadas entre si.

A questão dos grandes conjuntos continua sendo discutida na França por arquitetos e estudantes, tanto no campo acadêmico, quanto no profissional. Os principais problemas apontados são: a falta de conexão com a cidade, provocando uma ruptura da malha urbana; o isolamento social dos moradores, formando guetos marginalizados; e a linguagem arquitetônica dos edifícios.

Gropius (1924 apud GUINSBURG; KOUDELA, 2013) atribui as características depreciativas de monotonia e rigidez na arquitetura dos grandes conjuntos europeus ao projeto e não à técnica construtiva utilizada. Ele afirma que é possível criar espaços e composições interessantes com componentes pré-fabricados.

A falta de flexibilidade da linguagem arquitetônica também pode estar relacionada com a produção de ciclo fechado que limita a procedência dos componentes a uma única empresa fornecedora. Já o ciclo aberto permite a diversificação da origem das peças, graças à coordenação modular utilizadas pelos diferentes fornecedores (BRUNA, 2017).

Mesmo com todas as críticas relevantes sobre a produção habitacional pré-fabricada na Europa nos períodos pós-guerra, a construção industrializada não foi abandonada. As técnicas construtivas se desenvolveram, inclusive a pré-fabricação. Atualmente, a pré-fabricação nesses países é realizada dentro do ciclo flexibilizado de produção, que é quando todos os componentes do edifício são racionalizados e podem ser readequados em diferentes tipologias, conforme a mudança das necessidades de cada usuário ao longo do tempo (ELLIOT; JOLLY, 2013, tradução nossa).

1.2 Primeiras Experiências no Brasil

São definidas três fases de industrialização da construção: a primeira inicia na Revolução Industrial com a invenção das máquinas; a segunda, no início do século XIX, quando estas começaram a realizar ciclos repetitivos; e a terceira, a partir da segunda metade do século XX, com a utilização de mecanismos para realizarem os trabalhos repetitivos (BRUNA, 2017). Essa periodização não se refere ao contexto brasileiro porque além da industrialização do país ter sido tardia, as inovações tecnológicas da Segunda Revolução Industrial, caracterizada pela terceira fase da industrialização, chegaram no Brasil no final do século XX.

A reconstrução das cidades no pós-guerra foi o contexto de disseminação dos sistemas pré-fabricados na Europa, já no Brasil, não houve uma situação semelhante. A primeira grande obra com pré-moldado de concreto armado foi o hipódromo da Gávea (fig. 1.19) no Rio de Janeiro em 1926. A construtora dinamarquesa Christian-Nielsen executou a obra com diversos elementos pré-fabricados, como as estacas nas fundações e as cercas no perímetro da área da construção. Houve um planejamento rigoroso do canteiro de obra, onde foram fabricados os componentes, para que não aumentasse o tempo de execução (VASCONCELOS, 2002).



Fig. 1.19- Hipódromo da Gávea
Fonte: JCB, [192?]

A Era Vargas marcou o início da industrialização no Brasil devido aos investimentos para a criação de empresas estatais. As indústrias foram instaladas principalmente na região Sudeste do país. Nesse contexto, alguns dos arquitetos brasileiros da época adotaram as linhas gerais do Movimento Moderno que estavam sendo discutidas na Europa durante os CIAM. Esses profissionais idealizavam partidos arquitetônicos que integrassem a função, a estética, a técnica construtiva e a economia, sendo assim, incentivadores da pré-fabricação.

No início da década de 1950, o arquiteto Eduardo Kneese de Mello considerava a pré-fabricação como uma possível solução do déficit habitacional brasileiro. Ele projetou residências unifamiliares (fig. 1.20) em São Paulo com componentes pré-fabricados de concreto na sua própria indústria, a Uniseco S.A (REGINO; PERRONE, 2009).



Fig. 1.20 - Casa unifamiliar da Uniseco S.A.
Fonte: FEBASP (1955, n.p.)

A Uniseco S.A. fechou poucos anos depois por diversos motivos, inclusive o fracasso financeiro e a dificuldade em encontrar mão-de-obra e equipamentos adequados. Apesar disso, Eduardo Kneese de Mello continuou acreditando nos benefícios da pré-fabricação e exerceu um importante papel no desenvolvimento da

construção industrializada no Brasil junto com os seus sócios, os arquitetos Sidney de Oliveira e Joel Ramalho:

“O Prof. Eduardo Kneese de Mello se envolveu com a industrialização e quase perdeu tudo. Ele me disse que arquiteto era péssimo comerciante. Mesmo assim, ele não desanimou e isso que nos trouxe motivação!” (OLIVEIRA, 2017)⁷

No final da década de 1950, a Construtora Mauá foi responsável pela construção de diversos galpões industriais em São Paulo com componentes pré-fabricadas de concreto armado produzidas no canteiro de obras. A técnica utilizada consistia em executar as peças na horizontal e empilhá-las em grupos de 10, o que aumentava a produtividade e, conseqüentemente, reduzia o tempo de obra. A primeira experiência foi na fábrica do Cortume Franco-Brasileiro (fig. 1.21), onde foram construídos 10 pavilhões, totalizando 35.000 m². Nesse caso, prazo de entrega foi reduzido dos 2 anos que constavam no contrato para 14 meses devido ao processo indústria adotado, surpreendendo positivamente os proprietários (VASCONCELOS, 2002).



Fig. 1.21- Estocagem de pilares no galpão do Cortume Franco-Brasileiro
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 13)

⁷ Entrevista e Experiência com a Pré-fabricação do Professor Arquiteto Sidney de Oliveira encontra-se no Apêndice A deste trabalho.

Nessa época, a pré-fabricação era utilizada no Brasil com mais frequência na construção de galpões. No entanto, segundo Vasconcelos (2002), o primeiro edifício pré-fabricado de concreto armado com vários pavimentos do país foi o Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo (CRUSP) projetado em 1961 pelos arquitetos Eduardo Kneese de Mello, Sidney de Oliveira e Joel Ramalho (fig. 1.22).



Fig. 1.22- Vista aérea do Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo
Fonte: MARUTA (2012, n.p.)

No programa original são 12 edifícios residenciais, restaurante comum e áreas coletivas interligados por uma marquise (fig. 1.23). Cada bloco (fig. 1.24) foi projetado com 60 apartamentos de 40 m² cada divididos igualmente entre os 6 pavimentos e com ambientes coletivos: sala de estar, enfermaria, uma rouparia e uma copa (ACRÓPOLE, 1964).



Fig. 1.23- Marquise entre os edifícios
Fonte: Acervo próprio (2017)



Fig. 1.24- Interior do bloco E
Fonte: Acervo próprio (2017)

A estrutura projetada pelos arquitetos é pré-fabricada de concreto armado no canteiro e os outros componentes do sistema construtivo são industrializados leves. A concorrência para a realização da obra foi feita em duas partes: o primeiro lugar para a empresa responsável pela construção de 6 blocos pré-fabricados e o segundo, para os blocos feitos com sistema convencional:

“Não conseguimos nenhum livro de pré-fabricação na época (...) Conseguimos um adendo na concorrência pública para a firma que pegasse fazer a pré-fabricação. Nós fizemos para comover mesmo: ninguém melhor do que a USP para fazer algo inovador! A firma que pegou teve que mandar um engenheiro ir estudar sobre pré-fabricados na Europa.” (OLIVEIRA, 2017).

A divisão da concorrência foi feita porque era necessário que alguns blocos fossem concluídos a tempo para serem utilizados como alojamento dos atletas durante os Jogos Pan-americanos de 1963 realizados no Brasil, antes de serem destinados à habitação estudantil. Apesar da pré-fabricação permitir que as obras sejam executada mais rapidamente, ela foi empregada na construção dos edifícios após a realização do evento esportivo porque era uma técnica inovadora no país que exigiu a preparação dos profissionais com estudos prévios (OLIVEIRA, 2017).

As construtoras envolvidas foram Ribeiro Franco S.A. Engenharia e Construção para os 6 edifícios pré-fabricados e a Servix Engenharia Ltda. para os outros 6, que foram os primeiros a serem concluídos com sistema construtivo convencional (MONTENEGRO FILHO, 2012).

Segundo Oliveira (2017), foram montados trilhos no sentido do comprimento dos prédios com rodas de trem para o guindaste que levantava as peças não oscilar pois não havia guias disponíveis. As peças foram executadas em fôrmas metálicas e não foram constatados problemas para içá-las. A possibilidade de reutilização dos componentes pré-fabricados é apontada pelo arquiteto como uma das vantagens deste sistema construtivo.

As peças estruturais de concreto armado foram fabricadas com os vazios para que as instalações elétricas e hidráulicas, ambas artesanais, fossem embutidas. As vigas-berço abrigam as tubulações e a manutenção é feita com facilidade.

As fachadas de cada edifício foram feitas com cores diferentes. O material utilizado para essa finalidade é o laminado melamínico, popularmente conhecido como fórmica (fig. 1.25), com espessura de aproximadamente 1 cm para manter-se colorido mesmo com o desgaste causado pelo tempo e intempéries (OLIVEIRA, 2017).



Fig. 1.25- Fachadas dos bloco D e E
Fonte: Acervo próprio (2017)

Os arquitetos brasileiros atentados aos princípios no Movimento Moderno defendiam a pré-fabricação como forma de economia sem subjugar a linguagem arquitetônica. Por outro lado os galpões pré-fabricados dessa época não foram concebidos com a intenção de integrar a questão estética no projeto, mas também representaram uma inovação na esfera tecnológica da construção civil no país.

1.3 Habitação de Interesse Social

A Era Vargas foi o início da industrialização do Brasil e o momento que o estado começou a conduzir a produção de HIS no país. O primeiro órgão federal para financiamento habitacional foi a Fundação da Casa Popular (FCP), criada em 1946. Antes disso, já havia o Instituto de Aposentadoria e Pensão (IAP) que fornecia esse serviço apenas para seus associados desde 1933 (VILLAÇA, 1986).

Após o Golpe Militar em 1964, foi imposto um regime político sem legitimidade no Brasil, causando revolta em parte da população. Nesse cenário de grande tensão política e econômica, era conveniente que fossem tomadas providências públicas para demonstrar a consideração dos apelos populares. Em 1966, foi criado o Banco Nacional de Habitação (BNH) com o intuito de centralizar as operações financeiras do Plano Nacional de Habitação.

Durante o primeiro ano de atuação do BNH, foi estruturada a articulação dos órgãos captadores de recursos financeiros. O principal deles foi o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), cuja verba viabilizou a construção de diversos conjuntos habitacionais (SANVITTO, 2018).

O rumo da construção civil brasileira estava em discussão devido às questões políticas e ideológicas da época. Alguns profissionais incentivavam o uso da pré-fabricação por conta da economia de materiais e do aumento da produtividade; enquanto outros defendiam que as técnicas construtivas artesanais deveriam continuar sendo empregadas extensivamente para absorver uma mão de obra sem qualificação nos canteiros de obra.

Nesse período, o BNH chegou a desestimular a pré-fabricação com o objetivo de promover emprego nos canteiros (PIGOZZO et al., 2006). Mesmo assim, algumas empresas apostaram na utilização de sistemas construtivos industrializados e conseguiram produzir conjuntos habitacionais que foram financiadas pelo órgão federal.

Uma delas foi a Engenharia de Fundações S.A. (Engefusa) que desenvolveu o Sistema Engefusa (fig. 1.26) baseado em tecnologias importadas. O sistema construtivo era com painéis pré-fabricados de concreto armado e foi utilizado na construção de diversos conjuntos habitacionais no Rio de Janeiro, como o Padre Anchieta em 1966 com 252 apartamentos (fig. 1.27), o Parque Novo Irajá em 1967 com 192 unidade (fig. 1.28), e o Antônio Salema, para 472 famílias distribuídas em 30 edifícios (fig. 1.29) (VASCONCELOS, 2002).

Em 1967, o presidente da empresa Engefusa, o Eng. Carlos da Silva (fig. 1.30), apresentou uma monografia com as experiências da empresa com conjuntos habitacionais no Seminário Latino-americano sobre Pré-fabricação em Moradias organizado pela ONU em Copenhague. O engenheiro mostrou a comparação dos custos das obras com o Sistema Engefusa com o tradicional, enfatizando a redução de desperdícios de materiais e dos prazos de conclusão (MILMAN, 1971).

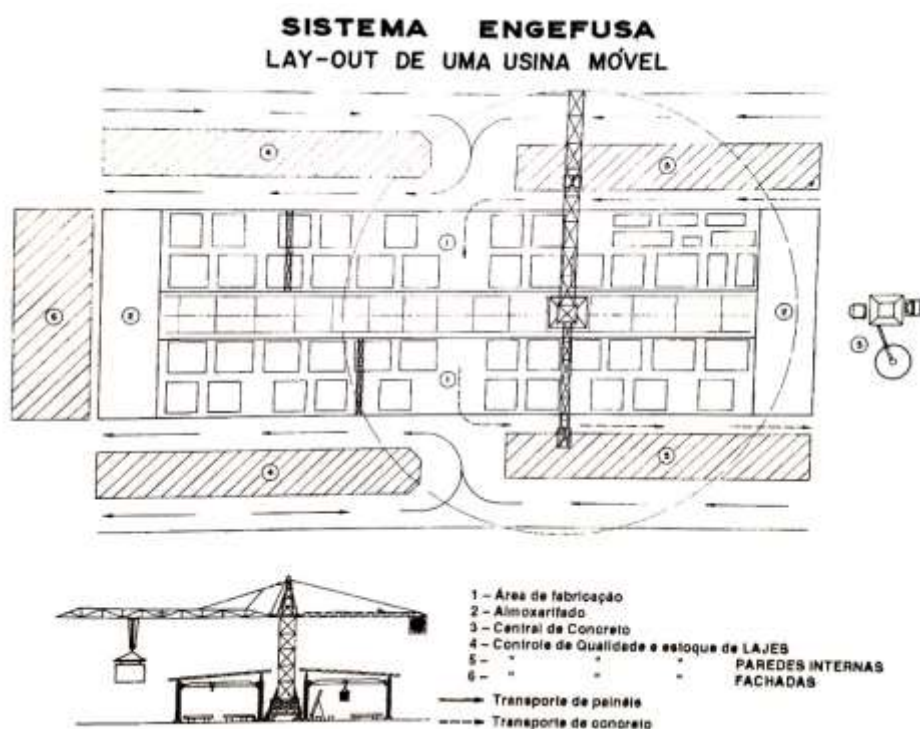


Fig. 1.26- Sistema Engefusa
 Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 47)



Fig. 1.27- Conjunto Padre Anchieta
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 48)



Fig. 1.28- Conjunto Parque Novo Irajá
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 48)



Fig. 1.29- Conjunto Antônio Salema
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 48)



Fig. 1.30- Eng. Carlos Silva no canteiro de obras do Conjunto Parque Novo Irajá
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 48)

Segundo Vasconcelos (2002, p. 47), apesar da economia proporcionada pelo sistema construtivo apresentado pelo Eng. Carlos da Silva, a Engefusa faliu depois de alguns anos devido à falta de apoio governamental: “(...) o país perdeu uma grande oportunidade de desenvolver com vigor o sistema implantado pela Engefusa, o que traria grandes benefícios.”

Os profissionais da Oxford Ltda, empresa de origem brasileira também estudaram as tecnologias pré-fabricadas de outros países. Em 1966, eles trouxeram da França um sistema de painéis estruturais pré-fabricados de concreto armado, chamado *Estiot-Acier-Béton*, que fora adaptado às condições climáticas do país. Até 1987, a construtora concluiu no Rio de Janeiro e em São Paulo, aproximadamente 10.000 unidade de HIS com esse novo sistema.

Uma das produções de HIS da Oxford com painéis pré-fabricados de concreto armado é o Conjunto Residencial de Padre Miguel (fig. 1.31), projetado pela Companhia de Habitação Popular do Estado de Guanabara (COHAB do antigo

estado de Guanabara, atualmente integrado ao RJ) e financiado pelo BNH. O conjunto está localizado na região periférica do Rio de Janeiro e é constituído por 2320 apartamentos distribuídos em 116 edifícios de 5 pavimentos, totalizando mais de 100.000 m² de área construída (VASCONCELOS, 2002).

A Oxford também construiu cerca de 3.000 habitações para diversas faixas de renda com um sistema de fôrmas-túnel para concretagem convencional (fig. 1.32), chamado de processo Outinord (VASCONCELOS, 2002).



Fig. 1.31- Conjunto Residencial Padre Miguel
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 55)



Figura 1.32 – Fôrma deslizante utilizada no processo Outinord
Fonte: FRANK (2008)

O Conjunto Habitacional Zezinho Magalhães Prado (fig. 1.33), localizado no bairro Cecap em Guarulhos, foi financiado pelo BNH e projetado em 1967 pelos arquitetos Fábio Penteado, João Vilanova Artigas e Paulo Mendes da Rocha. Os edifícios da proposta original eram pré-fabricados de concreto armado com a usina de produção localizada no canteiro de obra. No entanto, o projeto não foi completamente executado e a construção, dividida em diversas fases até ser concluída em 1981, foi realizada com apenas alguns índices de industrialização (CERÁVOLO, 2007).

Segundo um dos autores do projeto, Fábio Penteado (2007 apud. CERÁVOLO, 2007, p.88), o sistema construtivo industrializado não fazia parte da cultura brasileira e foi idealizado por “fantasia ou poesia” dos arquitetos.

O conjunto foi construído em 5 fases, cada uma com uma licitação diferente que definiu as inovações em relação às anteriores. As soluções construtivas comuns a todas as etapas são: as fundações de estacas agrupadas que servem de base para os pilotis, as instalações hidráulicas concentradas nas paredes divisórias das unidades; as instalações elétricas com previsão de uma tubulação de gás, elemento inovador para a época; as lajes de cobertura cobertas com argila expandida; e as divisórias dos apartamentos estruturadas em madeira e revestidas com gesso (CERÁVOLO, 2007).

A primeira fase da obra ocorreu de 1968 a 1972 e foram utilizados sistemas construtivos convencionais. Nas fases seguintes foram utilizadas escadas pré-moldadas de concreto: em um primeiro momento, foram moldadas em fôrmas metálicas desenvolvidas pela construtora Rossi; e posteriormente, com o sistema de fôrmas deslizantes Outinord.



Figura 1.33 – Implantação do projeto original Conjunto Zezinho Magalhães do Prado
Fonte: SOLIMAR (In: CERAVALLO, 2007 p. 70)



Figura 1.34 – Edifícios do Conjunto Zezinho Magalhães do Prado
Fonte: DESENHO 4 (In: CERAVALLO, 2007 p. 71)



Fig. 1.35 – Circulação vertical no Cecap Zezinho Magalhães do Prado
Fonte: CARRANZA; CARRANZA (2015)

Apesar do sistema construtivo proposto não ter sido executado, o planejamento racionalizado da construção previsto pelos arquitetos no partido do projeto pode ser constatado: na redução de 37% consumo de concreto, redução dos encanamentos condutores de água que entram direto da rua, solução racional do piso sem contrapiso, eliminação dos baldrame e produção em série de caixilhos e armários com a mesma especificação (CERÁVOLO, 2007).

Os arquitetos Fábio Penteado, João Vilanova Artigas e Paulo Mendes da Rocha propuseram o Conjunto Zezinho Magalhães do Prado com um sistema construtivo industrializado, fundamentado no discurso da racionalização e economia de recursos. Apesar da sua coerência, o projeto original não foi completamente reproduzido. As licitações optaram pelos orçamentos mais baratos que, naquele momento, não previam a pré-fabricação pelo fato dos sistemas artesanais ou com

índices de industrialização reduzidos já estarem consolidados no país (CERÁVOLO, 2007).

No caso do CRUSP, projetado 3 anos antes do Conjunto Zezinho Magalhães do Prado, os arquitetos Eduardo Kneese de Mello, Sidney de Oliveira e Joel Ramalho conseguiram um importante adendo na licitação para que a construtora vencedora tivesse o compromisso de executar o sistema construtivo projetado por eles. Os conjuntos habitacionais da Engefusa e da Oxford foram situações sem concorrência com os sistemas convencionais. Assim como Eduardo Kneese de Mello fez na Uniseco, essas construtoras tiveram o interesse de assumir o risco para investir na investigação, desenvolvimento e aplicação de uma nova tecnologia por conta dos benefícios proporcionados por ela e que foram demonstrados no trabalho do Eng. Carlos da Silva.

A década de 1970 foi o auge da quantidade de HIS produzidas com recursos do BNH. O programa de financiamento tornou-se mais abrangente e começou a atender outras faixas salariais, afastando-se da sua proposta inicial. A qualidade dessa produção é criticada pela dimensão dos conjuntos habitacionais, pela repetição do mesmo modelo de edifício e pela implantação em localizações periféricas. Essa situação originou o termo negativo “padrão BNH”, apesar deste ser responsável pelos recursos financeiros utilizados, e não pela autoria dos projetos de arquitetura (SANVITTO, 2018).

Os conjuntos habitacionais construídos com pré-fabricação não correspondem à maior parte da produção do BNH, eles foram frutos do esforço de profissionais que apostaram na tentativa de introduzir novas tecnologias na construção civil brasileira. As críticas discutidas por Sanvitto (2018) correspondem a uma situação semelhante à dos grandes conjuntos europeus do pós-guerra e podem ser constatadas em casos construídos artesanalmente e industrialmente, por tanto, as características negativas dessas HIS não são consequências exclusivas das técnicas construtivas utilizadas.

Nos últimos anos de atuação, o BNH mudou sua postura à respeito de manter a construção convencional e chegou a patrocinar pesquisas sobre novas tecnologias, como a pré-fabricação em concreto armado. No final da década de 1970, foram instalados alguns canteiros experimentais como o Narandiba (fig. 1.38) na Bahia e o Carapicuíba VII em São Paulo (PIGOZZO et al., 2006).

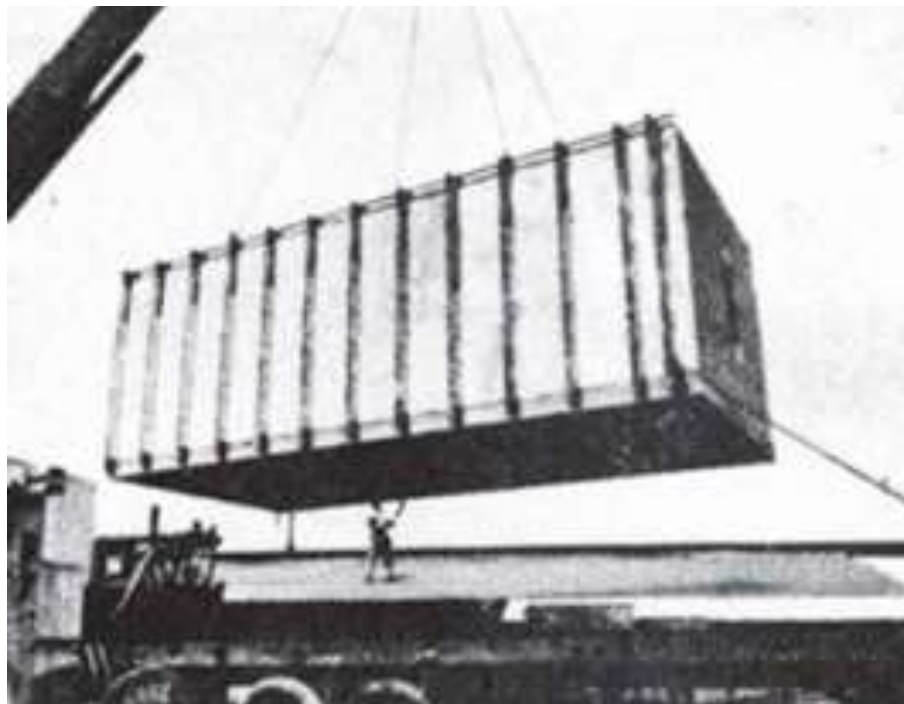


Figura 1.39 – Canteiro experimental Narandiba do BNH
Fonte: KOURY ([197?], n.p.)

Em 1983, foram constatadas patologias funcionais em alguns edifícios pré-fabricados do BNH. Em alguns casos, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) concluiu que a demolição seria a melhor alternativa devido ao uso de material inadequado na produção dos componentes estruturais (PIGOZZO et al., 2006).

A questão identificada pelo IPT aponta uma possível falha no controle de qualidade da produção dos componentes, contrariando a definição atual de pré-fabricação. Segundo a ABNT NBR 9062:2017 (2017, p.03), tanto o pré-fabricado,

quanto a pré-moldado de concreto são rigorosamente controlados quando produzidos; o que deveria diminuir a ocorrência desse tipo de problema.

Em um cenário de recessão econômica, que foi intensificada pela Crise do Petróleo de 1979, o BNH enfrentou outros problemas, como o aumento da inadimplência e a redução de recursos captados, culminando no encerrando de suas atividades em 1986. As funções do órgão suprimido foram atribuídas à Caixa Econômica Federal. Segundo Sanvitto (2018), a implantação, auge e extinção do BNH coincidiram com o início, apogeu e fim do regime militar no Brasil.

1.4 Outras Obras Nacionais

Os arquitetos Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira realizaram outros projetos com sistemas construtivos pré-fabricados de concreto, como: o Instituto Nacional da Previdência Social (INPS) Várzea do Carmo em 1967; o Cemitério Vila Paulicéia em 1969; o INPS Vila Maria Zélia em 1976 e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Farias Brito, atual Universidade de Guarulhos (UnG), em 1980 (OLIVEIRA, 2017).

A execução do INPS Várzea do Carmo (fig. 1.40), atualmente chamado de Posto de Assistência Médica (Pam) Várzea do Carmo, iniciou em 1975 e foi concluída em 1976. Um projeto funcional foi solicitado aos arquitetos para abrigar os serviços médicos dos postos de atendimento.



Fig. 1.40- INPS Várzea do Carmo
Fonte: GOOGLE (2017)

O edifício possui 3 pavimentos interligados por rampas, são 7 setores modulados e separados por pátios internos onde estão as aberturas das janelas. A iluminação natural também é feita pelas claraboias. No pavimento térreo, elevado da cota do terreno devido à inundações recorrentes na área, estão localizados os setores de serviços e estacionamento; nos outros, estão dispostas as 17 clínicas (ACRÓPOLE, 1968).

O sistema construtivo adotado é misto: estrutura, cobertura e fechamentos são pré-fabricados de concreto armado; as vigas são moldadas *in loco* com o mesmo material (fig. 1.41); e as divisórias internas são pré-fabricadas leves. A obra foi realizada pela construtora Carvalho Horsken e com componentes pré-fabricados do catálogo da empresa Sociedade Brasileira de Fundações (SOBRAF), posteriormente chamada de Consid Construtora e Incorporadora (OLIVEIRA, 2017).

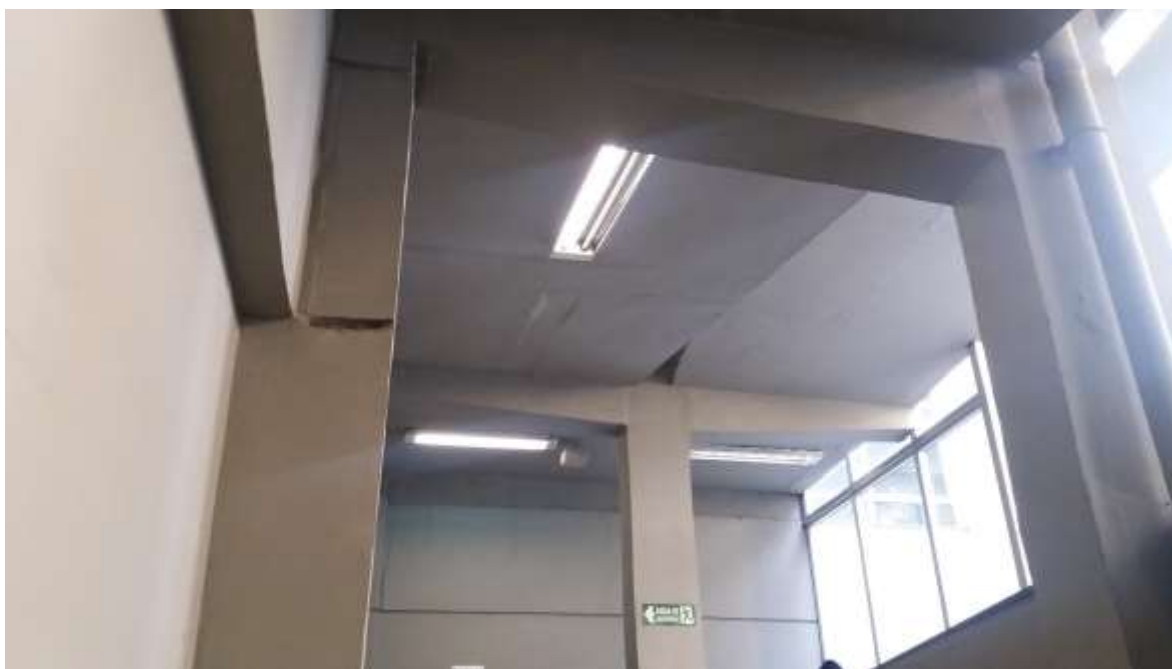


Fig. 1.41- Encontro viga e pilar no INPS Várzea do Carmo
Fonte: Acervo próprio (2018)

Em 1967 o projeto do INPS Várzea do Carmo foi premiado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB) na categoria de Edifício para Saúde. Além da inovação no sistema construtivo, foi o primeiro caso de serviços de saúde no Brasil com setorização por cores (fig. 1.42 e 1.43) para guiar o percurso dos usuários até cada clínica especializada (MONTENEGRO FILHO, 2012).



Fig. 1.42- Setorização por cores no INPS Várzea do Carmo
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.43- Clínicas especializadas de diferentes cores
Fonte: Acervo próprio (2018)

Segundo Oliveira (2017), os acessos do edifício foram moldados *in loco* e apelidados de papa-filas (fig. 1.44). O arquiteto afirma que houve uma evolução na composição da fachada do edifício, na qual foram utilizadas peças que poderiam ser posicionadas voltadas para dentro ou para fora do edifício, conforme a necessidade por mobiliários, como bancos e armários, resultando na volumetria com cheios e vazios da fachada (fig. 1.45).

Em 2006 o edifício do ambulatório foi restaurado (fig. 1.46). Nesse momento, algumas peças da fachada foram pintada de azul, enquanto o quebra-sol das janelas e o guarda corpo das escadas dos pátios internos, de amarelo (fig. 1.47).



Fig. 1.44- Papa-filas
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.45- Composição da fachada do INPS Várzea do Carmo
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.46- Cartaz com fotografias da reforma do ambulatório
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.47- Pátio interno
Fonte: Acervo próprio (2018)

Em 1969, Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira propuseram o emprego da pré-fabricação no Cemitério Vila Paulicéia. Seria uma solução de baixo custo para um problema social, que é destinar terrenos próximos de infraestruturas urbanas para esse uso:

“No filé mignon do terreno fica o cemitério. Aquilo é lugar para gente morar e ficou para os mortos. Já que não iam cremar, que tal fazer com tubos pré-fabricados? (...) A ideia era essa: um tubo para pôr o caixão dentro e o acabamento final pensamos uma grade de alumínio vazada, pintada de preto que dava para colocar o nome do morto lá. Eu queria usar o tubo mesmo e a empilhadeira colocava o caixão lá dentro.” (OLIVEIRA, 2017)

Os componentes pré-fabricados de canalização foram propostos para serem utilizados repetidamente no cemitério devido ao custo reduzido e às características adequadas para essa finalidade. O prédio da administração foi uma exceção no projeto, proposto com técnica construtiva convencional (ACRÓPOLE, 1969).

Em 1976, os arquitetos foram contratados para realizar o projeto do INPS Vila Maria Zélia, atual Ambulatório Médico Especializado (AME) Maria Zélia (fig. 1.48). A área é de aproximadamente 18.000 m² com o programa e setorização semelhantes ao do INPS Várzea do Carmo, além do emprego da pré-fabricação com componentes de concreto armado. Neste caso, foi atingido maior racionalização pois não foram usadas vigas moldadas *in loco*. A obra foi realizada pela construtora Engenharia Comércio e Indústria SA. e a empresa responsável pelos componentes industrializados foi a Rodrigues Lima (MONTENEGRO FILHO, 2012).



Fig. 1.48- INPS Vila Maria Zélia
Fonte: GOOGLE (2017)

O edifício foi concebido para ser completamente pré-fabricado (fig. 1.49). A solução encontrada para as vigas da cobertura e paredes é a utilização da mesma peça para realizar as duas funções (fig. 1.50 e 1.51). Essas peças se repetem no projeto e possuem variações nas aberturas onde foram colocadas as portas e janelas (OLIVEIRA, 2017).



Fig. 1.49- Encaixes dos componentes pré-fabricados no INPS Vila Maria Zélia
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.50- Vigas de cobertura pré-fabricadas
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.51- Paredes externas pré-fabricadas
Fonte: Acervo próprio (2018)

O projeto do INPS Vila Maria Zélia é um exemplo de edifício pré-fabricado em que o sistema construtivo adotado não impediu a composição do partido arquitetônico:

“Fomos na firma do Otacílio que era o arquiteto que trabalhava com pré-fabricação. Quando ele viu o projeto, ele chamou todo mundo para ver também e gritou: quem disse que não dá para fazer um prédio redondo com pré-fabricado?” (OLIVEIRA, 2017)

A construtora Rodrigues Lima, fundada em 1967 pelo arquiteto Otacílio Rodrigues Lima, desenvolveu um projeto para edifícios residenciais com painéis estruturais de concreto armado pré-fabricado de laje e de parede (fig. 1.52). Os apartamentos desses edifícios não eram de HIS (VASCONCELOS, 2002).



Fig. 1.52- Edifício Residencial da Rodrigues Lima
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 104)

Foram realizados poucos edifícios em São Paulo com esse projeto da Ribeiro Lima por falta de apoio financeiro. Toda a produção residencial da empresa apresentou “perfeição da construção e seu desempenho impecável” (VASCONCELOS, 2002, p. 105).

O arquiteto João Filgueiras Lima, conhecido como Lelé, também foi um arquiteto introdutor de tecnologias relacionadas com a construção industrializada no cenário brasileiro. No edifício residencial dos professores da Universidade de Brasília (fig. 1.53) em 1962, no Hospital de Taguatinga (fig. 1.54) em 1968 e no Centro de Administração da Bahia (fig. 1.55) foram utilizadas peças de concreto armado pré-fabricadas (GUERRA; MARQUES, 2015).



Fig. 1.53 - Residência de professores da UNB
Fonte: FRANÇA (2014)



Fig. 1.54- Hospital Taguatinga
Fonte: FRANÇA (2014)



Fig. 1.55- Centro de Administrativo da Bahia
Fonte: AFONSO (2015)

Na década de 1970 o Brasil recebeu diversas empresas multinacionais na região Sudeste. A necessidade de rapidez na conclusão das obras dos edifícios onde essas empresas se instalaram fez com que o sistema construtivo adotado fosse o pré-fabricado de concreto armado (DONIAK, 2017). Pelo mesmo motivo, essa solução também foi adotada em edifícios de empresas nacionais (fig. 1.56).



Fig. 1.56- Edifício administrativo da empresa MAFERSA em São Paulo
Fonte: VASCONCELOS (2002, p.57)

Em 1980, Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira projetaram e coordenaram a construção da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo Farias Brito (fig. 1.57), atual UnG (fig. 1.58), em Guarulhos:

“Essa é a joia da coroa! Nós nos colocamos no lugar do Artigas quando fez a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), imagina a satisfação dele?” (OLIVEIRA, 2017)

Nessa obra, como os dois arquitetos eram professores da instituição, o acompanhamento e discussão dos detalhes construtivos eram diários. A obra também serviu de canteiro experimental para os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Farias Brito.

A obra foi realizada pela construtora Weimberger. A empresa responsável pela estrutura pré-fabricada (fig. 1.59 e 1.60) foi a Cinasa. A fabricação e a instalação dos módulos de fibra de vidro (fig. 1.61) foram feitas pela Prefal Ltda. (MONTENEGRO, 2012).



Fig. 1.57- Faculdade Farias Brito
Fonte: PROJETO (1981, p.25 in: MONTENEGRO, 2012, p.415)



Fig. 1.58- Edifício da Faculdade Farias Brito, atual UnG
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.59- Pilar e viga pré-fabricados no edifício da UnG
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.60- Encaixe da peças pré-fabricadas no edifício da UnG
Fonte: Acervo próprio (2018)

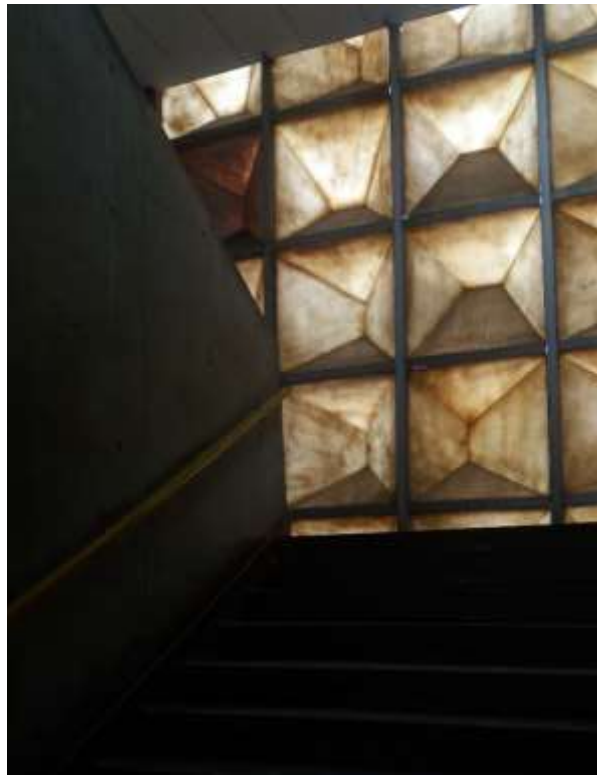


Fig. 1.61- Módulos de fibra de vidro
Fonte: Acervo próprio (2018)

O programa original abrigava as faculdades de Arquitetura e Urbanismo, Artes Plásticas e Comunicação no volume principal: um bloco com total de 3.600 m² distribuídos em 4 níveis e 200 m² de escadas externas. Foram projetados uma praça e um auditório em um outro volume, mas estes não foram construídos. Para o térreo, foi prevista uma área livre de convivência (fig. 1.62) integrada com a praça do projeto original, além de cantina e laboratório. Os outros 3 pavimentos estão interligados pelas escadas externas e torre de banheiros moldadas *in loco* (fig. 1.63).

A proposta dos arquitetos era que o 1º pavimento fosse utilizado para biblioteca, sala de professores, diretoria e outros departamentos, enquanto nos outros estariam localizadas as salas de aula. Sendo que no último pavimento estaria o ateliê integrado de projeto sem divisórias internas.

Segundo Oliveira (2017), nessa época já estavam disponíveis as guias para montar edifícios pré-fabricados e os alunos da faculdade puderam acompanhar a execução:

“Era uma aula! Cravaram as estacas. A partir da estaca, as demais peças pré-fabricadas que encaixavam. Os pilares já encaixavam do tamanho do prédio todo e aí vinham as vigas berço. Encaixaram todos os pilares. Vieram as carretas com as vigas berço. Depois vinham as vigas laje com “abinha” e a obra continuava mesmo quando chovia porque eram pré-fabricadas.” (OLIVEIRA, 2017)

A composição da fachada foi feita utilizando peças de fibra de vidro revestidas com resina anti-chamas para proteger o interior do edifício dos raios solares, sem prejudicar a iluminação natural (fig. 1.64). Essas peças são representadas no símbolo da UnG até hoje. A obra foi realizada no prazo e sem problemas relacionados com o orçamento estipulado (OLIVEIRA, 2017).



Fig. 1.62- Térreo do edifício
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.63- Escadas e torre de banheiros
Fonte: Acervo próprio (2018)



Fig. 1.64- Interior de uma das salas de aula
Fonte: Acervo próprio (2018)

Em 1984, o arquiteto Oscar Niemeyer projetou os Centros Integrados de Educação Pública (CIEPs). Até 1995, mais de 500 unidades dos CIEPs foram implantadas no estado do Rio de Janeiro (RJ), o que corresponde ao governo de Leonel Brisola, por isso os centros também eram conhecidos popularmente como Brisolões (fig. 1.65). O objetivo do antropólogo Darcy Ribeiro, responsável pelo programa educacional, era fornecer para cerca de 1000 crianças e adolescentes em cada unidade, atividades acadêmicas e físicas em período integral, incluindo atendimento médico e odontológico (CASTRO, 2009).

Os edifícios dos CIEPs são pré-fabricados de concreto armado. As peças foram projetadas por Niemeyer e diversas empresas se comprometeram a produzi-las sem fazer nenhuma alteração (VASCONCELOS, 2002). Atualmente, os edifícios funcionam como escolas da rede pública, mas sem as atividades integradas (fig. 1.66 e 1.67).



Fig. 1.65- CIEPs
Fonte: FUNDAÇÃO OSCAR NIEMEYER (2013)



Fig. 1.66- CIEP 414 Tarso de Castro em São Gonçalo, RJ
Fonte: SÃO GONÇALO (2011)



Fig. 1.67- CIEP 296 Presidente Benes em Rio Claro, RJ
Fonte: FELDEN (2015)

Em 1986 a Associação Brasileira da Construção Industrializada (ABCI) publicou o Manual Técnico de Pré-Fabricados de Concreto para ser um instrumento de consulta e auxílio aos arquitetos e engenheiros que desenvolvem projetos com esse sistema construtivo. A falta de informações sobre o assunto era uma dificuldade enfrentada pelos projetistas na época, então a ABCI buscou solucionar a questão com esse material sobre os componentes produzidos pelas empresas associadas (fig. 1.68). Essa publicação teve muita repercussão entre os projetistas e pesquisadores.

O arquiteto Lelé foi responsável por experiências com a argamassa armada pré-fabricada (fig. 1.69). Tanto a argamassa armada, quanto o concreto armado são produzidos com a mesma matéria prima: o cimento Portland e agregados. A diferença entre eles é a granulometria. O tamanho dos agregados é menor no caso da argamassa, possibilitando peças mais delgadas. Esse sistema construtivo foi utilizado na década de 1990 nos hospitais da rede SARA, o de Salvador (fig. 1.70) foi o primeiro a ser construído (CAMPOS et al., 2013).

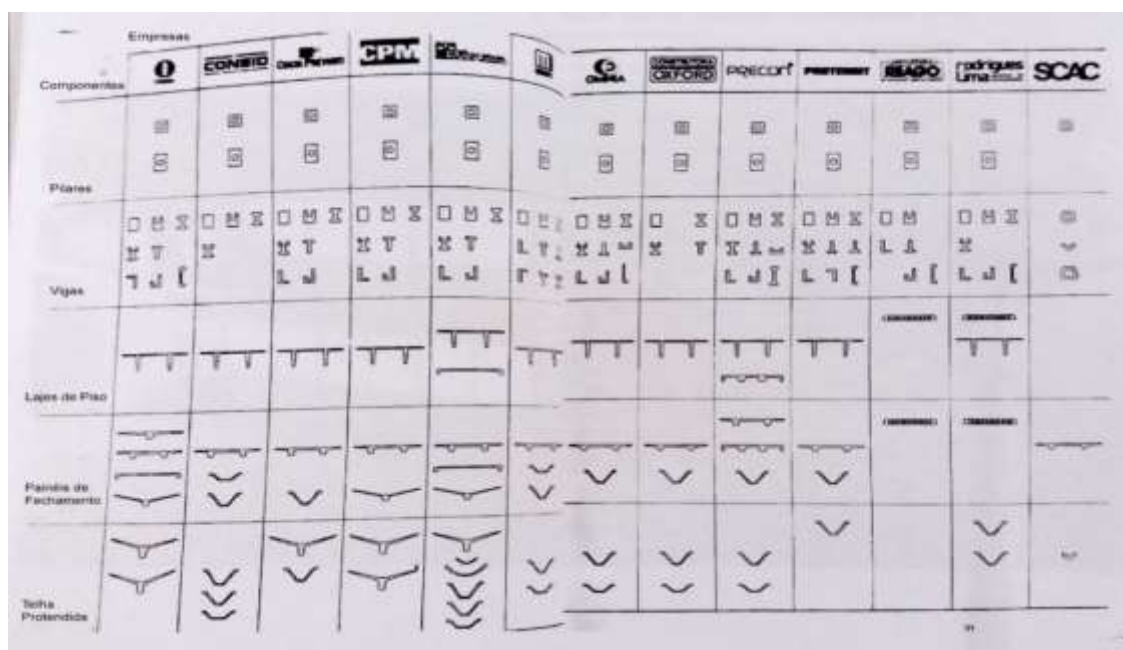


Fig. 1.68- Componentes das empresas associadas
 Fonte: ABCI (1986, p. 30-31)



Fig. 1.69- Produção dos componentes de argamassa armada dos hospitais da rede SARAH
Fonte: CAMPOS *et al.* (2013, p. 414-415)



Fig. 1.70- Hospital do aparelho locomotor da rede SARAHA em Salvador
Fonte: KON (2015)

Na década de 1990 a cidade de São Paulo recebeu grandes investimentos, o que resultou em um aumento significativo na construção de edifícios para uso comercial e de prestação de serviços. Para esses tipos de empreendimentos era conveniente que as obras fossem finalizadas com rapidez sem perder a qualidade da construção. Nesse contexto, a tecnologia de painéis pré-fabricados de fachada foi utilizada em diversos hipermercados (fig. 1.71), *shoppings centers* e hotéis (PIGOZZO et al., 2006).

Em 1993, a empresa Walter Torre Jr., importou em a tecnologia de pré-fabricação conhecida pelo nome *tilt up* (fig. 1.72), que consiste em executar as paredes no chão do canteiro no sentido horizontal e depois erguê-las com guindastes até suas posições definitivas (PIGOZZO et al., 2006).

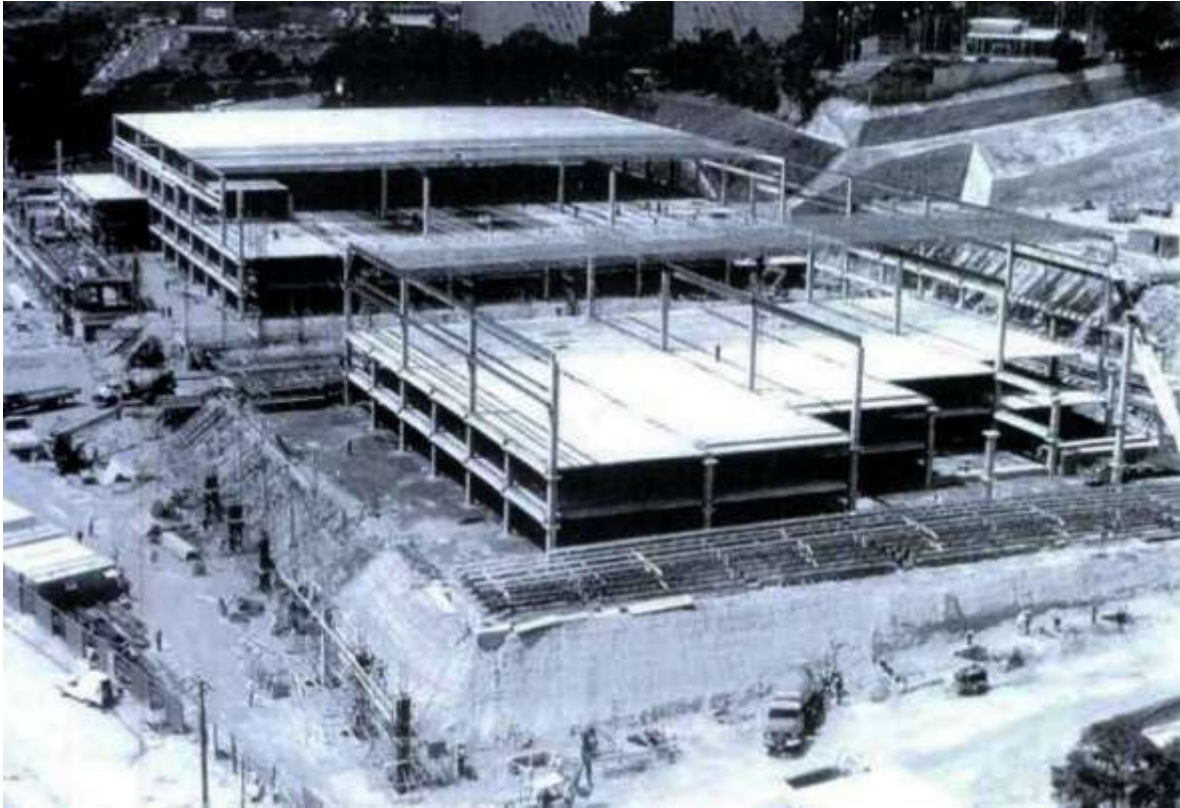


Fig. 1.71- Edifício do Carrefour na Pampulha
Fonte: VASCONCELOS (2002, p. 67)



Fig. 1.72- Tecnologia *tilt up*
Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM (ABESC, 2005)

Em 2000, foi criada a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) que atualmente é composta por mais de 50 empresas fabricantes, fornecedoras de produtos e de serviços associadas (ABCIC, 2018).

A partir de 2001, os Centros Educacionais Unificados (CEUs) começaram a ser implantados nas áreas periféricas do município de São Paulo. O projeto inicial foi realizado pelos arquitetos Alexandre Delijaicov, André Takyia e Wanderley Ariza; e posteriormente pela equipe do Departamento de Edificações da Prefeitura de São Paulo (EDIF). Os edifícios foram propostos com sistemas construtivos pré-fabricados já existentes no mercado (fig. 1.73 e 1.74). Essa escolha acelerou o processo de construção, viabilizando a entrega de 21 unidades logo no primeiro ano (ANELLI, 2004).



Fig. 1.73- CEU Jambeiro
Fonte: REGO JR. (in: ANELLI, 2004)



Fig. 1.74- Encaixe entre Peças Pré-fabricadas no CEU Butantã
Fonte: KON (in: ANELLI, 2004)

A Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), fundada em 1987, é responsável por construir, manter e adequar escolas no estado de São Paulo. Os escritórios de arquitetura que realizam esses projetos e obras são escolhidos por licitações e devem seguir as diretrizes projetuais fornecidas. No período de 2003 a 2005, a produção de escolas da FDE (fig. 1.75 e 1.76) adotou como partido o emprego de sistemas pré-fabricados de concreto armado (FERREIRA; MELLO, 2006).



Fig. 1.75- Escola FDE
Fonte: FERREIRA, MELLO (2006)



Fig. 1.76- Escola FDE em Várzea Paulista
Fonte: FGMF (in ARCHDAILY, 2012)

O emprego de sistemas construtivos pré-fabricados na produção de escolas públicas foi recorrente devido às vantagens proporcionadas pela economia de recursos e produção em série. Essas escolas fazem parte de programas cuja a intenção é introduzir diversas unidades com a mesma proposta educacional. No caso dos CIEPs e dos CEUs, foram implantados o mesmo modelo de edifício, resultando uma repetição da arquitetura, o que não ocorreu na produção da FDE pois foram realizados diferentes projetos com o mesmo partido arquitetônico.

O Brasil foi sede da Copa do Mundo da Federação Internacional de Futebol (FIFA) em 2014 e dos Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016. Esses grandes eventos esportivos exigem uma estrutura de estádios e arenas que o país não possuía até então. Essas obras iniciaram em 2010 e foram utilizados pré-fabricados de concreto armado para viabilizar o prazo de conclusão (fig. 1.77)



Fig. 1.77- Obras de Estádio Esportivo
Fonte: SECRETARIA ESPECIAL DE COMUNICAÇÃO ESPECIAL (SECOM, 2012)

O PMCMV, maior programa habitacional em vigor no país, foi criado em 2009. A partir de 2012, uma das construtoras de MG iniciou a produção de edifícios de HIS pré-fabricados de concreto armado com o próprio sistema construtivo de pilares, vigas e lajes (fig. 1.78). Em 2016, outra empresa que desenvolveu seu sistema, construiu um conjunto habitacional em Rio Claro, SP, com painéis de laje e de parede pré-fabricados de concreto armado (1.79).



Fig. 1.78- PMCMV em MG
Fonte: EMPRESA B (2012)



Fig. 1.79- PMCMV em Rio Claro, SP
Fonte: Acervo próprio (2017)

Os sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado continuam sendo empregados no Brasil sem destaque na produção habitacional do país. Mesmo dentro do PMCMV, cujo objetivo é construir uma grande quantidade de HIS, os casos construídos com essa tecnologia não são recorrentes apesar de promoverem benefícios adequados para esse uso.

1.5. Linha do Tempo

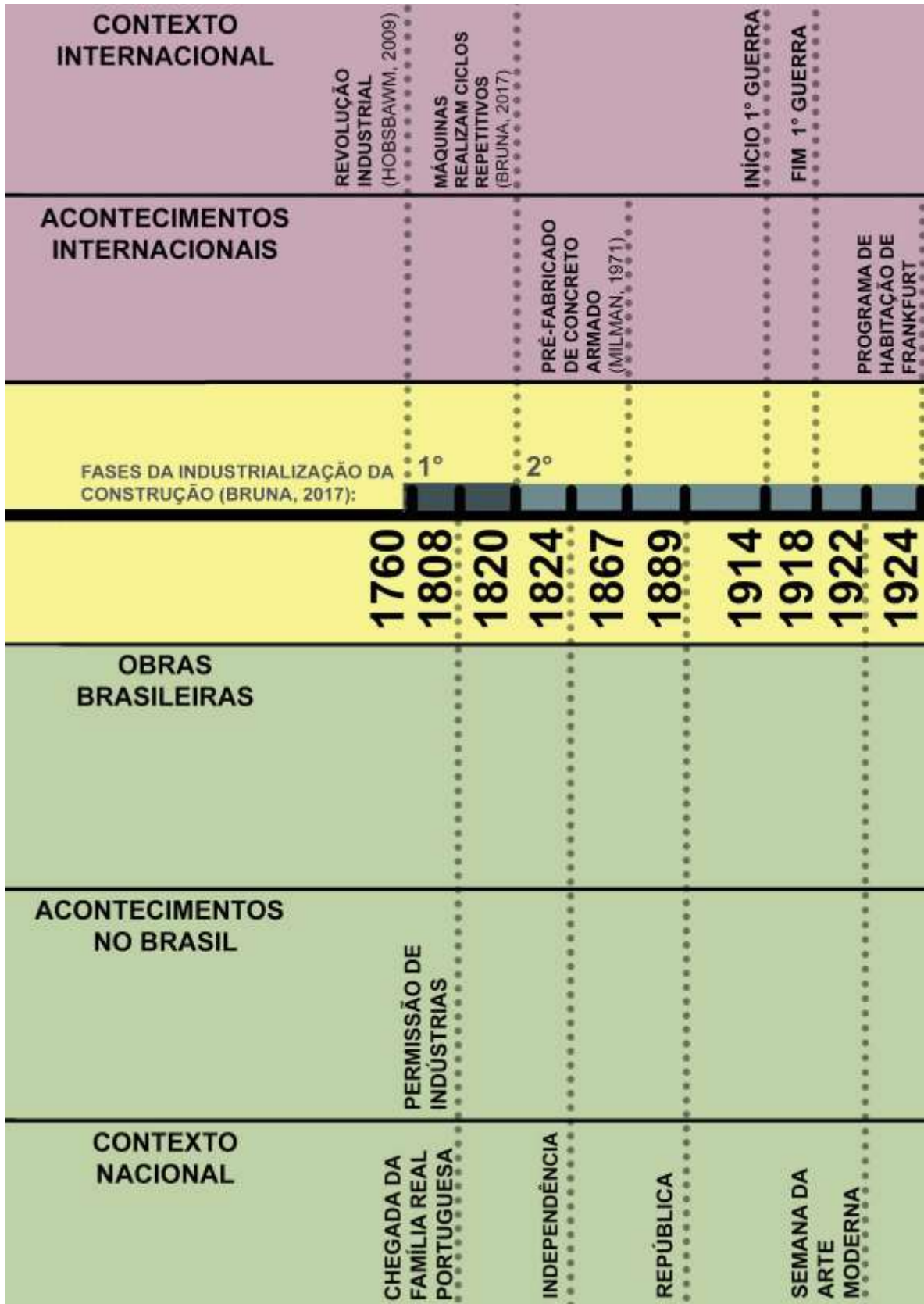
Foi elaborada uma linha do tempo ilustrada para auxiliar a compreensão temporal e espacial do desenvolvimento da pré-fabricação em concreto armado.

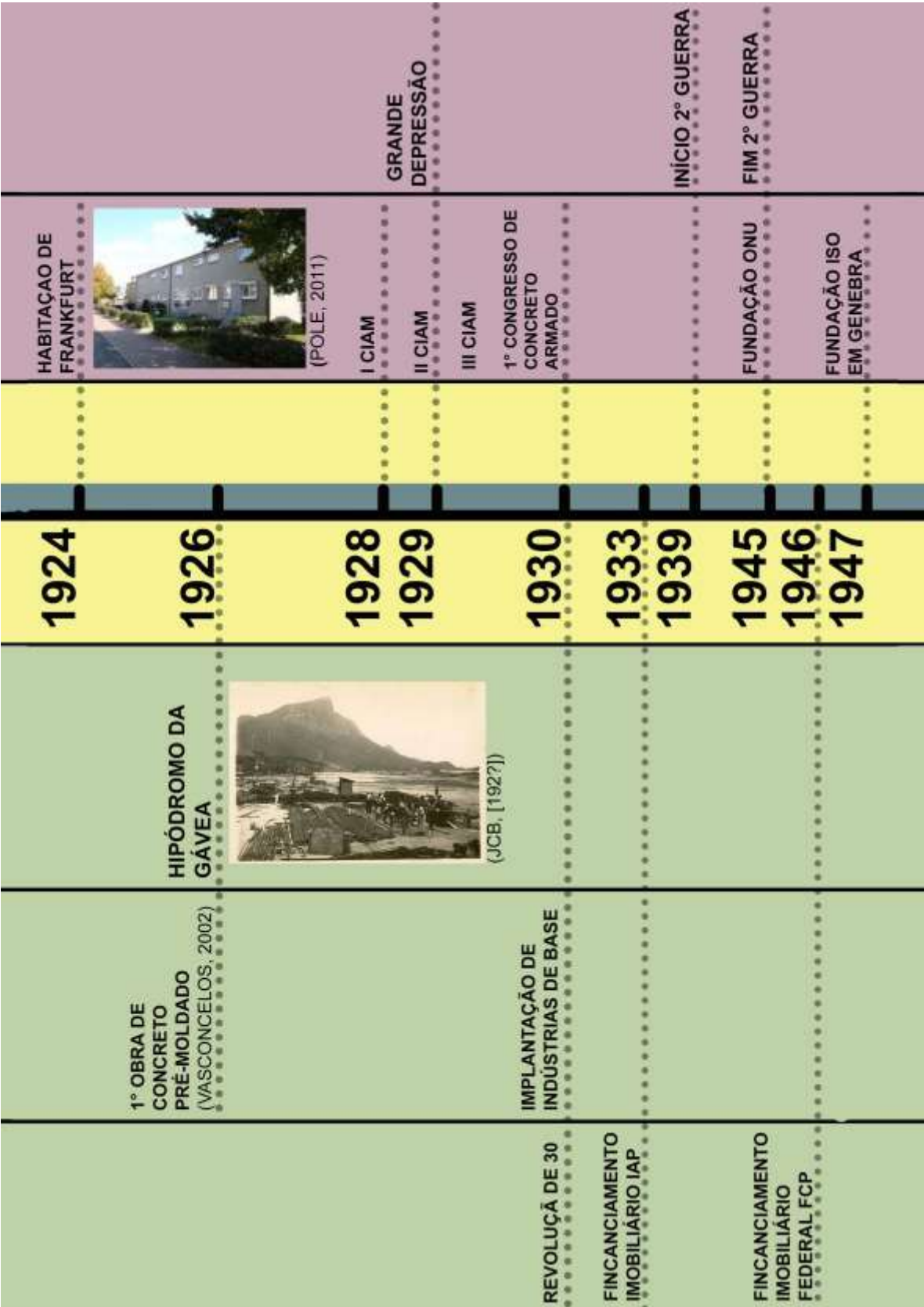
O referencial para o início da investigação é a Revolução Industrial na Inglaterra em 1760, pois é quando a produção de caráter industrial começa a ser colocada em prática. As 3 fases da industrialização da construção civil explicadas por Bruna (2017) estão marcadas com diferentes tons da cor azul.

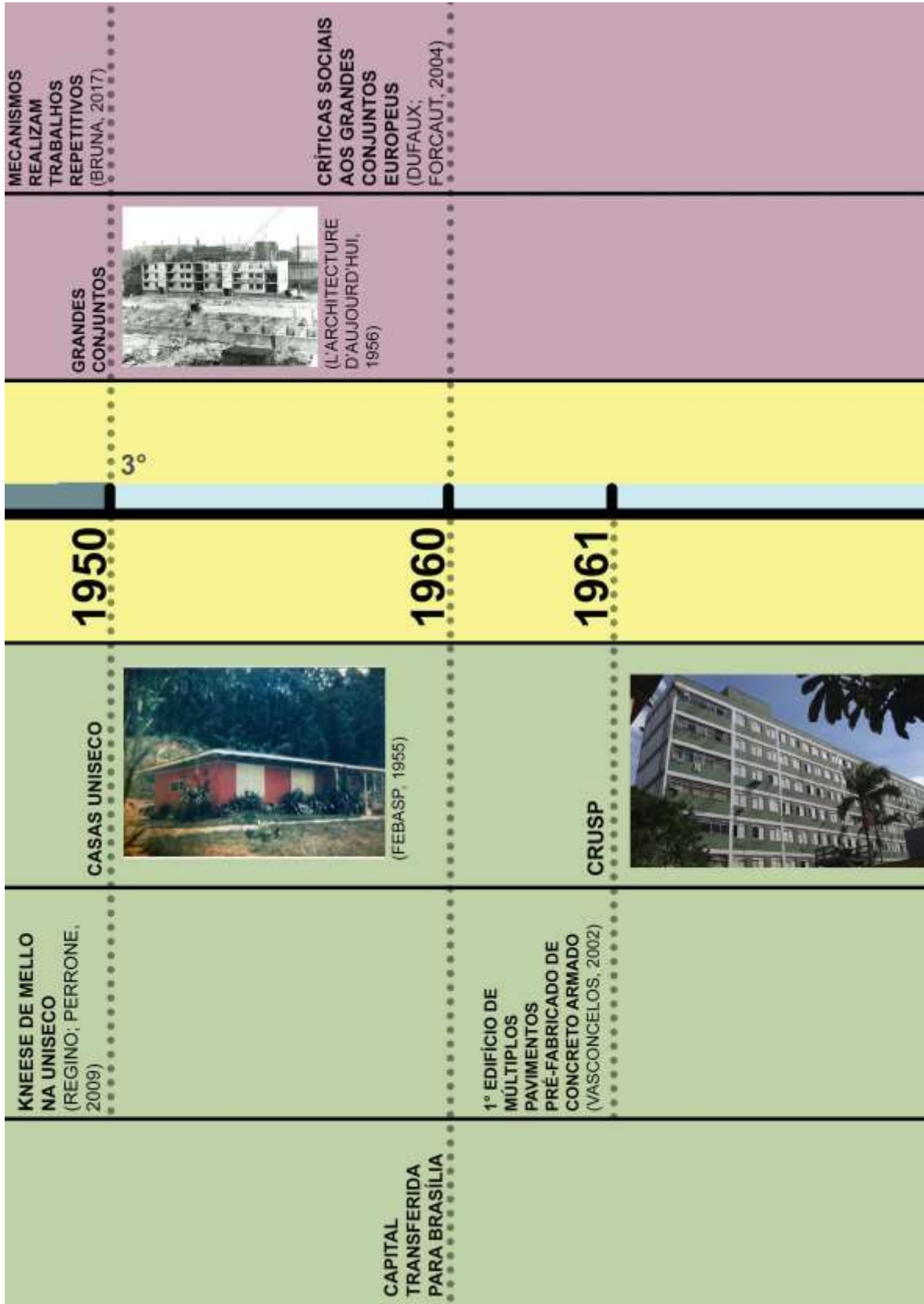
O conteúdo presente na linha do tempo foi desenvolvido ao longo deste trabalho e ilustrado com as mesmas imagens incluídas nos textos. Os fatos apresentados estão divididos em linhas de diferentes cores: nas vermelhas, encontram-se os internacionais; nas verdes, os nacionais.

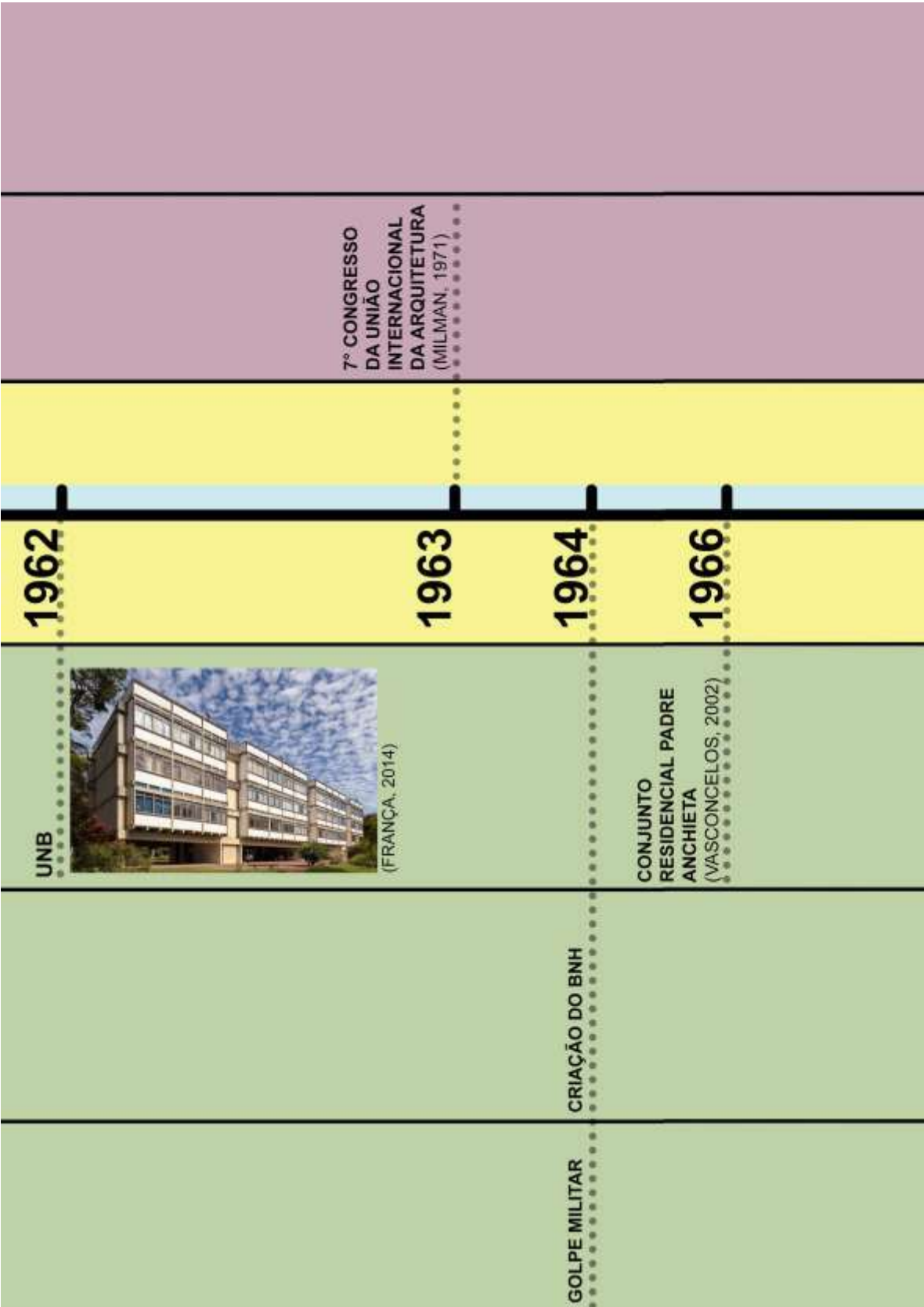
As linhas coloridas estão subdivididas em: contexto histórico, onde estão presente os fatos que, de alguma forma, interferiram no assunto abordado; acontecimentos, abrangendo congressos, seminários e outros eventos técnicos ou científicos, normas técnicas, programas públicos, eventos e situações relacionadas a pré-fabricação; e obras arquitetônicas relevantes no Brasil, que é o recorte geográfico desta pesquisa.

A ilustração cronológica do tema da pesquisa contribui para o estabelecimento de relações entre os diferentes acontecimentos estudados, fazendo uma síntese do assunto estudado.









CONJUNTO
RESIDENCIAL PADRE
ANCHIETA
(VASCONCELOS, 2002)



(VASCONCELOS, 2002)

INPS VÁRZEA DO
CARMO

CECAP ZEZINHO
MAGALHÃES

1966

1967

SEMINÁRIO LATINO
DE PRÉ-FABRICAÇÃO
EM MORADIAS
(MILMAN, 1971)

HABITAT 67 EM
MONTREAL

HABITAT 67 EM
MONTREAL



(VASS, 2006)

1967

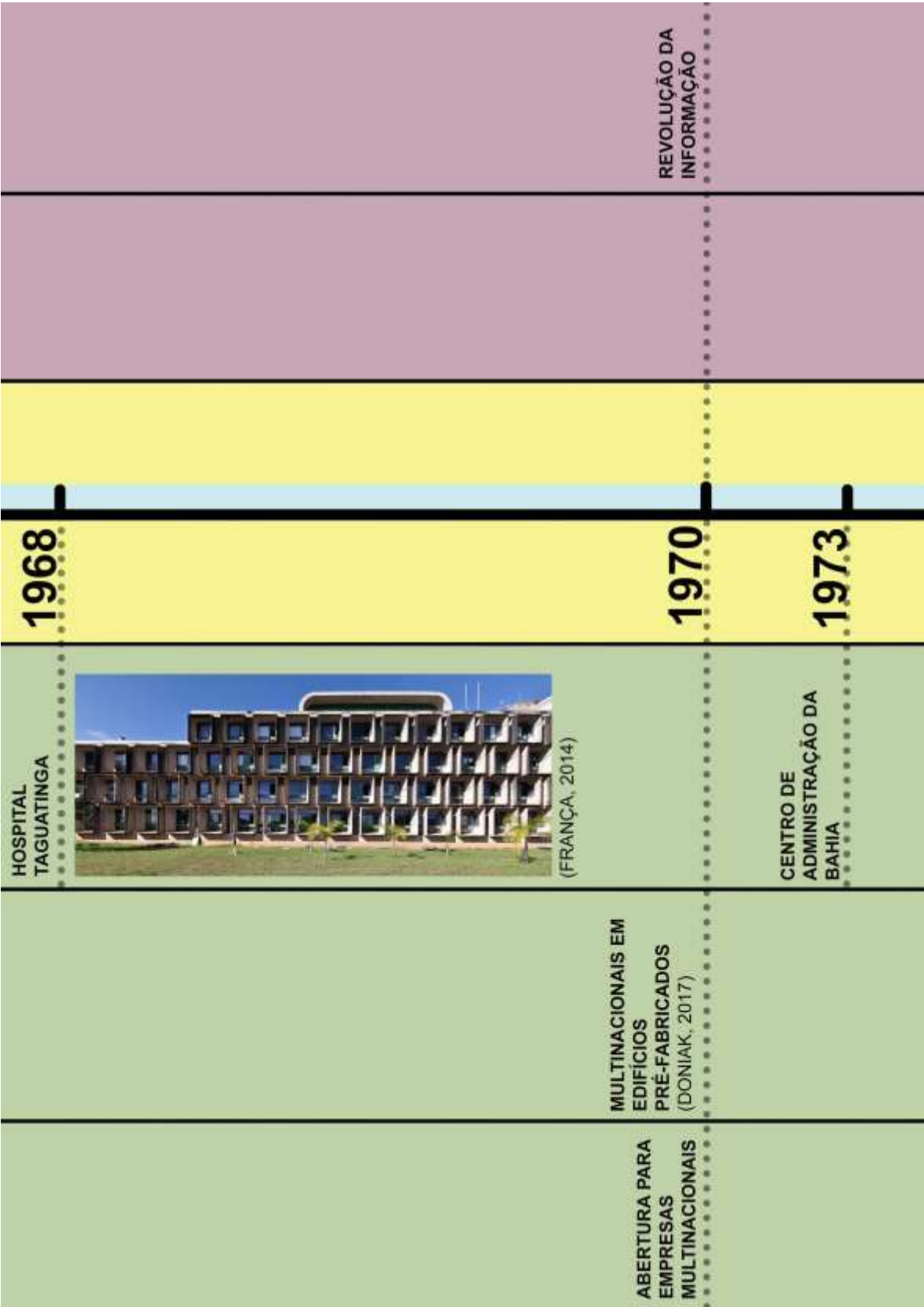
CECAP ZEZINHO
MAGALHÃES

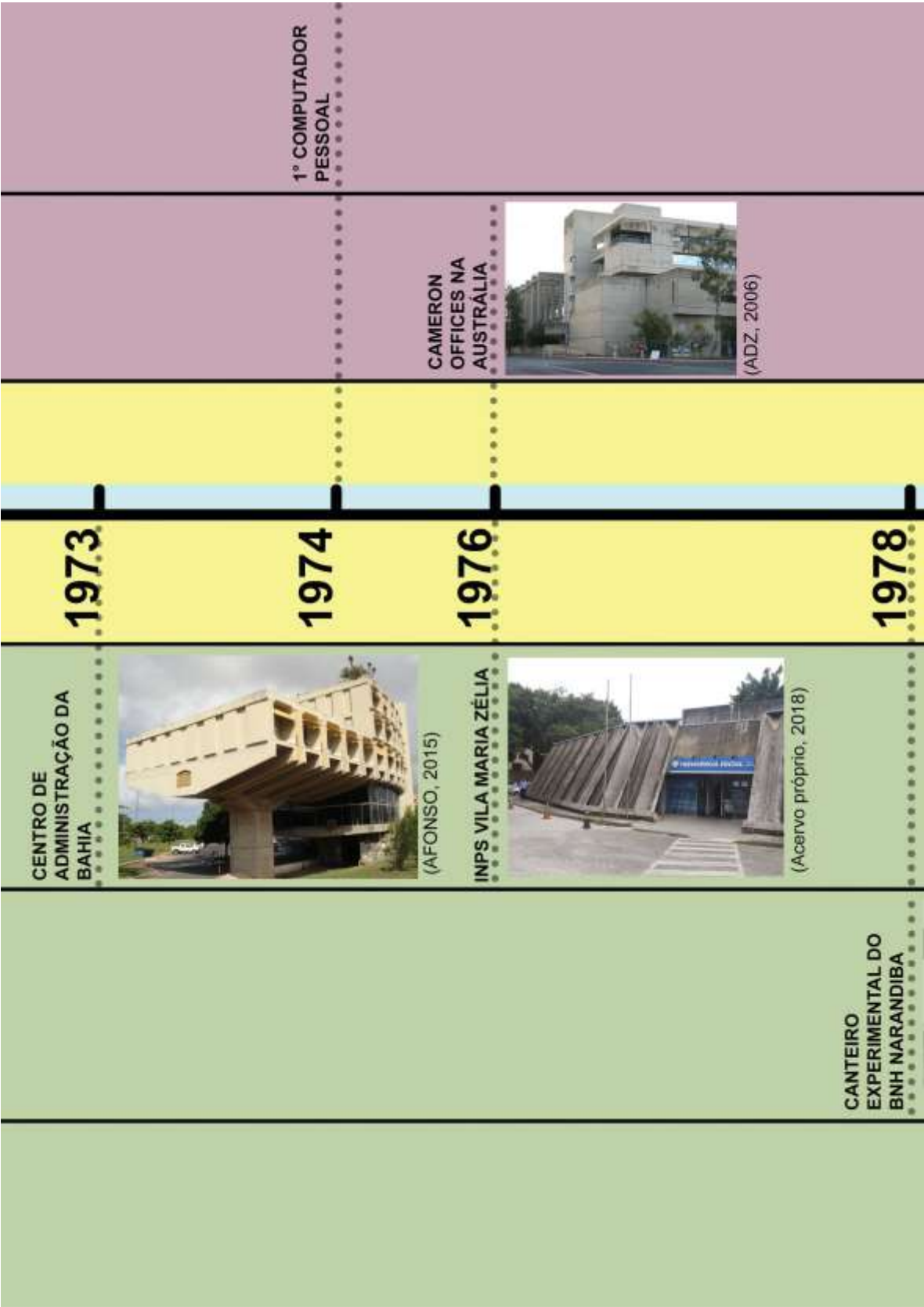


(CARRANZA,
CARRANZA, 2015)

1968

HOSPITAL
TAGUATINGA





EXPERIMENTAL DO
BNH NARANDIBA



(KOURY, [197?])

FACULDADE DE
ARQUITETURA FARIAS
BRITO



(PROJETO, 1981)

1978

ACIDENTES NOS
GRANDES
CONJUNTOS
EUROPEUS
(ABRAM, 1999)

DECLÍNIO DA
PRODUÇÃO DE
CICLO FECHADO
(PIGOZZO ET AL.,
2006)

1º DEMOLIÇÃO EM
GRANDE
CONJUNTO
FRANCÊS
(ABRAM, 1999)



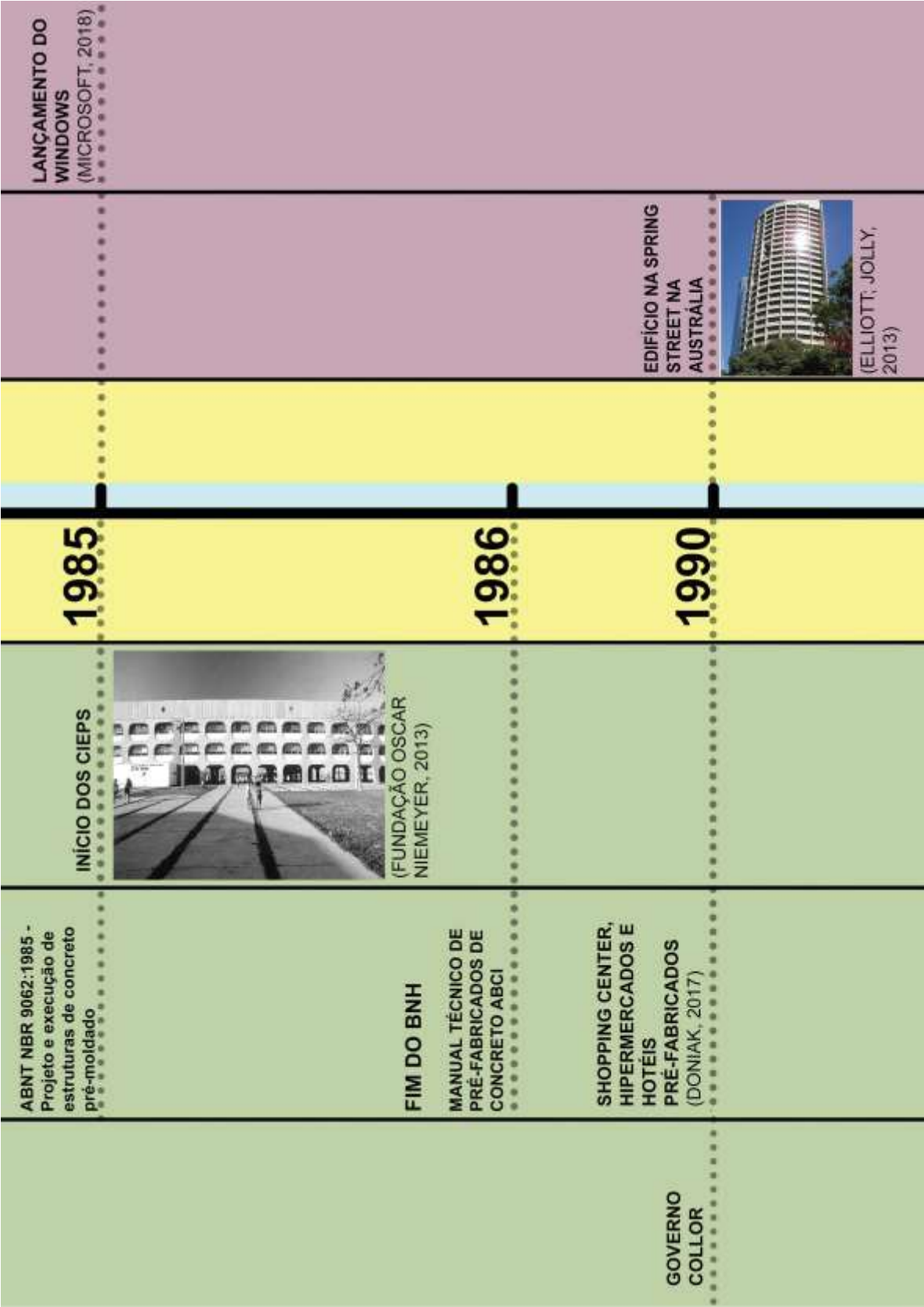
(LYON, 1983)

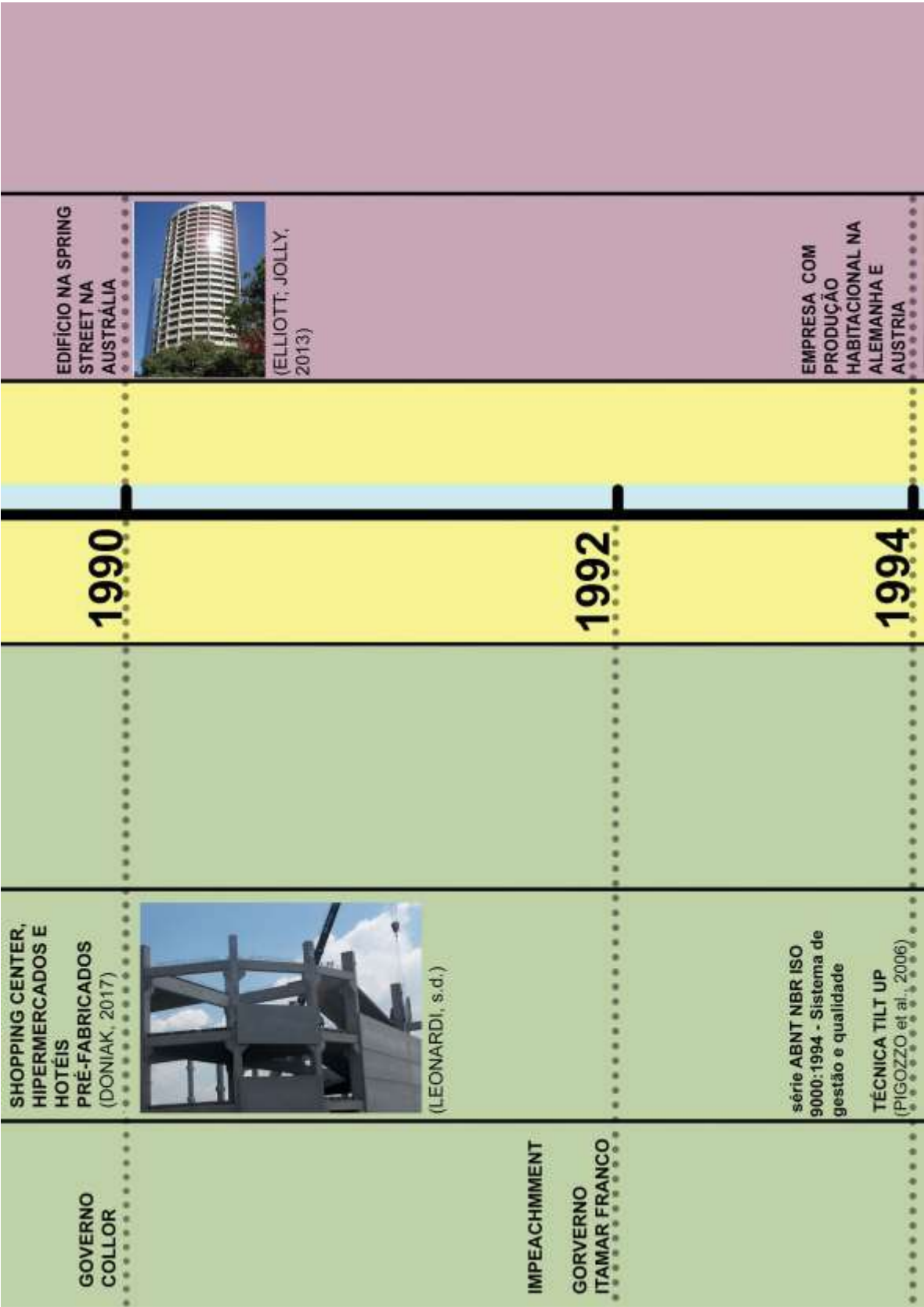
1980

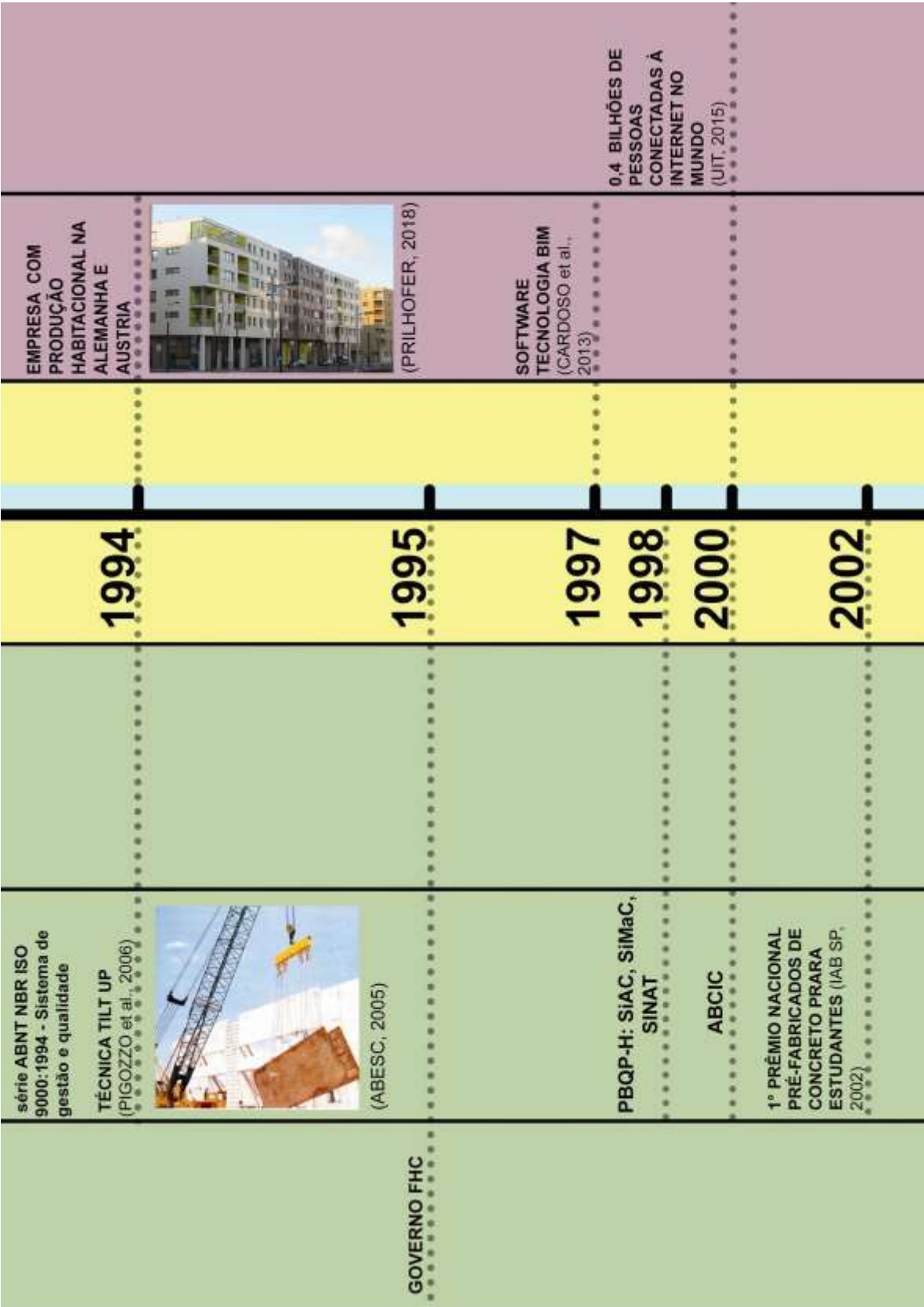
1983

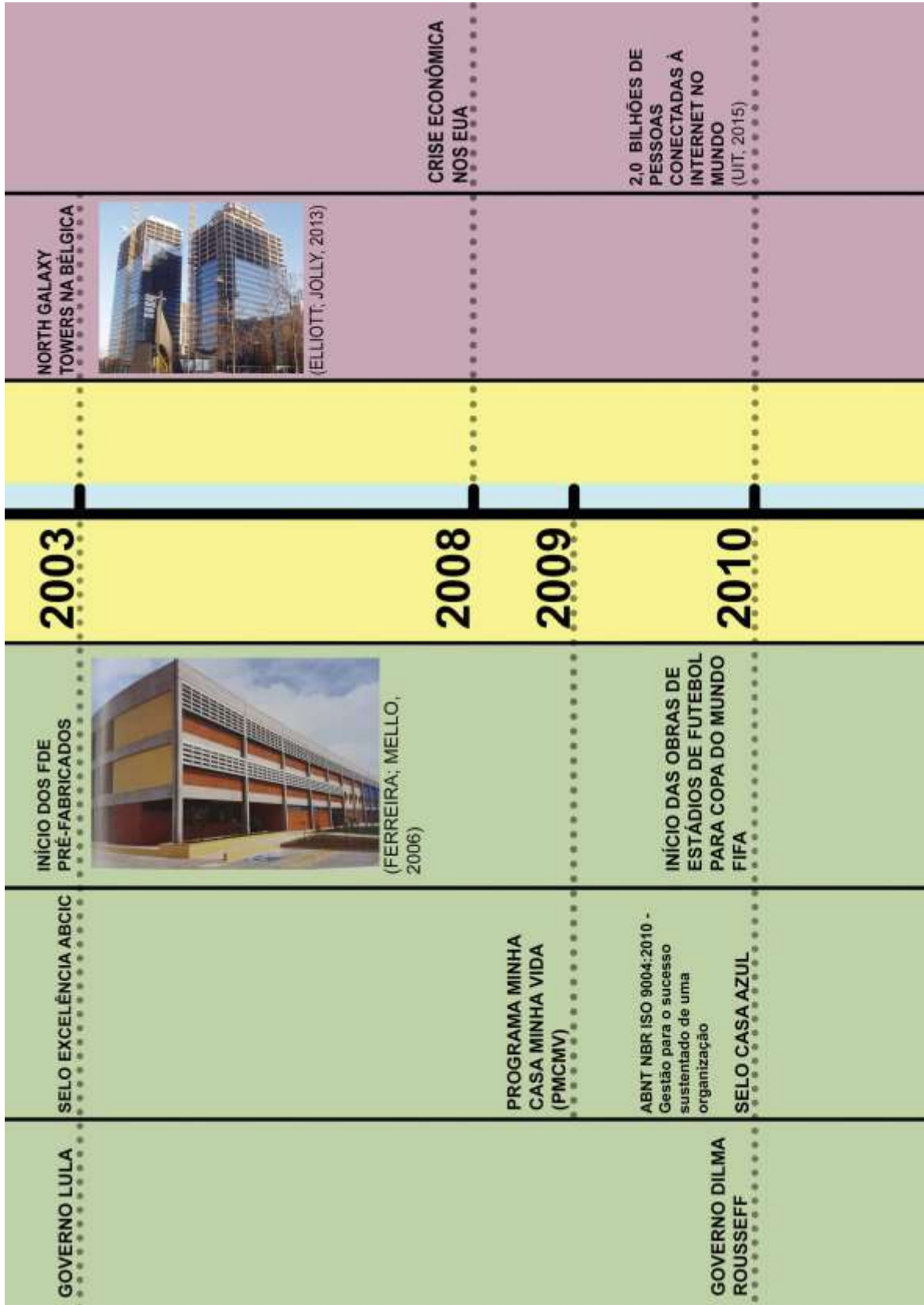
1984

DIRETAS JÁ









SEMINÁRIO
LATINO-AMERICANO
DE PROJETO E
APLICAÇÕES DE
ESTRUTURAS DE
CONCRETO
PRÉ-FABRICADO EM
SP

PERROT MUSEUM NOS
EUA



(HALBE, 2012)

2012

INÍCIO DAS OBRAS PARA
OLIMPIADAS

EDIFÍCIO PMCMV EM MG



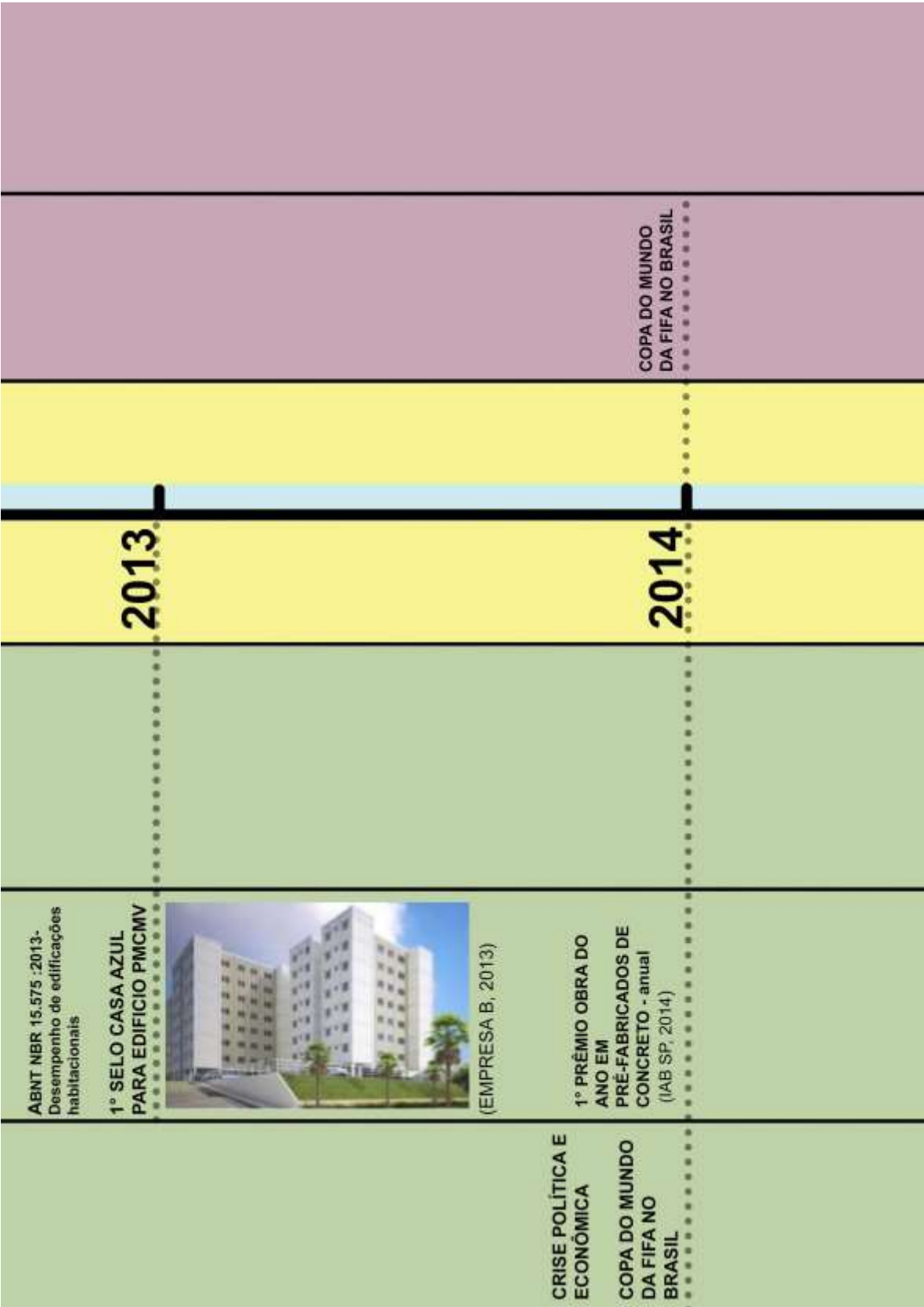
(EMPRESA B, 2012)

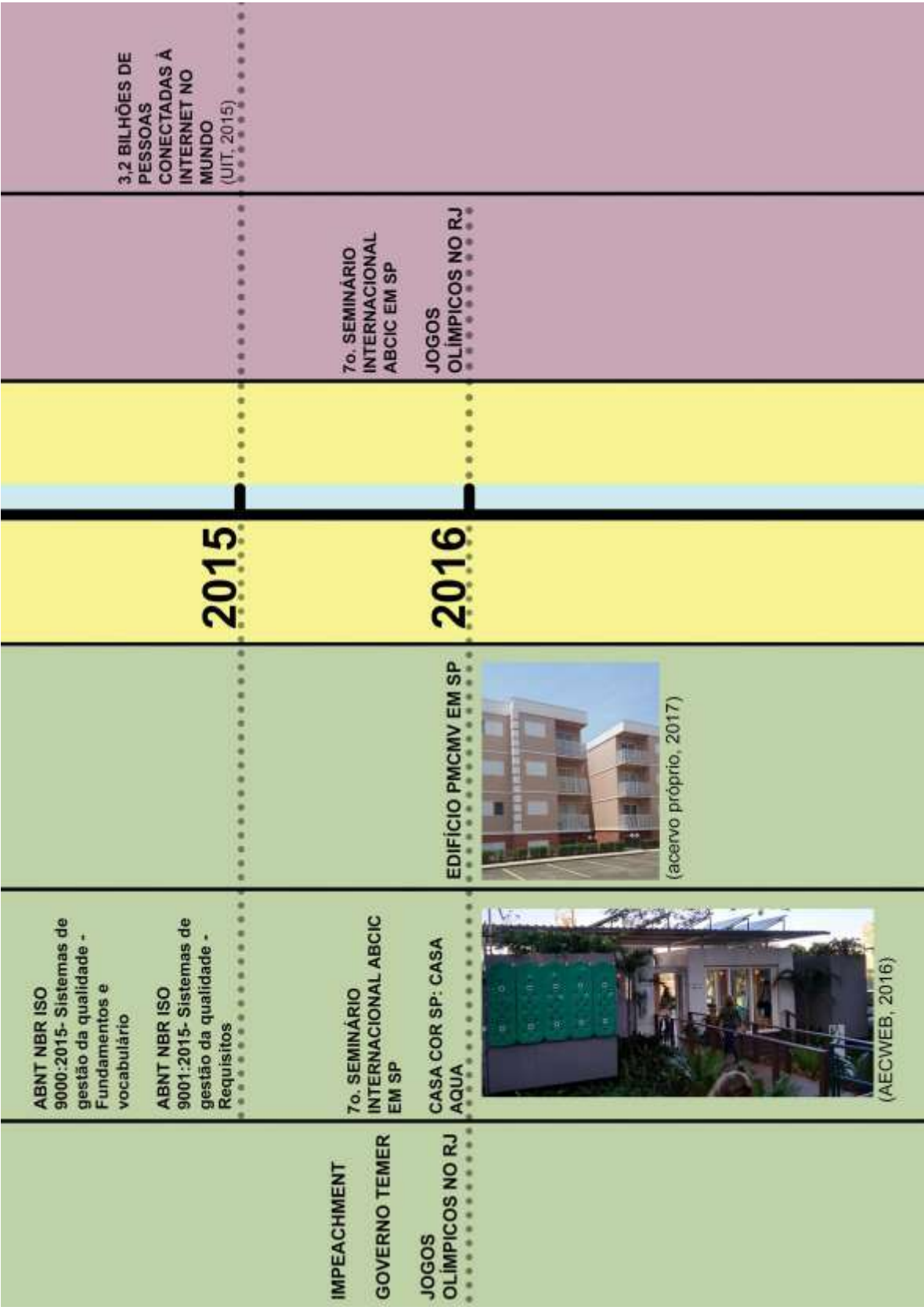
SEMINÁRIO
LATINO-AMERICANO DE
PROJETO E APLICAÇÕES
DE ESTRUTURAS DE
CONCRETO
PRÉ-FABRICADO EM SP

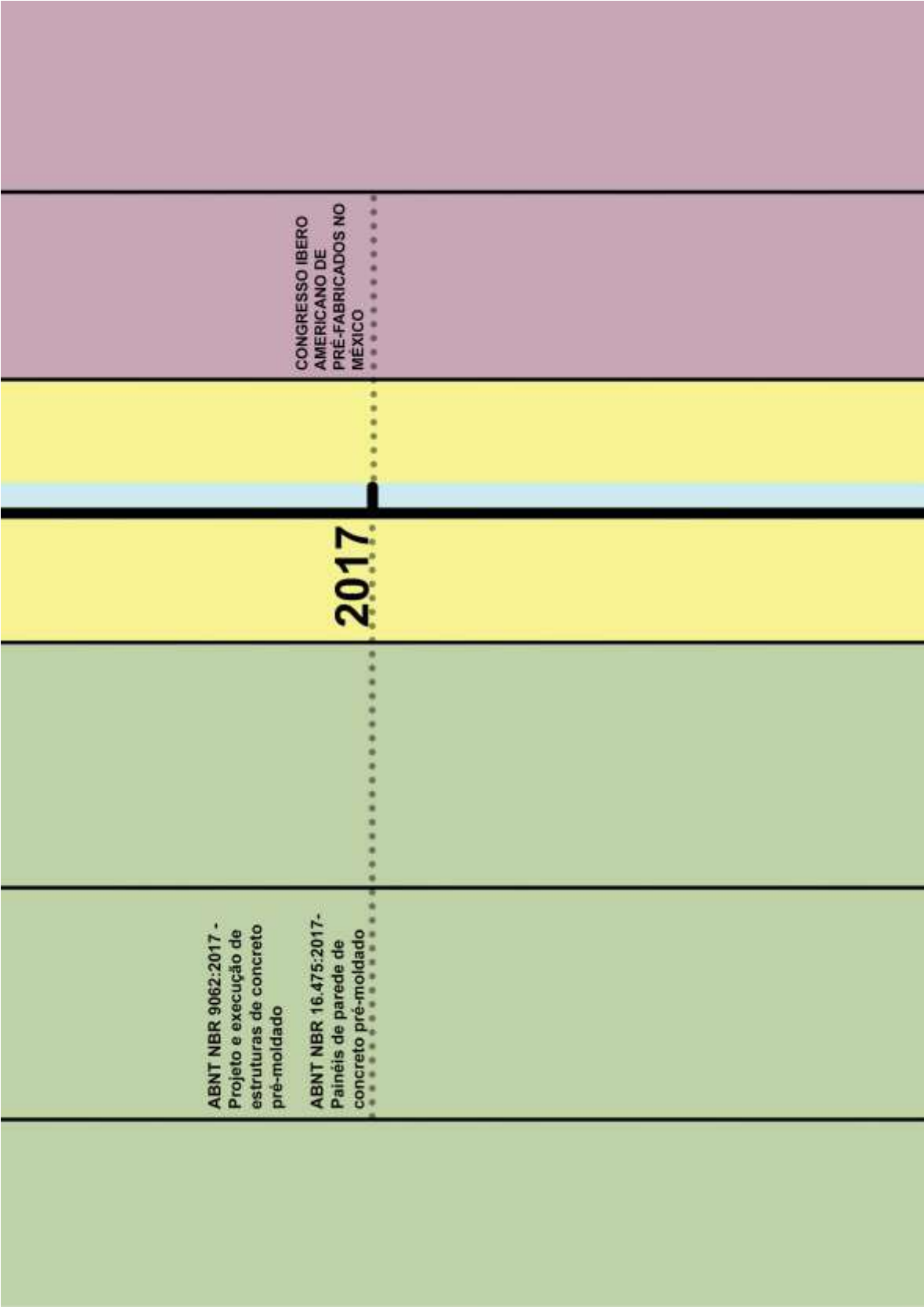
ABNT NBR 15.575 :2013-
Desempenho de edificações
habitacionais

1º SELO CASA AZUL
PARA EDIFÍCIO PMCMV

2013







2. Emprego de Pré-fabricados de Concreto Armado na Habitação Brasileira Contemporânea

2.1 Contexto Habitacional

Segundo a Fundação João Pinheiro (FJP, 2015), o déficit habitacional do Brasil atingiu o total de mais de 6 milhões de domicílios em 2015 (Tabela I). Apesar de iniciativas públicas, nos níveis municipais, estaduais e federal, visando à construção de HIS e de habitação de mercado popular (HMP), o número de unidades produzidas não é o suficiente e estas apresentam, na maioria dos casos, baixa qualidade arquitetônica e urbanística.

O PMCMV é atualmente o maior plano de habitação vigente no país. Uma das críticas mais recorrentes a esse programa é a relação entre os conjuntos construídos e a cidade. Na maioria dos casos, os terrenos adquiridos estão localizados nas periferias dos centros urbanos, onde o preço é menor. As habitações são projetadas e construídas sem conexão com o tecido urbano existente. Ferreira (2012) não responsabiliza apenas o PMCMV por essa situação, afirmando que as prefeituras, incorporadoras e construtoras também tem importante participação no processo de urbanização resultante deste programa habitacional, que surgiu em 2009 como uma resposta imediata à crise econômica de 2008 para empregar extensivamente a mão de obra brasileira na construção civil.

Os aspectos construtivos são determinantes da qualidade da arquitetura (KOWALTOWSKI et al., 1998). Segundo o Tribunal de Contas da União (TCU, 2013)⁸, 31,9% das ocorrências identificadas em auditoria nos edifícios do PMCMV são problemas construtivos (fig. 2.1).

⁸ A avaliação do PMCMV foi realizada com auditorias por intermédio do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), pautadas por quatro questões: a cobertura de atendimento do programa; a qualidade das construções e aderência entre as especificações do programa e as habitações

Tabela I – Déficit Habitacional Total e Componentes

Especificação	Déficit habitacional				
	Total absoluto	Componentes			
		Precários	Coabitação	Ônus	Adensamento
Região Norte	627.376	156.875	253.814	179.586	37.101
Região Nordeste	1.924.333	492.789	619.768	754.200	57.576
Região Sudeste	2.430.336	109.292	599.895	1.540.013	181.136
Região Sul	697.636	117.610	157.854	410.451	11.721
Região Centro-Oeste	506.822	48.246	126.485	304.809	27.282
BRASIL	6.186.503	924.812	1.757.816	3.189.059	314.816
<i>Total das RMs</i>	<i>1.797.098</i>	<i>90.303</i>	<i>503.532</i>	<i>1.064.535</i>	<i>138.728</i>
<i>Demais áreas</i>	<i>4.389.405</i>	<i>834.509</i>	<i>1.254.284</i>	<i>2.124.524</i>	<i>176.088</i>

Fonte: FJP (2015)

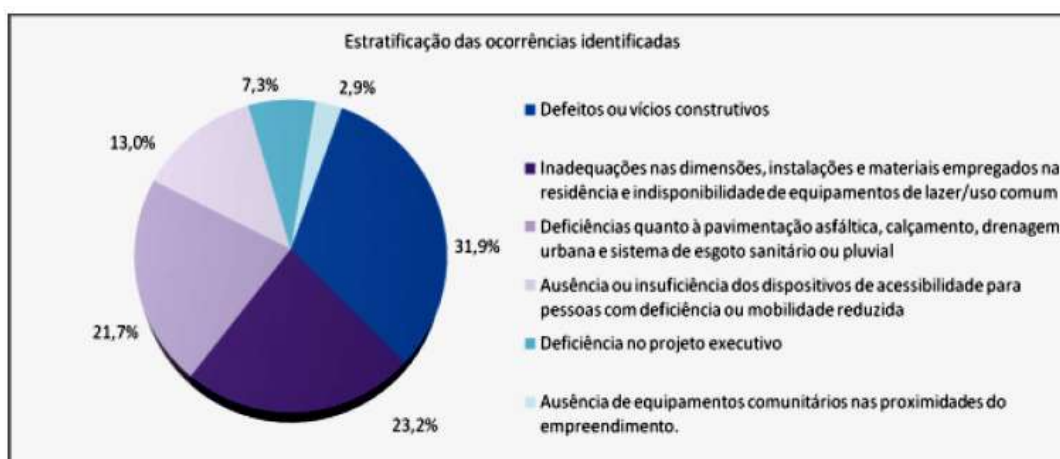


Fig. 2.1 – Diagrama circular das ocorrências encontradas em empreendimentos do PMCMV

Fonte: TCU (2013)

Os tipos de problemas construtivos encontrados (fig. 2.2), como fissuras nas ligações entre peças, defeitos nos sistemas prediais, infiltrações e deficiência na

entregues; a disponibilidade de infraestrutura no entorno dos empreendimentos; e o desenvolvimento do Trabalho Técnico Social junto aos beneficiários. O método de avaliação envolveu as seguintes etapas: realização de pesquisa bibliográfica e documental; estudos de caso em cinco cidades com visita a cinco empreendimentos, pesquisa eletrônica com envio de questionários a funcionários da Caixa Econômica Federal e a servidores de prefeituras municipais; e levantamento dos dados sobre fiscalizações realizadas sob a coordenação da Secretaria de Fiscalização de Obras de Energia e Saneamento em onze empreendimentos do programa (TCU, 2013).

fixação de esquadrias, são decorrentes de uma execução artesanal de baixa qualidade.

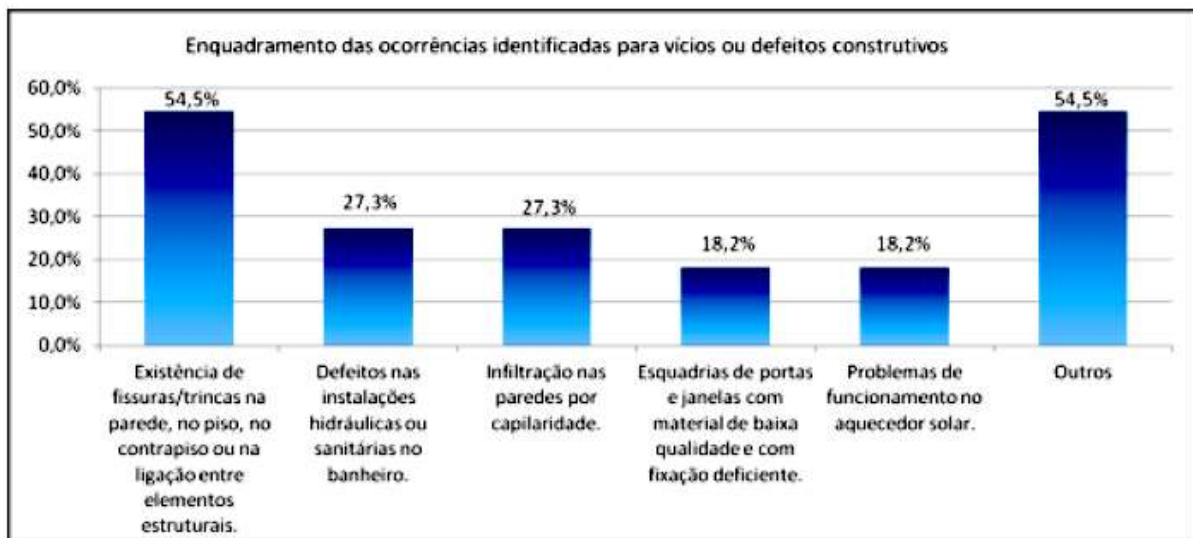


Fig. 2.2 – Histograma dos tipos de ocorrências construtivas encontradas em empreendimentos do PMCMV

Fonte: TCU (2013)

A baixa qualidade construtiva do PMCMV é uma das críticas mais pertinentes ao programa. Essas ocorrências mostram que mais atenção aos benefícios proporcionados por inovações técnicas poderia amenizar a situação. A pré-fabricação é uma das tecnologias que pode ser utilizada para a mitigação de problemas construtivos pois é caracterizada pelo rigor do controle de qualidade na produção das peças (ABNT, NBR 9062:2017, 2017).

A inserção urbana dos conjuntos habitacionais e as patologias construtivas nos edifícios não são problemas apenas do PMCMV, essas questões já foram alvo de análises críticas sobre programas habitacionais anteriores que continuam sendo reproduzidas nos atuais. Assim como a desatenção aos aspectos formais da arquitetura (fig. 2.3 e 2.4), independente do sistema construtivo utilizado.

A linguagem das soluções arquitetônicas de HIS é uma das questões que mais precisa ser aprimorada. As técnicas construtivas, sejam de alvenaria armada ou as pré-fabricadas, não são as responsáveis pela baixa qualidade formal dos conjuntos habitacionais, porém, os levantamentos indicam constantes soluções simplistas e monótonas.



Fig. 2.3 – Conjunto habitacional de alvenaria estrutural da CDHU em Itaquaquecetuba, SP
Fonte: POMBO (2010)



Fig. 2.4 – Conjunto habitacional de alvenaria estrutural do PMCMV em Niterói, RJ
Fonte: AMADO (2013)

Todos os sistemas construtivos possuem características e limitações que devem ser consideradas pelos arquitetos em cada situação. Esse conhecimento e a prática projetual dos profissionais possibilitam a realização de composições interessantes com diversas técnicas construtivas, inclusive com pré-fabricados de concreto armado (fig. 2.5 e 2.6).

A maior parte das HIS produzidas continua sendo com sistemas construtivos convencionais, como a alvenaria estrutural com blocos cerâmicos ou de concreto, o que permite gerar empregos extensivamente utilizando matérias-primas de baixo custo. No entanto, há algumas experiências pontuais de HIS do PMCMV que foram construídas com técnicas diferentes. Entre elas destacam-se o uso do concreto armado pré-fabricado, do concreto-PVC, do painel pré-fabricado com bloco cerâmico, do wood frame e do light steel frame. Essas experiências são exceções no cenário brasileiro de produção de HIS (PISANI, 2015).

A ampliação das opções de técnicas construtivas viáveis também é um dos aspectos que poderiam contribuir para o resgate da qualidade da produção das HIS brasileiras. Dessa forma, cada projeto teria possibilidade de ser realizado da maneira mais adequada para a sua situação.



Fig. 2.5 – Conjunto habitacional Habitat 67 do arquiteto Moshe Safdie em Montreal
Fonte: DONIKIAN (2006)



Fig. 2.6 – Edifícios habitacionais pré-fabricados de concreto armado com componentes da indústria alemã Prilhofer
Fonte: PRILHOFER (2018)

O desafio de projetar HIS de qualidade e com soluções inovadoras é frequentemente abordado nos concursos de arquitetura promovidos pelos órgãos públicos das políticas habitacionais, como o Concurso Habitação para Todos – Concurso Nacional de Projeto de Arquitetura de Novas Tipologias para HIS Sustentáveis da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) e organizado pelo Instituto dos Arquitetos do Brasil de São Paulo (IAB/SP) no ano de 2010:

“Buscou-se, com isso, trazer novas alternativas para a HIS, procurando-se: melhor técnica e/ou interpretação das técnicas definidas no Termo de Referência e Edital; o melhor preço considerando-se o perfil de renda da população abrangida; as condições de repetição da unidade da melhor solução encontrada e o melhor prazo de execução.” (SÃO PAULO, 2010, p.31)

Os projetos concorreram no Habitação para Todos em 6 diferentes grupos de acordo com a quantidade de pavimentos. O primeiro lugar entre os Edifícios de 4 pavimentos (fig. 2.7) foi feito pelos arquitetos Gregory Bousquet, Carolina Bueno, Olivier Raffaelli e Gillaume Sibaud. O partido foca em inserir a moradia no tecido urbano existente com tipologias replicáveis (SÃO PAULO, 2010). As propostas vencedoras do Habitação para Todos, assim como as de outros concursos, não foram construídas



Fig. 2.9 – Primeiro colocado do grupo Edifícios de 4 pavimentos
Fonte: SÃO PAULO (2010)

A realização de concursos de arquiteturas incentiva que as propostas HIS sejam mais eficientes. Tanto o edital, quanto os projetos apresentados, mostram que os profissionais da área reconhecem as características da pré-fabricação como benefícios importantes a serem considerados no partido arquitetônico.

2.2 Produção Nacional Recente de Habitação Pré-fabricada

Atualmente a maior parte das indústrias de componentes pré-fabricados de concreto armado para construção civil encontra-se na região Sudeste do país (Tabela II e fig. 2.8)⁹.

A região Sudeste também é onde estão localizados a maior parte de edifícios pré-fabricados de concreto armado devido à logística de transporte das peças. Além do raio de distância entre a fábrica e a obra interferir na viabilidade da execução do projeto, que geralmente pode ser considerado entre 100 e 300 km, há a questão de alojamento dos trabalhadores treinados pelas empresas porque obras com sistema pré-fabricados requerem uma mão de obra especializada (SCHWARK¹⁰, 2017).

Tabela II – Estados e Quantidade de Indústrias de Componentes Pré-fabricados de Concreto Armado para Construção Civil com Destaque na Região Sudeste

Estado	Indústrias
Amazonas	01
Bahia	01
Ceará	02
Espírito Santo	01
Mato Grosso	02
Mato Grosso do Sul	02
Minas Gerais	02
Paraná	05
Pernambuco	01
Rio de Janeiro	05
Rio Grande do Sul	04
Santa Catarina	09
São Paulo	23

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados da ABCIC (2018)

⁹ Levantamento feito com as empresas associadas à ABCIC em abr. de 2018.

¹⁰ Em entrevista encontrada no Apêndice E deste trabalho



Fig. 2.8 – Localização das Indústrias de Componentes de Concreto Armado para a Construção Civil
 Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da ABCIC (2018)

Os edifícios com sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado no Brasil geralmente são para uso comercial, institucional e de serviços:

“As indústrias produzem mais soluções (...) para os segmentos comerciais e de infraestrutura porque é mais fácil de viabilizar e isso ainda faz com que o mercado entenda que não existem soluções para os edifícios habitacionais o que não é verdade.” (DONIAK, 2017)

O uso residencial, mesmo com o elevado déficit habitacional do país, é o que menos utiliza a pré-fabricação. Isso ocorre devido aos valores rasantes dos programas habitacionais, dificultando a viabilidade do pré-fabricado com a incidência do ICMS. Nos empreendimentos para os demais usos torna-se viável o

emprego do pré-fabricado, mesmo com a tributação, porque o tempo de execução é menor, usualmente reduzido pela metade, e isso reflete diretamente no retorno financeiro desses casos (DONIAK, 2017).

A resistência cultural entre os profissionais da construção civil e o sistema tributário são as principais dificuldades encontrada para a disseminação do pré-fabricado no Brasil (DONIAK, 2017). A Fundação Getúlio Vargas (FGV) *et al.* (2013) demonstra a diferença de valores em empreendimentos com a incidência do ICMS (Tabela III): pré-fabricados em concreto executados no canteiro de obras (Sistema A1); pré-fabricados de concreto executados em unidade fabril (Sistema A2); alvenaria estrutural (Sistema B); estrutura de concreto armado e vedação em alvenaria (Sistema C).

Tabela 3 – Despesas com Construção e ICMS em Diferentes Processos Construtivos

	Sistema A1	Sistema A2	Sistema B	Sistema C
Despesa total com construção	29.796.637,12	30.602.096,55	32.044.690,26	32.859.430,35
mão de obra	11.811.276,06	11.790.332,14	16.275.009,75	16.634.058,95
material	13.169.371,39	13.103.319,75	13.830.815,33	14.226.800,57
equipamentos	3.479.066,73	3.514.504,96	527.65,85	537.254,69
serviços de terceiros	1.336.922,94	2.193.939,70	1.411.699,33	1.461.316,14
ICMS	1.904.172,75	2.954.848,27	1.798.005,99	1.991.752,08
sobre matéria prima para produção de peças	858.839,69	667.697,93	-	-
sobre o valor de venda da peça	-	1.241.817,28	-	-
sobre materiais adquiridos para edificação	1.045.333,06	1.045.333,06	1.798.005,99	1.991.752,08
ICMS / custo com material e equipamento	11,4%	17,8%	12,5%	13,5%
ICMS / Valor da obra	6,4%	9,7%	5,6%	6,1%

Fonte: ABCIC in: FGV et al. (2013, p. 15)

O ICMS também incide nos sistemas construtivos pré-fabricados executados no canteiro, mas é aproximadamente 9,7 % menor do que quando executados em uma fábrica fora da obra pois não contabiliza o imposto sobre o valor da peça.

Essa situação faz com que algumas empresas escolham montar a linha de produção na própria obra mesmo quando a indústria é próxima. Nesses casos a produção e o controle de qualidade é o mesmo do que é realizado na unidade fabril (DONIAK, 2017).

É uma tendência contemporânea que os projetos e obras sejam feitos com critérios de sustentabilidade, por isso têm sido desenvolvidos diversos selos e certificações que avaliam esses aspectos. Em 2003 foi desenvolvido o Selo de Excelência ABCIC¹¹ cujo processo de certificação é conduzido pelo Instituto Falcão Bauer da Qualidade e as auditorias são realizadas nas empresas, plantas de produção e obras. Os certificados são emitidos com a identificação do nível obtido que varia de 1 a 3:

- Nível 1:
Atendimento às normas técnicas básicas e ensaios dos principais materiais; controle inicial dos processos da empresa, qualidade do produto e montagem; regulamentação de funcionamento e de funcionários; e aspectos de gestão da segurança.
- Nível 2:
Atendimento ao Nível 1; ampliação dos aspectos de gestão da qualidade e registros de controle de processos; atendimento de normas técnicas complementares e ensaios de outros materiais; atendimento das normas regulamentadoras; e avaliação de satisfação do cliente.
- Nível 3:
Atendimento ao Nível 2; monitoramento e medição de resultados que abrangem aspectos ambientais.

¹¹ O Selo de Excelência da ABCIC adota os seguintes referenciais: NBR ISO 9001 Sistema de Gestão de Qualidade; NBR ISO 14001 Sistema de Gestão Ambiental; OHSAS 18001 Sistema de Segurança e Saúde Ocupacional; ABNT NBR 9062 Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado e Normas Complementares; Norma Regulamentadoras do Ministério do Trabalho; Brasil Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ); e conceitos do *American Precast Prestressed Concrete Institute* (PCI).

O Selo de Excelência da ABCIC pode ser atribuído às empresas associadas. Entre elas, foram encontradas três que possuem edifícios habitacionais. Neste trabalho, essas empresas são chamadas de Empresa A, B e C.

A Empresa C está localizada no Estado do Amazonas e produz uma tipologia de casa para HIS com área de 40 m² (fig. 2.9 e 2.10) e outras três tipologias de casas maiores (fig. 2.11).



Fig. 2.9 – Tipologia da casa popular
Fonte: EMPRESA C, [201?]



Fig. 2.10 – Planta da casa popular
Fonte: EMPRESA C [201?]



Fig. 2.11 – Outras tipologias da empresa
Fonte: EMPRESA C [201?]

A estrutura adotada na tipologia para HIS (fig. 2.12) é constituída por pilares de concreto armado com encaixes para as placas planas, similares aos mourões frequentemente empregados em muros (fig. 2.13) por ser aplicado com rapidez em uma área extensa e adaptável ao desnível do terreno. No Brasil, existem diversos casos executados com essa técnica (fig. 2.14 e 2.15), inclusive no PMCMV. Uma das limitações desse sistema construtivo é o fato dele ser viável apenas para casas térreas, em tipologias com mais pavimentos, como no caso das casas maiores, é necessário haver pilares ou paredes estruturais.

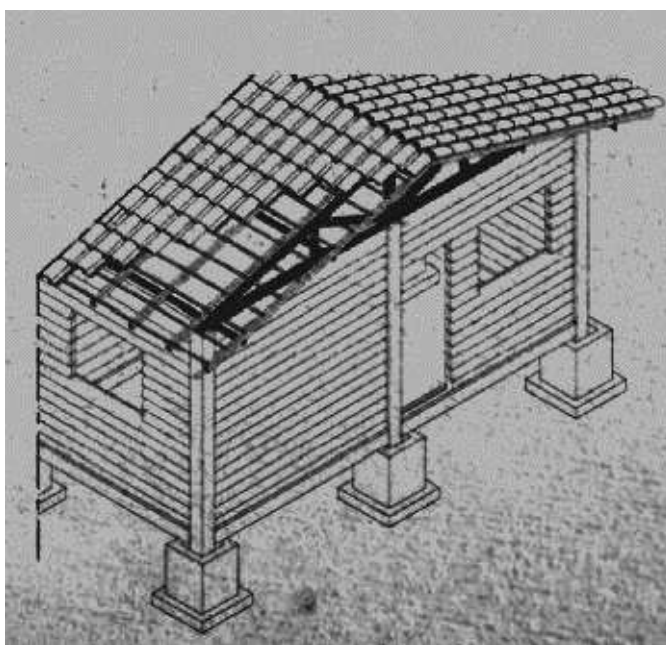


Fig. 2.12 – Perspectiva da estrutura da tipologia para HIS
Fonte: EMPRESA C [201?]



Fig. 2.13 – Muro Pré-moldado de Concreto Armado
Fonte: CMARC CONSTRUTORA (2014)



Fig. 2.14 – Casa em Construção com Mourão de Concreto Armado
Fonte: CONSTRU-TEC PRÉ-MOLDADOS (2010)



Fig. 2.15 – Casa Construída com Mourão de Concreto Armado
Fonte: ECIL ENGENHARI, [201?]

A tipologia de HIS é chamada de kit Casa Pop. São fornecidos os projetos de arquitetura, das instalações hidráulica e elétrica, da estrutura de concreto pré-fabricado e do telhado em estrutura metálica, que podem ser executados por um funcionário da empresa ou pelo próprio cliente mediante às informações encontradas em um manual de instruções.

A produção dessa empresa amazonense é semelhante às kit houses, comum nos EUA no início do séc. XX. A empresa de Chicago Sears Roebuck and Company fez um catálogo, o Sears Modern Homes (fig. 2.16), com mais de 400 modelos, fornecendo cerca de 70.000 unidades em diversos estados do país e no Canadá entre 1908 e 1940. Outras empresas de material de construção norte-americanas também entraram no mercado de catálogo de casas (fig. 2.17) que entrou em decadência após a Crise de 1929, quando elas faliram ou voltaram para suas atividades originais. As peças eram transportadas por caminhões junto com o manual de instruções para montagem e o certificado de garantia da marca. O sistema construtivo adotado era com estrutura de madeira, paredes internas de drywall e telha asfáltica. A linguagem arquitetônica variava na tentativa de reproduzir diferentes estilos (SCHWEITZER; DAVIS, 1990, tradução nossa).

As kit houses não são mais vendidas nos EUA, mesmo sendo um país onde a industrialização da construção civil foi desenvolvida. Existem empresas que fornecem componentes construtivos de vários materiais, com ênfase no PVC, para os clientes executarem os projetos com manuais técnicos

As outras duas empresas associadas à ABCIC com experiências de pré-fabricados de concreto armado para uso residencial produzem edifícios com múltiplos pavimentos, por isso foram utilizadas como **estudos de caso exploratórios** desta pesquisa. Os empreendimentos de ambas estão inseridos no PMCMV e elas desenvolveram os sistemas construtivos utilizados.

FOUR ROOMS, BATH AND PORCH



The HATHAWAY

No. 3082 "Already Cut" and Fitted.

Honor Bill

\$1,299⁰⁰

At the price quoted we will furnish all the material to build this four-room cottage, consisting of mill work, lumber, lath, Fire-Chief Roofing, porch ceiling, flooring, finishing lumber, building paper, eaves trough, down spout, sash weights, hardware and painting material. We guarantee enough material to build this house. Price does not include cement, brick or plaster.

See Description of "Honor Bill" on page 7.



AMERICAN tourists in Europe are always favorably impressed by the cottage homes of England. They speak enthusiastically of the appearance of solid comfort they convey and describe them as covered with vines and climbing roses. Most of these English homes are constructed of stone, brick or concrete. Here is a striking example of this style of architecture, in frame construction made to closely resemble the original by the aid of stucco finish. It makes a home suitable for suburb or country. The treatment is unique and artistic, the result being achieved at comparatively small cost. The ornamental trellised porch is a typical English feature. It is cozy and graceful and the colonial windows with their flower boxes make this type of house at home in any American community. The proud possessor will quickly avail himself of the special advantages which an artistic grouping of shrubs and flowers will secure. Vines or ivy on the trellis and side walls will transform this house into a bower of beauty.

First Floor A door from the trellised porch leads into the good size living room in which there is an open stairway to the second floor. The living room has ample space for piano, davenport, photograph table, reading lamp, chairs and other necessary articles of furniture. It is lighted by four windows, two in the front and two on the side. A swinging door leads into the kitchen which has the popular breakfast alcove, lighted by a good size window. In this kitchen there is also a large, well lighted pantry which has space for a refrigerator. The kitchen has three windows, two on the right side and one in the rear. This is a kitchen that the housewife will be proud of, as there is plenty of space for work and the breakfast alcove is handy to the range, sink and work table. Height of rooms, 8 feet 2 inches from floor to ceiling.

Second Floor There are two nice bedrooms with large closets and bathroom and linen closet off the hall on this floor. Bathroom has shelves for towels. Both bedrooms are well lighted and ventilated. The flower boxes on the outside lend an air of cheerfulness and brightness to the rooms during the Spring, Summer and Fall months. Rooms are 8 feet 2 inches from floor to ceiling.



Basement Excavated basement under the entire house, 7 feet from floor to joists, lighted with basement sash.

We furnish our best "Quality Guaranteed" mill work, shown on pages 108 and 109, beautiful grain and color. Windows are made of clear California white pine with good quality glass set in with best grade of putty.

Paint for three coats outside; your choice of color. Varnish and wood filler for interior finish. Stratford Design hardware, see page 117.

Built on a concrete and brick foundation; No. 1 yellow pine framing lumber. Sided with stucco. Roofed with Fire-Chief Shingle Roll Roofing, guaranteed for seventeen years.

For prices of Plumbing, Heating, Wiring, Electric Fixtures and Shades, see page 115.

OPTIONS

Sheet Plaster and Plaster Finish to take the place of wood lath, \$156.00 extra. See page 114.

Clear Maple Flooring furnished for kitchen, pantry, breakfast alcove and bathroom, instead of yellow pine, no extra charge.

Storm Doors and Windows, \$59.00 extra.

Screen Doors and Windows, black wire \$36.00 extra; galvanized wire, \$40.00 extra.

This house can be built on a lot 25 feet wide. Clear bevel cypress siding instead of stucco, \$88.00 extra.

Our Guarantee Protects You—Order Your House From This Book, Price Includes Plans and Specifications.

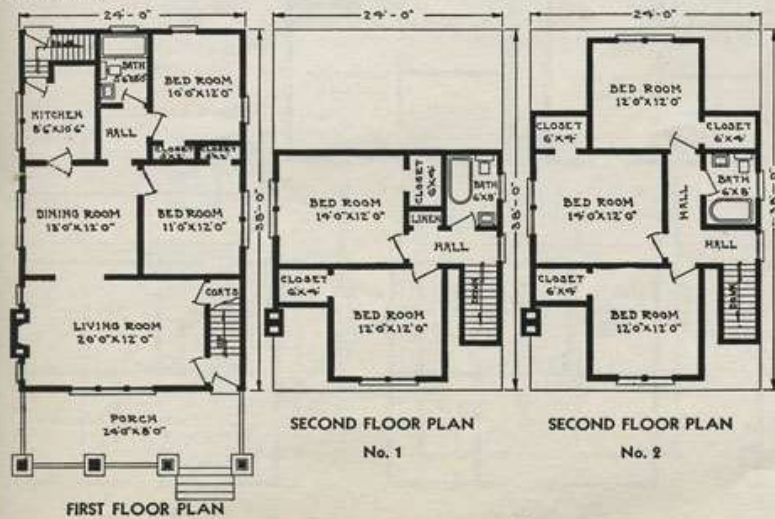
SEARS ROEBUCK AND CO. CHICAGO-PHILADELPHIA

Fig. 2.16 – Casa da Sears Roebuck Company
Fonte: SEARS (2012)



THE PORTLAND—The Income Bungalow Type—\$1799 And We Pay the Freight

The Portland is designed for use by one family and as a one family home it will make its greatest appeal to most people. The first floor plan of the Portland includes a living room, dining room, kitchen, two bedrooms and a bath. For the second floor you have your choice of two different plan arrangements. If you wish two second floor bedrooms, Second Floor Plan No. 1 will interest you. This plan includes two bedrooms and a bath. However, if you require three second floor bedrooms, you will be most interested in Second Floor Plan No. 2. In this plan a third bedroom is obtained by adding a dormer to the rear, the same as the large dormer shown in the illustration which provides for the front bedroom. The Portland is priced separately in both second floor plan arrangements. Whichever second floor plan you select includes the first floor plan as shown. This home is the Income Bungalow type because it is possible to reach the second floor from the front entrance without passing into any of the first floor rooms. For this reason it would make an ideal home for those who wish to rent one or more of the second floor rooms. Also, if Second Floor Plan No. 2 is used, the three second floor bedrooms could be made to serve as a living room, bedroom and combination kitchen and dining room—a complete apartment for a small family. The income derived from the rent of second floor rooms would help you to pay for the home and maintain it. As a one family home, the two bath rooms would be a convenience, but not a necessity. If not equipped as a bath room either of these rooms could be used for other purposes, such as a dining alcove, pantry, sewing room, store room, etc. The 24' x 8' porch is included with the home and the price also includes green slate-surfaced asphalt strip shingles for the roof. With the Portland you receive 6" x 8" built-up girders, 2" x 10" first floor joists on 16-inch centers and 2" x 8" second floor joists on 16-inch centers. The rafters are 2" x 6" on 24-inch centers and the roof has a one-third pitch with a two-foot eave projection. First floor ceiling height 9 feet. Second floor rooms have 8-foot ceiling height throughout with exception of closets where ceiling slopes. See complete specifications on Page 7.



THE PORTLAND	
Freight Paid Prices	
The Portland—	
No. 1.....	\$1799
The Portland—	
No. 2.....	1939
24'x8' Porch — In-	
cluded in Price.	
Sub-Flooring,	
Wall Sheathing	
and Building	
Paper—	
Portland No. 1..	215
Portland No. 2..	243
Wood Lath—	
Portland No. 1..	104
Portland No. 2..	118
Asphalt Strip	
Shingles—In-	
cluded in Price.	

Fig. 2.17 – Casa da Aladdin Company
 Fonte: ANTIQUE HOMES STYLE (2008)

A **Empresa A** construiu dois conjuntos habitacionais em Rio Claro, interior de São Paulo, com painéis estruturais de paredes e lajes pré-fabricados de concreto armado. Atualmente, a empresa A está construindo outro conjunto habitacional na mesma cidade e com as mesmas tipologias dos já finalizados, mas com sistema de alvenaria estrutural (fig. 2.18).

Um dos conjuntos construídos possui uma tipologia de apartamento de 48 m² sem acessibilidade para cadeirantes no banheiro (fig. 2.19). Enquanto o outro possui além dessa tipologia, uma outra de 55 m² com acessibilidade (fig. 2.20).

Foi escolhido como estudo de caso da Empresa A¹², o conjunto habitacional com duas tipologias de apartamento (fig. 2.21), sendo 64 unidades de cada uma e todas construídas com os mesmos materiais e acabamentos.



Fig. 2.18 – Localização dos empreendimentos da empresa A
Fonte: Acervo próprio (2017)

¹² Encontra-se na íntegra no Apêndice C deste trabalho.



Fig. 2.19 – Tipologia de 48 m²
Fonte: EMPRESA A (2016)



Fig. 2.20 – Tipologia de 55 m²
Fonte: EMPRESA A (2016)



Fig. 2.21 – Estudo de Caso da Empresa A
Fonte: Acervo próprio (2017)

A Empresa B, certificada com o Selo Excelência da ABCIC no nível 3, é responsável por 21 edifícios habitacionais concluídos e 22 em construção em diversas cidades de Minas Gerais (fig. 2.22). A estrutura é reticulada com pilares, vigas e lajes pré-fabricados de concreto armado e painéis de vedação pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos sem função estrutural.

Segundo a Empresa B (2018), todos os edifícios B possuem a mesma tipologia de 4 apartamentos de 47 m² por andar (fig. 2.23) e torres com elevador.

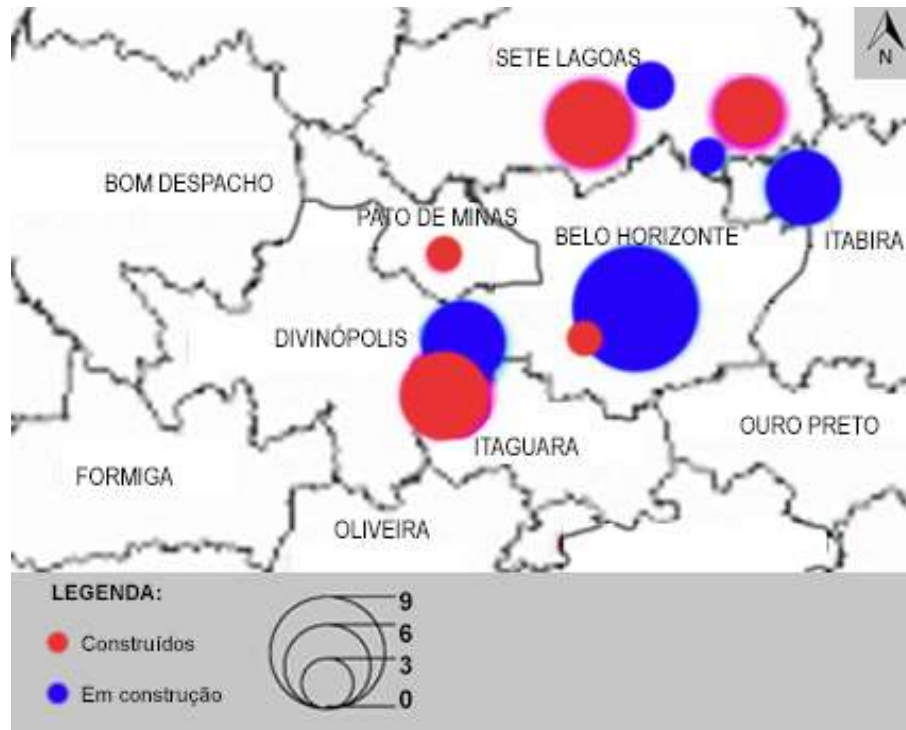


Fig. 2.22 – Localização dos Edifícios da Empresa B
 Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da Empresa B (2017)



Fig. 2.23 –Planta da Tipologia da Empresa B
 Fonte: Empresa B (2017)

O estudo de caso escolhido da Empresa B¹³ foi a primeira HIS com a certificação ambiental no Brasil (E-CONSTRUMARKET, 2013). Este edifício, com Selo Casa Azul no nível prata, está localizado em Betim, MG (fig. 2.24 e 2.25).

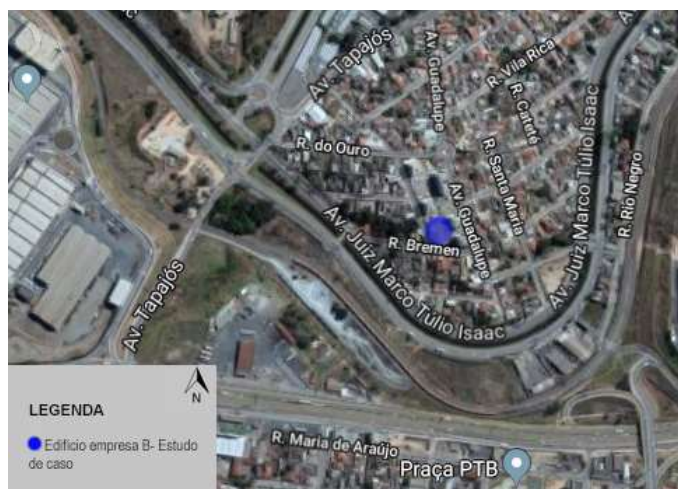


Fig. 2.24 – Localização do Estudo de Caso da Empresa B
Fonte: Acervo próprio (2017)



Fig. 2.25 – Estudo de Caso da Empresa B
Fonte: Empresa B (2017)

¹³ Encontra-se na íntegra no Apêndice D deste trabalho.

2.3 Dificuldades e Benefícios

Rosso (1980) afirma que a construção industrializada apresenta maior produtividade do que a artesanal. A pré-fabricação é, por definição, a produção em larga escala dos componentes caracterizada pela repetição. (ABNT, NBR 9062:2017, 2017).

O setor habitacional continua sendo o que menos utiliza tecnologias industrializadas no Brasil devido a uma falta de apoio político, evidenciada pela incidência do ICMS sobre os produtos pré-fabricados (DONIAK, 2017). Essa situação manifesta o interesse público de manter os sistemas artesanais que permitem a construção civil absorver uma mão de obra desqualificada nos canteiros de obra.

Os orçamentos estipulados para a construção de HIS inviabilizam financeiramente a execução de projetos com sistemas pré-fabricados quando estes competem com os artesanais devido ao sistema tributário. A consequência disso é a baixa produtividade no setor, o desperdício de materiais, a baixa qualidade construtiva dos edifícios e a imprevisibilidade nos prazos de execução (CDHU, 2014). Segundo Bruna (2002), a industrialização da construção civil brasileira poderia contribuir favoravelmente para o problema habitacional do país.

O aumento da produtividade é um dos benefícios proporcionados pelo emprego de sistemas pré-fabricados que poderia amenizar o déficit habitacional brasileiro, assim como fora utilizado em cenários alarmantes de crise habitacional em países europeus como França e Alemanha (BRUNA, 2002). Além disso, a economia de recursos financeiros e materiais utilizados na execução desses sistemas é vantajoso nessas situações orçamentárias.

A velocidade de conclusão da obra está diretamente relacionada com a produtividade. Atualmente, no Brasil, a execução de edifícios com pré-fabricados pode ser 50% mais rápida do que com técnicas artesanais. A rapidez da construção

é interessante para o retorno financeiro em empreendimentos de uso comercial, industrial e de prestação de serviços (DONIAK, 2017). No caso do uso habitacional, a redução do prazo de entrega de HIS é uma questão importante por tratar-se de proporcionar o mais rápido possível um direito humano universal, fundamentado legalmente pela Declaração Universal dos Direitos Humanos¹⁴ (ONU, 1948).

A Empresa A executou a mesma tipologia de edifício com sistema pré-fabricado em 35 dias, enquanto com o artesanal o prazo foi de 40 dias e o dobro de funcionários envolvidos (fig. 2.25 e 2.26). A maior dificuldade encontrada foi a mão de obra especializada para a montagem dos edifícios. Para isso, foi fornecido treinamento especial para os funcionários e em aproximadamente 30 dias os colaboradores conseguiram desempenhar suas funções (EMPRESA A15, 2017).

O emprego de sistemas construtivos pré-fabricados exige que seja feito um planejamento específico do que vai ser construído, assim todos os quesitos dessa técnica são, conforme afirma Schwark (2017): “É necessário que se pense em tudo antes de começar a execução, se não torna-se inviável”.



Fig. 2.25 – Canteiro de Obras da Empresa A
Fonte: EMPRESA A (2017, n.p.)

¹⁴ "Todo ser humano tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis, e direito à segurança em caso de desemprego, doença, invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda dos meios de subsistência fora de seu controle." (ONU, 1948, Artigo 25, p. 06)

¹⁵ Entrevista com Funcionário da Empresa A encontra-se no Apêndice C deste trabalho.



Fig. 2.26 – Escoramento de Painéis da Empresa A
Fonte: IPT (2014, p. 10)

A Empresa B executa os seus projetos com o auxílio dos mesmos trabalhadores em todas suas obras (fig. 2.27) e com diversas equipes itinerantes treinadas previamente (EMPRESA B16, 2017).

A coordenação modular é fundamental no projeto, dessa maneira os arquitetos conseguem elaborar diferentes espaços dentro da modulação estabelecida. Os softwares BIM são uma tecnologia recente que auxilia os profissionais a projetarem eliminando interferências antes do início da obra:

“No exemplo de uma casa projetada com Revit e Tekla já eliminamos aproximadamente 170 interferências que poderiam existir caso fosse feito em outro tipo de software, por exemplo: encontro de paredes, de ferro com conduítes etc. Conforme a tecnologia se desenvolve, a pré-fabricação vai se tornando mais viável.” (SCHWARK, 2017).

A falta de planejamento foi a causa da inviabilização da construção do terceiro conjunto habitacional pré-fabricado da Empresa A. No primeiro conjunto foram construídas apenas tipologias de 48 m². No segundo conjunto foram construídas

¹⁶ Entrevista com Funcionário da Empresa B encontra-se no Apêndice D deste trabalho.

unidades de 55 m² e para isso as fôrmas foram refeitas (fig. 2.28). Dessa maneira elas não podem mais ser utilizadas no conjunto habitacional que está sendo construído, onde serão realizadas as duas tipologias de apartamentos (EMPRESA A, 2017).



Fig. 2.27 – Canteiro de Obras da Empresa B
Fonte: IFB (2017, p. 9)

A falta de planejamento foi a causa da inviabilização da construção do terceiro conjunto habitacional pré-fabricado da Empresa A. No primeiro conjunto foram construídas apenas tipologias de 48 m². No segundo conjunto foram construídas unidades de 55 m² e para isso as fôrmas foram refeitas (fig. 2.28). Dessa maneira elas não podem mais ser utilizadas no conjunto habitacional que está sendo construído, onde serão realizadas as duas tipologias de apartamentos (EMPRESA A, 2017).



Fig. 2.28 – Fôrmas da Empresa A
Fonte: IPT (2014, p. 9)

A mudança das fôrmas inviabilizou a execução de futuros empreendimentos com o sistema pré-fabricado desenvolvido pela Empresa A. Isso não teria ocorrido se o projeto inicial tivesse previsto a modulação das peças para que as mesmas fôrmas pudessem ser utilizadas na criação de diferentes tipologias.

O sistema estrutural desenvolvido pela Empresa A é composto por painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado para paredes estruturais e lajes pré-

fabricadas de concreto armado (fig. 2.29). Existe uma viga pré-fabricada de concreto armado por pavimento de cada edifício para vencer o vão da escada (fig. 2.30). Todas essas peças são executadas na fábrica da empresa (fig. 2.31) (IPT, 2014).



Fig. 2.29 – Edifícios com Sistema Construtivo Desenvolvido pela Empresa A
Fonte: Acervo próprio (2017)



Fig. 2.30 – Viga Pré-fabricada de Concreto Armado
Fonte: Acervo próprio (2017)



Fig. 2.31 – Fábrica da Empresa A
Fonte: IPT (2014, p. 2)

Uma das limitações enfrentadas pela Empresa A é a altura máxima dos edifícios que é de 5 pavimentos (IPT, 2014). Os motivos disso são as resistências dos materiais especificados no projeto e o próprio comportamento desse tipo de sistemas estrutural composto por painéis de laje e de paredes, sejam eles artesanais ou pré-fabricados.

Todas as paredes internas e externas do sistema da Empresa A são estruturais. Elas não podem ser demolidas para reformas, nem parcialmente. Não pode ser feito nenhum tipo de abertura nas paredes e lajes para a modificação de sistemas elétricos e hidráulicos. São entregues aos moradores o Manual de Operação, Uso e Manutenção do Proprietário no qual constam essas informações. Além da entrega do Manual, no momento em que o proprietário recebe a chave da sua unidade, a limitação na alteração de layout, elétrica e hidráulica é reforçada (EMPRESA A, 2017).

No estudo de caso da Empresa A, o sistema elétrico é embutido nos painéis que não podem ser rasgados para a realização de alterações. Caso o usuário tenha essa necessidade, os novos fios e caixas devem ser instalados por fora do painel. O sistema hidráulico é embutido no forro de gesso, o que facilita a sua manutenção. A tubulação de gás é externa, sobreposta na fachada (IPT, 2014).

A solução adotada pela Empresa A não permite que sejam feitas reformas que alterem a disposição dos ambientes internos. A falta de flexibilidade é uma limitação porque não existe a possibilidade de adaptar o apartamento conforme as necessidades dos moradores (fig. 1.32). No entanto, essa desvantagem não está relacionada com a pré-fabricação, mas com o fato de serem painéis estruturais. O mesmo ocorreria se os painéis estruturais fossem moldados in loco artesanalmente. Essa situação poderia ser evitada caso fosse adotado um outro tipo de sistema construtivo pré-fabricado, semelhante ao da Empresa B por exemplo.



Fig. 2.32 – Interior do Apartamento da Empresa A
Fonte: Acervo próprio (2017)

O sistema estrutural adotado pela Empresa B é composto por pilares, vigas e lajes pré-fabricados de concreto armado existentes no mercado e painéis de vedação pré-fabricados mistos compostos por blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado (fig. 2.33). Esses painéis e suas interfaces com a estrutura de concreto armado pré-fabricada (fig. 2.34) são as inovações desenvolvidas pela empresa (IFB, 2017). A estrutura reticulada adotada nesse caso viabiliza uma configuração espacial flexível (fig. 2.35), permitindo que o layout dos apartamentos seja alterado em reformas pelos moradores conforme suas necessidades (EMPRESA B, 2017).



Fig. 2.33 – Edifício com o Sistema Construtivo Desenvolvido pela Empresa B
Fonte: IFB (2017, p.10)

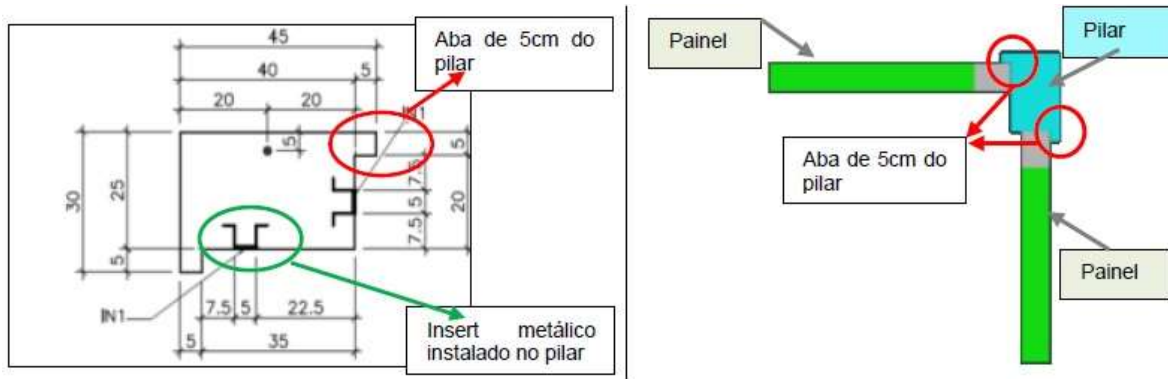


Fig. 2.34 – Edifício com o Sistema Construtivo Desenvolvido pela Empresa B
Fonte: IFB (2017, p.11)



Fig. 2.35 – Sistema Construtivo Desenvolvido pela Empresa B
Fonte: IFB (2017, p.10)

No estudo de caso da Empresa B, os eletrodutos são instalados nos vazios dos blocos cerâmicos dos painéis mistos de vedação. As tubulações hidráulicas estão localizadas em shafts sobre os forros de gesso dos banheiros e cozinhas. As instalações elétricas e hidráulicas são industrializadas (IFB, 2017).

A flexibilidade arquitetônica do sistema construtivo adotado pela Empresa B não é bem aproveitada na sua produção. Apesar das reformas no interior das unidades serem viáveis e de responsabilidade dos proprietários, a empresa mantém a mesma tipologia de edifício em todos os 21 casos concluídos e nos outros 22 em construção. A maior dificuldade encontrada foi propor um modelo (fig. 2.36) que atendesse a todas legislações (EMPRESA B, 2017).



Fig. 2.36 – Diversos Conjuntos Habitacionais com a Tipologia da Empresa B
Fonte: EMPRESA B (2017, n.p.)

A tipologia desenvolvida pelos profissionais da Empresa B provavelmente não é a solução arquitetônica mais adequada para todas as situações. Um projeto comum aplicado em 43 casos não consegue contemplar as particularidades de cada contexto. Esse é o tipo de repetição, semelhante aos grandes conjuntos europeus do período pós guerra, que propicia o estigma da pré-fabricação estar atrelada a uma arquitetura monótona; e não a produção em série dos componentes construtivos. Bastos e Zein (2010) analisam a produção de HIS no Brasil, criticando o uso bitolado da industrialização e a sua repetição sem critérios relacionados à compreensão do lugar e da ocasião:

“As ideias da produção em massa, da industrialização e da repetição como formas de economia, não implicam, a priori, num marco de desprezo quanto ao valor do projeto.” (BASTOS; ZEIN, 2010, p. 308)

A linguagem arquitetônica dos edifícios tanto da Empresa A, quanto da Empresa B, não foi valorizada nos projetos. A volumetria e a composição das fachadas foram minimamente desenvolvidas.

A adoção de sistemas construtivos industrializados não está necessariamente relacionada a uma arquitetura sem valor. Gropius (2013) discute o estigma existente relacionado à pré-fabricação, atribuindo as características depreciativas de monotonia e falta de expressão ao projeto, e não à técnica construtiva em si. Um projeto de arquitetura adequado seria capaz de proporcionar espaços e composições interessantes utilizando a pré-fabricação.

Apesar dos projeto das empresas A e B não valorizarem a linguagem arquitetônica, a qualidade construtiva desses edifícios pré-fabricados é maior do que a dos construídos com técnicas artesanais. Esta última, empregada na maior parte das HIS produzidas no Brasil, corresponde à recorrência de problemas construtivos (CDHU, 2014).

A pré-fabricação prevê um controle de qualidade rígido na produção dos componentes, evitando adversidades ocasionadas pelo cumprimento indevido das normas técnicas (ABNT, NBR 9062:2017, 2017). Por esse motivo, ela seria uma tecnologia com potencial adequado de prevenir a reincidência dessas questões.

A Empresa B apresenta a repetição da sua tipologia de edifício como uma maneira de padronizar a qualidade da sua produção. No entanto, essa garantia é inerente à técnica de pré-fabricação dos componentes construtivos, e não ao uso bitolado de uma proposta arquitetônica. O projeto poderia variar de acordo com as especificidades de cada situação, mantendo a mesma qualidade construtiva.

Tanto o sistema construtivo do estudo de caso da Empresa A (IPT, 2014), quanto o da Empresa B (IFB, 2017), demandam o monitoramento constante da ligação entre os painéis. A Empresa A (2017) afirmou que uma patologia recorrente encontrada nos seus edifícios é a infiltração nas regiões de ligação entre as peças externas.

Nos edifícios do conjunto habitacional de estudo de caso da Empresa A, as ligações entre os painéis e as lajes são reforçadas com armaduras e peças especiais. Nos encontros de painéis externos são aplicadas uma tela de poliéster, uma emulsão acrílica e uma moldura de Poliestireno Expandido revestida de argamassa impermeabilizada (fig. 2.37 e 2.38). O revestimento externo dos painéis é feito com textura acrílica. O interno das áreas molhadas do apartamento são placas cerâmicas aplicadas diretamente nos painéis, enquanto nos demais cômodos é feito com pintura acrílica (IPT, 2014).

No edifício habitacional de estudo de caso da Empresa B, as ligações entre os componentes da estrutura reticulada pré-fabricada de concreto armado e os painéis mistos de vedação pré-fabricados são reforçados com telas poliéster, adesivos de base acrílica e massa cimentícia (fig. 2.39). As faces externas dos painéis são revestidas com pintura acrílica texturizada. O revestimento nas faces internas podem receber revestimentos aplicados conforme as respectivas normas técnicas (IFB, 2017).



Fig. 2.37 – Encontro entre Painel Estrutural e Laje da Empresa A
Fonte: Acervo próprio (2017)

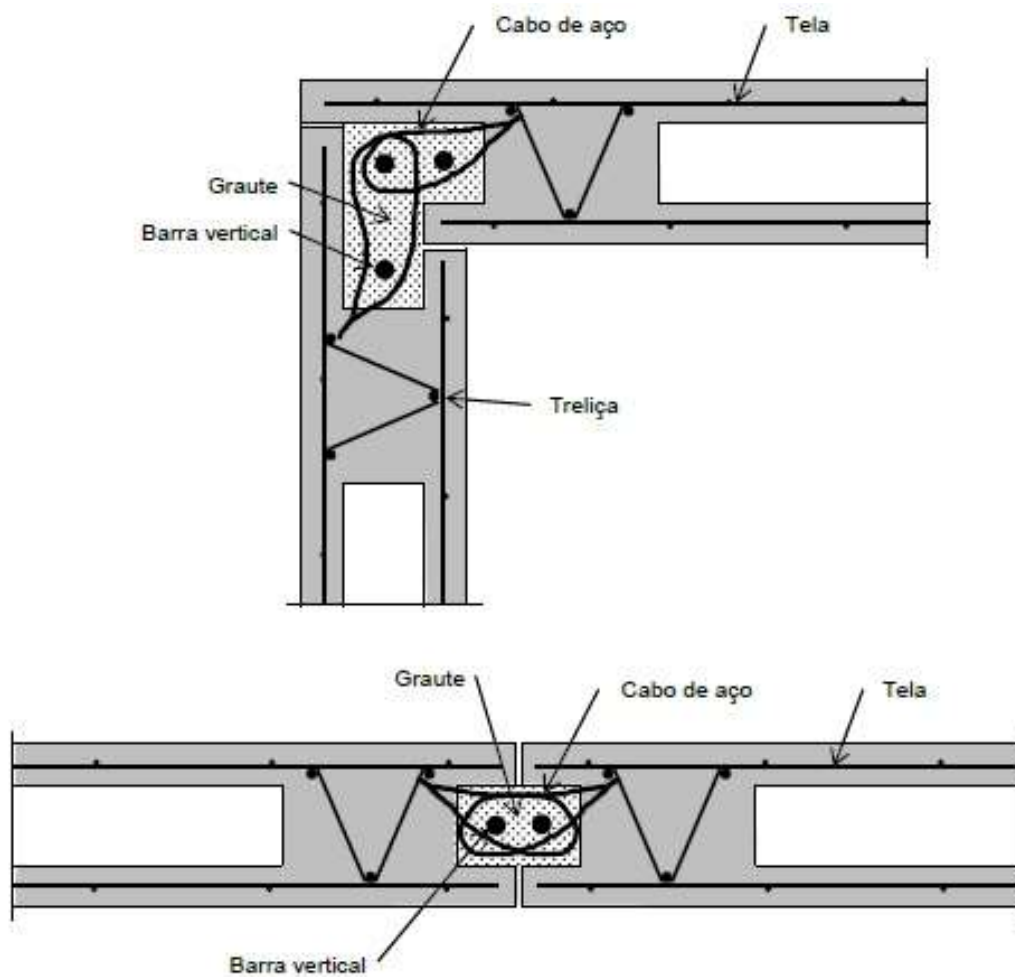


Fig. 2.37 – Ligação dos Painéis Estruturais da Empresa A
 Fonte: IPT (2014, p.4)



Fig. 2.39 – Encontro entre Painéis de Vedação e Estrutura da Empresa B
 Fonte: IFB (2017, p. 10)

Os painéis pré-fabricados de ambas empresas são produzidos na horizontal (fig. 2.40 e 2.41). Segundo Swchark (2017), a produção feita na horizontal é vantajosa porque na vertical existem duas faces de fôrma, o que dificulta a execução de peças maiores.



Fig. 2.40 – Fabricação de Painéis da Empresa A
Fonte: EMPRESA A (2017, n.p.)



Fig. 2.41 – Fabricação de Painéis da Empresa B
Fonte: IFB (2017, p. 6)

As peças produzidas pela Empresa A (2017) e pela Empresa B (2017) são içadas com equipamentos terceirizados comuns e estocadas (fig. 2.42). O içamento é uma das etapas que pode condicionar o projeto das peças que são dimensionadas para não colidirem nem perderem as suas propriedades estruturais quando içadas (fig. 2.43). A área de estocagem da fábrica é onde podem ser feitos eventuais reparos e os acabamentos serem realizado (IPT, 2014).

A norma define a possibilidade da pré-fabricação ser realizada tanto em uma fábrica fixa, quanto em uma usina montada no canteiro de obras, desde que a produção seja realizada em larga escala (ABNT, NBR 9062:2017, 2017). As duas empresas estudadas possuem unidades fabris próprias (fig. 2.44) onde são feitos os componentes utilizados por elas e transportados por caminhões até os canteiros de obra. As duas empresas estabeleceram o raio de aproximadamente 300 km de distância para viabilizar financeiramente a logística de transporte (fig. 2.45).



Fig. 2.42 – Estocagem de Painéis da Empresa A
Fonte: IPT (2014, p. 11)



Fig. 2.43 – Içamento de Painéis da Empresa B
Fonte: IFB (2017, p. 10)



Fig. 2.44 – Fábrica da Empresa B
Fonte: IFB (2017, p. 2)



Fig. 2.45 – Transporte das Peças pela Empresa B
Fonte: IFB (2017, p. 8)

A peças chegam nos canteiros e são montados os edifícios, por isso podem ser consideradas obras secas. Além disso, pode-se destacar a redução do desperdício de materiais utilizados na pré-fabricação quando comparada com técnicas artesanais, devido ao seu planejamento prévio de execução. Essa redução do consumo de recursos naturais está diretamente relacionada a questão da sustentabilidade, um fator constante nas discussões acadêmicas e profissionais contemporâneas (BAUER, 2009). Por esses motivos, os sistemas construtivos pré-fabricados são reconhecidos na atribuição de diversas certificações ambientais.

3. Instrumentos de Avaliação da Habitação Contemporânea e os Sistemas Construtivos Pré-fabricados de Concreto Armado

3.1 Certificações Ambientais na Construção Civil

As certificações ambientais consideram o emprego de sistemas industrializados uma solução construtiva eficiente. O principal motivo é a redução do desperdício de recursos materiais proporcionado pela racionalização da produção, pelo canteiro de obras seco, e pela possibilidade de reutilização das peças, como foi ressaltado por Oliveira (2017) com o caso da desmontagem de um dos edifícios do CRUSP (fig. 3.1).



Fig. 3.1 – Peças da montagem do CRUSP
Fonte: FAUUSP (in: MONTENEGRO, 2012, p. 188)

Entre as certificações ambientais aplicadas na construção civil brasileira, destacam-se: o Leadership in Energy and Environmental Design (LEED, Liderança em Energia e Design Ambiental), o Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE) e o Selo Casa Azul. Este último é o único com origem nacional, enquanto os demais foram desenvolvidos com base em selos internacionais.

O LEED foi criado pelo United States Green Building Council (USGBC, Conselho de Edificações Verdes dos Estados Unidos) em 1998 e no contexto nacional é oficialmente representado pelo Green Building Council Brasil (GBC Brasil). A certificação é obtida por um sistema de pontuação que varia de 40 a 110 pontos, classificando em Prata, Ouro ou Platina, de acordo com a quantidade atingida. Podem ser avaliados qualquer tipo de empreendimento, foram emitidos mais de 38000 selos ao redor do mundo nas diversas categorias do LEED até 2013, isso demonstra a sua abrangência e visibilidade (GBC, 2014).

A adequação do LEED é discutida devido a sua abrangência e à facilidade de obtenção de pontos por não avaliar as fases de uso e manutenção. No Brasil, a maioria dos edifícios certificados pelo GBC são de uso comercial em São Paulo. O selo é visto em alguns casos como uma propaganda para o mercado imobiliário. Apesar das críticas serem relevantes, as soluções adotadas para a obtenção dos pontos desse sistema são consideravelmente melhores para o meio ambiente do que as convencionais (GONÇALVES et al., 2015).

O AQUA-HQE foi desenvolvido no Brasil pela Fundação Carlos Alberto Vanzolini (FCAV) em 2007, a partir da certificação francesa Haute Qualité Environnementale (HQE). Assim como o LEED, podem ser certificados edifícios com diversos usos, bairros e loteamentos (FCAV, 2016). No entanto, a avaliação é mais exigente porque o desempenho é avaliado em diversas etapas, incluindo o comportamento do usuário na fase de ocupação (GONÇALVES et al., 2015).

A FCAV realiza auditorias para verificar o atendimento às 14 categorias estabelecidas durante a concepção do projeto, a realização da construção e o uso dos empreendimentos após a conclusão da obra. O sistema de classificação do

AQUA não é por pontuação, cada uma das categorias pode ser classificada como Bom, Superior ou Excelente, exige-se o cumprimento de pelo menos 3 categorias no nível máximo e 7, no mínimo (FCAV, 2016).

Os arquitetos Rodrigo Mindlin Loeb e Caio Atílio Dotto projetaram a Casa AQUA 2016 (fig. 3.2), exposta no evento Casa Cor de São Paulo realizado no Jockey Clube e construída pela Inovatech Engenharia. O sistema construtivo empregado é da empresa Kronan e é composto por painéis maciços pré-fabricados de concreto armado da empresa e *steel frame* (fig. 3.3) O objetivo desse projeto é divulgar um protótipo de residência unifamiliar com soluções eficientes segundo os parâmetros estabelecidos pela certificação ambiental desenvolvida pela FCAV.



Fig. 3.2 – Casa AQUA de 2016
Fonte: E-CONSTRUMARKET (2016, n.p.)



Fig. 3.2 – Casa AQUA de 2016
Fonte: E-CONSTRUMARKET (2016, n.p.)

As outras soluções eficientes presentes na Casa AQUA 2016, além do sistema construtivo industrializado, foram: fachada ventilada e cobertura verde para promover maior conforto térmico; painéis fotovoltaicos e turbina eólica para gerar a energia consumida; cisterna para aproveitamento de água pluvial; caixilhos em PVC para melhorar o desempenho térmico e acústico; revestimentos produzidos com materiais reciclados; iluminação com lâmpadas de LED; e equipamentos sanitários com baixo consumo de água (FCAV, 2016).

A tecnologia e os equipamentos utilizados na produção dos painéis pré-fabricados de concreto armado da Casa AQUA 2016 foram importados da Finlândia pela empresa Kronan (fig. 3.3). O sistema construtivo utilizado pode ser empregado em edifícios de até 40 pavimentos. Atualmente, no deserto do Iraque estão sendo construídas aproximadamente 80 habitações por dia na Bismayah New City com a mesma tecnologia finlandesa (SCHWARK, 2017).



Fig. 3.3 – Fábrica da Kronan em Itupeva
Fonte: Acervo próprio (2017)

As fôrmas da Kronan possuem dimensões adaptáveis, possibilitando a produção de painéis maiores (fig. 3.4). Como a Casa AQUA de 2016 foi exibida em um evento temporário, ela foi construída com um sistema estrutural completamente desmontável, o que torna o produto mais caro (3.5).



Fig. 3.4 – Fôrmas da Kronan
Fonte: Acervo próprio (2017)



Fig. 3.5 – Montagem da Casa AQUA 2016
Fonte: E-CONSTRUMARKET (2016, n.p.)

Segundo Schwark (2017), esse sistema construtivo pode ser utilizado em projetos de arquitetura com flexibilidade na disposição dos espaços internos. As lajes conseguem vencer vãos equivalentes às distâncias entre as paredes externas, possibilitando o uso de divisórias internas não estruturais:

“(...) é possível produzir painéis maiores e atender a diversos usos e padrões, inclusive à arquitetura universal que proporciona maior flexibilidade do espaço interno. Essa flexibilidade torna a obra mais sustentável, pois faz com que ela sobreviva as mudanças de necessidades dos usuários ao longo do tempo. É importante considerar o ciclo de vida da obra quando se trata de sustentabilidade, a etapa da construção é apenas uma parcela do que deve ser levado em conta.” (SCHWARK, 2017)

Dessa maneira, a Kronan apresenta a possibilidade de fornecer um sistema construtivo inserido no ciclo flexibilizado de produção da construção civil (ELLIOT; JOLLY, 2013).

A característica de flexibilidade dos espaços internos exposta por Schwark (2017) não existe na produção da Empresa A, cujo sistema desenvolvido também é composto por painéis estruturais pré-fabricados de concreto armado. Os painéis maiores (fig. 3.6 e 3.7) são mais caros e podem ser viáveis em construções com orçamentos mais altos do que o previsto para construção de HIS.



Fig. 3.6 – Paineis da Kronan
Fonte: Acervo próprio (2017)



Fig. 3.6 – Estoque de Painéis da Kronan
Fonte: Acervo próprio (2017)

As duas primeiras versões da Casa AQUA foram exibidas em 2009 na Feira da Construção Civil (FEICON) Batimat e em 2010 na Ambiental Expo, ambas em São Paulo. Os protótipos são importantes para testar a viabilidade e promover a visualização do conteúdo para uma futura disseminação (FCAV, 2016).

Além do LEED e do AQUA-HQE, outra certificação ambiental importante no cenário brasileiro é o Selo Casa Azul, criado em 2010 para projetos habitacionais financiados pela Caixa Econômica Federal.

O Selo Casa Azul é o primeiro sistema de certificação ambiental de origem brasileira, reconhecendo propostas mais adequadas e contextualizadas em relação ao uso dos recursos naturais e aos benefícios sociais. Assim como o AQUA-HQE, a avaliação considera as etapas de projeto, construção e manutenção na ocupação dos edifícios. São avaliados diversos critérios em 6 categorias: Qualidade Urbana, Projeto e Conforto, Eficiência Energética, Conservação de Recursos Naturais, Gestão de Água e Práticas Sociais. As habitações podem receber o selo nos níveis:

Bronze, com os 19 critérios obrigatórios; Prata, com mais 6 opcionais; ou Ouro, com pelo menos 12 opcionais.

Na categoria de Conservação de Recursos Naturais são considerados os ciclos de vida dos materiais. Entre os 10 critérios dessa categoria estão presentes a implantação de coordenação modular e a adoção de componentes pré-fabricados, ambos de livre escolha.

O Manual do Selo Casa Azul foi desenvolvido em 2010 pela Caixa Econômica Federal. Foram certificados, até 2018, apenas 14 projetos (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2018).

O estudo de caso da Empresa B foi a primeira HIS no Brasil a receber uma certificação ambiental (E-CONSTRUMARKET, 2013). O edifício recebeu o Selo Casa Azul no nível prata em 2013, atendendo a 29 critérios, entre os de livre escolha estavam presentes a coordenação modular e o emprego de componentes pré-fabricados (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2010).

A avaliação do Selo Casa Azul é abrangente pois são avaliados critérios ambientais, sociais e econômicos nas etapas de concepção, construção, ocupação e manutenção dos empreendimentos. Por ter sido desenvolvido no Brasil, o selo considera as questões específicas do país, sendo assim, mais apropriado para ser aplicado na avaliação de projetos no contexto nacional (PISANI, 2016).

A preocupação com o meio ambiente já estava intrínseca na produção de alguns arquitetos antes mesmo antes da criação das certificações ambientais. Os selos estabelecem parâmetros que podem guiar o partido arquitetônico em direção a uma maior eficiência, dependendo do contexto onde estão inseridos.

3.2 Normas Técnicas Brasileiras

As certificações ambientais devem ser solicitadas e são adquiridas após a realização de avaliações, portanto o atendimento aos critérios estabelecidos nesses casos é opcional. No entanto, o cumprimento das normas técnicas da ABNT é obrigatório, mas a real conformidade não é avaliada em todos os casos. Os profissionais responsáveis se comprometem a atender a essas exigências, o que lhes atribui responsabilidade civil pelos projetos e por suas execuções.

Em 1998, a Secretaria Nacional do Brasil desenvolveu o PBQP-H, cujos objetivos principais são: a ampliação do acesso à moradia; o apoio à introdução de novas tecnologias construtivas e o desenvolvimento de instrumentos de análise de diversos aspectos das propostas projetuais e das suas execuções nos canteiros de obra. para avaliar a qualidade da produção habitacional das empresas envolvidas no setor. O escopo do programa se assemelha tanto ao caráter facultativo das certificações ambientais, quanto ao obrigatório exigido pelas normas técnicas da ABNT.

As avaliações do PBQP-H são realizadas paralelamente pelo Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras (SiAC), pelo Sistema de Qualificação de Empresas de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) e pelo Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores (SiNAT). Este último é utilizado para testar empiricamente o desempenho de inovações tecnológicas. Os ensaios em laboratórios e softwares são realizados por instituições de credibilidade, como o IPT e o Instituto Falcão Bauer (IFB) que realizaram essas experiências com os sistemas construtivos das duas empresas utilizadas como estudo de caso desta pesquisa (BRASIL, s.d.).

A avaliação emitida pelo SiNAT é obrigatória para validar uma inovação tecnológica, assim como a conformidade aos critérios estabelecidos na realização dos testes para garantir a qualidade da habitação nas quais os elementos inovadores serão empregados. O caráter obrigatório desse sistema do PBQP-H é semelhante ao de uma norma técnica da ABNT.

O nível mais baixo exigido pelo SiAC e SiMaC no PBQP-H corresponde a uma auto declaração de conformidade a parâmetros que já eram obrigatórios por terem sido estipulados pela ABNT antes da implantação do programa. Essa normatização é baseada na International Organization for Standardization (ISO) e foi inserida no Brasil com a publicação da NBR ISO 9000:1987 (ABNT, 1987) para estabelecer padrões internacionais de gestão da qualidade em qualquer tipo e dimensão de organização. Como o conteúdo é extenso, foram publicadas outras duas normas técnicas complementares. Atualmente está em vigor no país a NBR ISO 9000:2015, necessária para a aplicação da NBR ISO 9001:2015 e NBR ISO 9004:2015 (ABNT, 2015).

Os três outros níveis de qualidade estabelecidos pelo SiAC e SiMaC são alcançados por empresas que solicitam auditorias para avaliá-las. Eles são de cumprimento opcional, o que assemelha essa parte do PBQP-H a uma certificação (BRASIL, s.d.). O sistema construtivo da Empresa B foi certificado com o nível A pelo SiAC (IPT, 2017).

A maior contribuição do PBQP-H para a sociedade brasileira é o SiNAT que avalia os elementos construtivos inovadores considerando a qualidade da habitação. Os demais sistemas de avaliação reiteram critérios obrigatórios já previstos pelas normas técnicas da ABNT. Quando as empresas atendem aos critérios opcionais estabelecidos pelo SiAC e SiMaC, elas utilizam essas certificações como uma maneira de valorizar o seu produto no mercado imobiliário (LRQA BRASIL, 2018).

Em julho de 2013 entrou em vigor a NBR 15.575:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho (ABNT, NBR 15.575:2013, 2013) para estabelecer especificações obrigatórias de diversos materiais, componentes, elementos e sistemas que podem comprometer qualidade das habitações. Essa interdisciplinaridade evidencia uma mudança de paradigmas, até então, as normas técnicas estavam relacionadas a disciplinas específicas e não ao comportamento qualitativo dos edifícios como uma totalidade (CAU, 2015).

As normas técnicas não são retroativas e são complementares, o conteúdo de uma não anula o das demais. Dessa maneira, os edifícios habitacionais concebidos após a sua publicação estão comprometidos com o atendimento à NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013) e às outras existentes e adequadas a cada caso.

Os projetos habitacionais das duas empresas utilizadas como estudos de caso foram submetidos a testes em laboratórios e softwares para a avaliação dos sistemas construtivos inovadores desenvolvidos por elas. Como o estudo de caso da Empresa A é de 2016, presume-se que ele atenda à Norma Desempenho (ABNT, NBR 15.575:2013, 2013).

Os primeiros ensaios empíricos da produção habitacional da Empresa B foram realizados pelo SiNAT antes da publicação da NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013). Segundo Luciano (2017), os resultados mostravam que a norma técnica em questão já estava sendo atendida nos projetos.

A Caixa Econômica Federal e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) iniciaram os estudos para o desenvolvimento da Norma Desempenho (ABNT, NBR 15.575:2013, 2013) em 2000. O seu conteúdo foi elaborado a partir da relação entre diversas disciplinas presentes no projeto de arquitetura, estipulando o desempenho mínimo que cada parâmetro avaliado deve atingir. Em alguns critérios, existe a possibilidade de alcance de níveis de desempenhos intermediários e superiores (CAU, 2015). Os parâmetros da NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013) que estabelecem a possibilidade de diferentes níveis de desempenho a serem atingidos configuram uma avaliação semelhante a das certificações ambientais pelo fato de serem patamares facultativos.

A publicação da NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013) está dividida didaticamente em 6 partes: requisitos gerais; requisitos para os sistemas estruturais; requisitos para os sistemas de pisos; requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas; requisitos para os sistemas de coberturas; e requisitos para os sistemas hidrosanitários. Cada uma dessas partes aborda assuntos relacionados a diversas disciplinas, como a qualidade construtiva, a habitabilidade e a

preocupação com o meio ambiente (CBIC, 2013). A pré-fabricação é uma tecnologia que concilia essas questões tratados pela Norma Desempenho (ABNT, NBR 15575:2013, 2013).

A qualidade dos componentes pré-fabricados de concreto armado é assegurada pelo rígido controle da sua produção (ABNT, NBR 9062:2017, p. 03). Segundo Kowaltowski et al. (1998), as características dos elementos de construção são um dos principais determinantes do projeto arquitetônico.

A habitabilidade não é comprometida pelo fato do sistema construtivo adotado ser composto por elementos pré-fabricado de concreto armado. O conforto dos usuários depende da adequação do projeto à situação e ao local. Uma das soluções encontradas para o isolamento térmico das duas empresas utilizadas como estudo de caso desta pesquisa foi a vedação dos edifícios com painéis duplos. No sistema construtivo da Empresa A, o espaçamento entre eles é vazio (fig. 3.7), enquanto a Empresa B, optou por preenchê-lo com blocos cerâmicos (fig. 3.8).

A preocupação com o meio ambiente não se restringe apenas a adequação do projeto ao seu contexto. O comportamento do edifício e de seus componentes ao longo do tempo também é considerado como uma questão ambiental pela Norma de Desempenho (ABNT, NBR 15.575, 2013) e pelas certificações que avaliam as etapas seguintes à construção.

Na fase de produção, a pré-fabricação apresenta menor desperdício de materiais do que as técnicas construtivas artesanais (BAUER, 2009). Além disso, os componentes pré-fabricados são reutilizáveis, configurando um melhor aproveitamento quando são consideradas as outras etapas do seu ciclo de vida (OLIVEIRA, 2017).

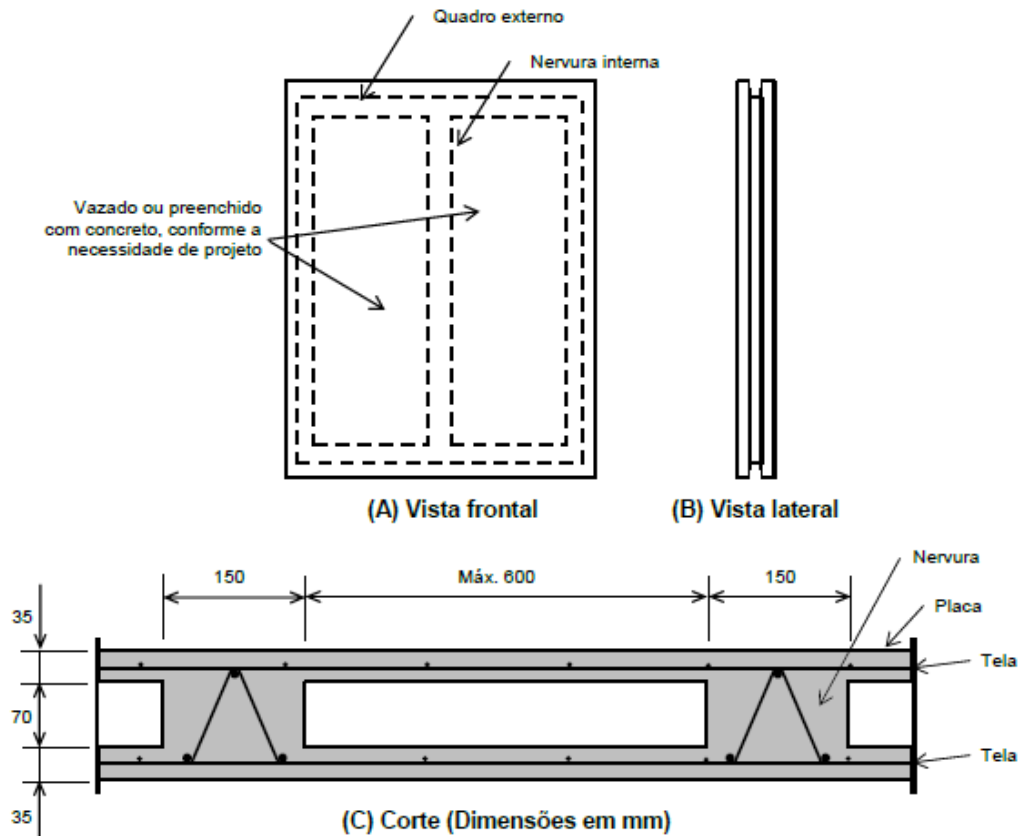


Fig. 3.7 – Esquema dos Painéis da Empresa A
 Fonte: IPT (2014, p. 3)



Fig. 3.8 – Blocos Cerâmicos no Interior dos Painéis da Empresa B
 Fonte: IFB (2017, p. 6)

A Norma de Desempenho (ABNT, NBR 15.575:2013, 2013) é abrangente e articula diferentes disciplinas da arquitetura que são importantes desde a concepção de uma proposta até a sua pós-ocupação. Os projetos realizados por arquitetos preocupados com a relação entre os usuários e o ambiente construído já poderiam contemplar o conteúdo da NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013), antes mesmo dela entrar em vigor (VILLA; ORNSTEIN, 2013). A publicação dessa norma técnica é importante para a sociedade brasileira porque a atribuição de responsabilidade civil aos profissionais da área garante, em todos os casos, uma qualidade mínima na produção habitacional do país.

Conclusões

Uma das colaborações do presente trabalho é a divulgação de um material inédito, coletado e elaborado durante o processo de pesquisa, presente na linha do tempo ilustrada e nas entrevistas e depoimento nos apêndices. Esta dissertação contribui para a compreensão do que os sistemas construtivos pré-fabricados de concreto armado podem proporcionar em termos técnicos, ambientais, sociais e econômicos, mostrando parâmetros contemporâneos de projetos habitacionais no contexto brasileiro.

A pré-fabricação proporciona um menor desperdício de materiais, uma maior qualidade construtiva dos edifícios e mais agilidade na execução de obras, possibilitando uma redução de custos totais. No entanto, a construção industrializada exige um maior planejamento na compatibilização dos projetos e nas logísticas de armazenamento e transporte de peças para viabilizar a sua execução.

Apesar das características da pré-fabricação serem consideravelmente vantajosas para a construção civil, essa técnica construtiva nunca fora utilizada em grande escala no Brasil para a produção habitacional. Foram registradas algumas experiências isoladas, como o Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo (CRUSP), alguns edifícios do período do Banco Nacional da Habitação (BNH) e, atualmente, do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Essa situação mostra uma incoerência dos programas habitacionais que buscam atender ao déficit habitacional brasileiro com técnicas construtivas artesanais. A falta de apoio político e o estigma atribuído à pré-fabricação, devido aos conjuntos habitacionais do período pós-guerra na Europa, são os principais empecilhos para a disseminação desta tecnologia no país.

A arquitetura da maioria das HIS brasileiras é rígida e repetitiva, mesmo construídas com técnicas artesanais. Por outro lado, existem exemplos de arquitetos que conseguiram desenvolver os aspectos estéticos em projetos com pré-fabricados. Cada sistemas construtivo possui suas próprias características e

limitações, cabe ao projetista conhecê-las para poder escolher o que for mais adequado para cada situação.

Na atual situação política e econômica do Brasil, é improvável a viabilização de investimentos imediatos para o aprimoramento de tecnologias na construção civil. No entanto as pesquisas acadêmicas sobre inovações tecnológicas continuam sendo relevantes para a sua futura disseminação. Além disso, uma situação de crise pode ser vista como uma oportunidade para essa mudança de paradigmas da construção civil brasileira.

As pesquisas sobre os instrumentos de avaliação da arquitetura e do urbanismo também são imprescindíveis na atualidade. Entre eles, destaca-se a Norma de Desempenho de Edificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que é relevante para a sociedade por estabelecer uma qualidade mínima obrigatória na produção habitacional do país.

Essas discussões são importantes para fornecer análises críticas aos profissionais e estudantes da área. Dessa maneira, a aplicabilidade dos instrumentos de avaliação da arquitetura e do urbanismo não se limita aos dados fornecidos pelas instituições que os desenvolveram.

Referências:

ABRAM, Joseph. *Le logement de masse* In: MONNIER, Gérard. *L'architecture moderne en France: du chaos à la croissance 1940-1966*. Paris: Picard, 1999 (tradução nossa).

ACRÓPOLE. n° 303, São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1964. Disponível em: <http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/303> . Acesso em: 1 out. 2017.

AFONSO, Kaki, 2015, n. p. In: FRACALOSSI, Igor. *Clássicos da Arquitetura: Secretarias do Centro Administrativo da Bahia / João Filgueiras Lima (Lelé)*. Acesso online: Archdaily, 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele> Acesso em 07 dez. 2017.

AMADO, Aécio. *Mais um prédio do Minha Casa, Minha Vida em Niterói apresenta problema*. Rio de Janeiro: Agência Brasil, 2013. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/brasil/2013/04/mais-um-predio-do-minha-casa-minha-vida-em-niteroi-apresenta-problema> Acesso em: 31 mar. 2018.

ANELLI, Renato Luis Sobral. *Centros Educacionais Unificados: arquitetura e educação em São Paulo*. Arqtextos n° 055.02. São Paulo: Portal Vitruvius, 2004. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/05.055/517> Acesso em: 24 mar. 2018.

ANTIQUE HOMES STYLE. *Aladdin Homes*. Acesso online: Portland, 2008. Disponível em: <http://www.antiquehomestyle.com/plans/aladdin/1931-aladdin/31aladdin-portland.htm> Acesso em: 01 abr. 2018.

ARCHDAILY. *FDE: Várzea Paulista*. Projetos. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-19508/fde-escola-varzea-paulista-fgmf> Acesso em 23 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA (ABCI). *A história dos pré-fabricados e sua evolução no Brasil*. São Paulo, 1980.

_____. *Manual Técnico de Pré-Fabricados de Concreto*. São Paulo: Editora Projeto, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO (ABCIC). *Categorias Associativas*. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://site.abcic.org.br/index.php/categorias-associativas> Acesso em: 10 abr. 2018.

ABCIC et al. *Despesas com construção e ICMS em diferentes processos construtivos*. In: FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS et al. *Tributação, Industrialização e Inovação Tecnológica na Construção Civil*. São Paulo: FGV Projetos, 2013 p.15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR ISO 9062:2015 – Gestão e Qualidade*. São Paulo: ABNT Editora, 2015.

_____. *NBR 9062:2017- Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado*. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 2017.

_____. *NBR 15.575:2013 Edificações Habitacionais – Desempenho*. São Paulo: ABNT Editora, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM (ABESC). *Evolução do Tilt-up* São Paulo: Editora ABESC, 2005. Disponível em: <http://abesc.org.br/wp-content/uploads/2016/07/M%C3%B3dulo-2B.pdf> Acesso em 10 out. 2016.

BRASIL, Ministério das Cidades. *Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat*. Brasília, s.d. Disponível em: [http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php](http://pbqp.h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php) Acesso em 01. abr. 2018.

BASTOS, Maria Alice Junqueira; ZEIN, Ruth Verde. *Brasil: Arquiteturas após 1950*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2011.

BAUER, Roberto. *Pré-Fabricação: O Contexto Habitacional e Sustentabilidade*. Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) São Paulo, 2009. Disponível em: http://www.abcic.org.br/Concrete_show_2009/pdf/Roberto_Bauer.pdf . Acesso em 5 ago. 2016.

BRUNA, Paulo. *Arquitetura, industrialização e desenvolvimento*. 2º ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2017 (1º ed. 1941).

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Selo Casa Azul: Boas Práticas para Habitação mais Sustentável*. Guia Caixa de Sustentabilidade Ambiental. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2010.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Selo Casa Azul: Projetos Reconhecidos*. Acesso online: São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx> Acesso em 08 mar. 2018

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). *Desempenho das Edificações Habitacionais: Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013*. 2º ed. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponível em: http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf Acesso em: 03 mai. 2018.

CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca de. *Sem restrições tecnológicas, os pré-fabricados precisam romper obstáculos culturais*. Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) São Paulo, 2009. Disponível em <http://site.abcic.org.br/index.php/sem-restricoestecnologicas-os-pre-fabricados-precisam-romper-obstaculos-culturais>. Acesso em 22 ago. 2016.

CAMPOS, Paulo Eduardo Fonseca de et al. *Microconcreto de Alto Desempenho: La tecnologia del MicroCAD aplicada em la construcción del hábitat social*. São Paulo: Mandraim, 2013.

CARNEIRO, Mariana; VETTORAZZO, Lucas. *Crise na construção civil deixa indústria fora da recuperação*. São Paulo: Folha de São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/09/1915224-cri-se-na-construcao-civil-deixa-industria-fora-da-recuperacao.shtml> Acesso em 13 dez. 2017.

CARRANZA, Edite; CARRANZA, Ricardo. *Cecap Zezinho Magalhães Prado: um detalhe 1:1*. Revista Arquitetura e Urbanismo (AU) Pini Educação ed. 251. São Paulo: Editora PINI, 2015. Disponível em <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/251/cecap-zezinho-magalhaes-prado-um-detalhe-11-338509-1.aspx> Acesso em 27 nov. 2016.

CASTEX, Jean et al. *Urban Forms: The death and life of urban block*. Nova Iorque: Architectural Press, 2003, p. 56 (tradução nossa).

CASTRO, Carlos Dunham Maciel de. *O Espaço da Escola na Cidade: CIEP e Arquitetura Pública Escolar*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Brasília: Brasília, 2009.

CERÁVOLO, Fabiana. *A Pré-fabricação em Concreto Armado Aplicada a Conjuntos Habitacionais no Brasil - O caso do Conjunto Zezinho Magalhães Prado*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos: São Carlos, 2007.

CMARC CONSTRUTORA. *Mourão de concreto para alambrado*. Acesso online: Itanhaém, 2014. Disponível em: <http://cmarc-engenharia.blogspot.com.br/> Acesso em 1 abr. 2018.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO (CDHU). *Sistemas Construtivos Industrializados: A experiência da CDHU na contratação de obras e serviços de engenharia para a realização de empreendimentos habitacionais no Estado de São Paulo*: São Paulo, 2014. Disponível em: <http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/07/cdhu-contratacao.pdf> Acesso em 12 mar. 2018.

CONRADS, Ulrich. *Programs and Manifestoes on 20th-Century Architecture*. Cambridge: MIT Press, 1970, p. 109-115 (tradução nossa).

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (CAU). *Guia para Arquitetos na Aplicação da Norma de Desempenho*. ASBEA Editora: São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf Acesso em 03 mai. 2018.

CONSTRU-TEC PRÉ-MOLDADOS, *Construções Pré-fabricadas*. Acesso online: São Paulo, 2010. Disponível em: <http://constru-tc.blogspot.com.br/2014/07/> Acesso em: 1 abr. 2018.

CROSS, Arthur; TIBBS, Fred. *The city of London*. London Metropolitan Archives, 2015. In: MASON, Betsy; Miller, Greg. *Bomb-Damage Maps Reveal London's World War II Devastation*. Acesso online: Londres, 2016. Disponível em: <http://phenomena.nationalgeographic.com/2016/05/18/bomb-damage-maps-reveal-londons-world-war-ii-devastation/> Acesso em: 12 mar. 2018.

CURTI, Rubens. *Cimento Portland da jazida a obra: Concreto. Tipos, produção e aplicação*. Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Aula do curso de extensão Introdução aos Sistemas Construtivos do grupo de pesquisa Arquitetura & Construção realizada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2 out. 2017.

DONIAK, Íria Lícia Oliva. *Entrevista com a Presidente Executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC)*. São Paulo, 06 out. de 2017.

DONIKIAN, Sarah. *Habitat 67*. Collections pour l'éducation. Le Monde: Montreal, 2006. Disponível em: <http://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=40323> Acesso em: 31 mar. 2018.

DUFAUX, Frédéric; FORCAUT, Annie. *Le monde des grands ensembles: Sur l'origine des grands ensembles*. Paris: Créaphis, 2004 (tradução nossa).

FERREIRA, João Sette Whitaker. *Construir Casas ou Produzir Cidades? Desafios para novo Brasil Urbano: Parâmetro de qualidade para implementação de projetos habitacionais e urbanos*. São Paulo: Editora FUPAM, 2012.

FABER, Sebastiaan. *The town of Guernica after the April 26, 1937 bombing*. The Volunteer. Acesso online: BBC, 2011. Disponível em: <http://www.albavolunteer.org/2011/05/bbc-on-guernica-bombing/> Acesso em: 12 mar. 2018.

FEBASP. *Casa Unifamiliar da Uniseco*. Centro Universitário Belas Artes de São Paulo, São Paulo, 1955, n.p. in: MONTENEGRO FILHO, Roberto Alves de Lima. *Pré-fabricação na trajetória de Eduardo Kneese de Mello*. Tese (Doutorado em História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2012, p. 81.

E-CONSTRUMARKET. *Primeira Obra 'verde' do Minha Casa Minha Vida*: Residencial construído em Minas Gerais inova e recebe a certificação Selo Casa Azul, da CAIXA. Acesso online: Portal da Arquitetura Construção e Engenharia, 2013. Disponível em https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/primeira-obra-verde-do-minha-casa-minha-vida_6627_10_0 Acesso em 10 nov. 2017.

_____. *Sistema construtivo de placas de concreto desmontável constrói casa*: Utilizada na Casa Aqua, a solução industrializada da Kronan chegou ao canteiro em módulos prontos que substituíram pilares, vigas e alvenarias. Acesso online: Portal da Arquitetura Construção e Engenharia, 2013. Disponível em https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/sistema-construtivo-de-placas-de-concreto-desmontavel-constroi-casa_37989_14258 Acesso em 10 ago. 2017.

ECIL ENGENHARIA. *Casas Pré-moldadas*. Acesso online: Formigas, [201?]. Disponível em: http://www.ecilengenharia.com.br/?pg=2&id_busca=3 Acesso em: 1 abr. 2018.

ELLIOT, Kim; JOLLY, Collin. *Multi-Storey Precast Concrete Framed Structures*. 2º ed. Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2013 (tradução nossa).

EMPRESA A. *Entrevista com Profissional da Empresa A*. Correio Eletrônico: 29 de nov. 2017.

EMPRESA B. *Entrevista com Profissional da Empresa B*. Correio Eletrônico: 20 set. 2017.

FELDEN, Adrin. *Ciep*. São Paulo: Argosfoto, 2015. Disponível em: <https://argosfoto.photoshelter.com/image/I0000aEphPOZVk5w> Acesso em: 09 mai. 2018

FRANÇA, Joana, 2014 In: DELAQUA, Victor. *Obras do Lelé por Joana França*. Acesso online: Archdaily, 2014. Disponível em : <https://www.archdaily.com.br/br/603479/obras-do-lele-por-joana-franca> Acesso em 07 dez. 2017.

FERREIRA, Avany de Francisco; MELLO, Mirela Geiger de. *Arquitetura Escolar Paulista: Estruturas Pré-Fabricadas*. São Paulo: FDE, 2006.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV) *et al. Tributação, Industrialização e Inovação Tecnológica na Construção Civil*. São Paulo: FGV Projetos, 2013.

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI (FCAV). *Certificação AQUA0HQE em Detalhes*. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-em-detalhes/> Acesso em 12 ago. 2017.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). *Déficit Habitacional: Total e Componentes. Estatísticas e Informações*. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil> Acesso em 17 nov. 2017.

FUNDAÇÃO OSCAR NIEMEYER. *Centro Integrado de Educação Pública – CIEP*. Acesso online: Rio de Janeiro, s.d. Disponível em: <http://www.niemeyer.org.br/obra/pro192> Acesso em: 08 dez. 2017.

FRANKFURT, Institut für Stadtgeschichte Frankfurt. *Praunheim under construction*, 1926, n.p. In: GAILHOFER, Sunna. *90 Years of Frankfurt's Praunheim Estate*. Goethe Institut, Culture, Urban Planning. Frankfurt, 2016. Disponível em: <https://www.goethe.de/en/kul/arc/20814957.html> Acesso em: 17 nov. 2017.

GAILHOFER, Sunna. *90 Years of Frankfurt's Praunheim Estate*. Goethe Institut, Culture, Urban Planning. Frankfurt, 2016. Disponível em: <https://www.goethe.de/en/kul/arc/20814957.html> Acesso em: 17 nov. 2017.

GHETTO ILE DE FRANCE. *Les 4000 : Cité dangereuse*. La Corneuve, s.d. Disponível em: <https://pbs.twimg.com/media/B2-PrzpCcAlMu9X.jpg> Acesso em: 1 nov. 2017.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. *Edifício Ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

GUERRA, Abílio; MARQUES, André. *João Filgueira Lima: Ecologia e Racionalização*. Arqtextos, ano 16, n 181-03, São Paulo: Vitruvius, 2015. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/16.181/5592> Acesso em 07 dez. 2017.

GREEN BUILDING COUNCIL (GBC). *Certificação LEED*. São Paulo: GBC BRASIL, 2014. Disponível em: <http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php> Acesso em 08 mar. 2018.

GROPIUS, Walter. *Bauhausucher*. Albert Laneen: Munique, 1924. Apud GUINSBURG, Jacob; KOUDELA, Ingrid. *Bauhaus: Novarquitetura*. 6ªed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2013.

HOBBSAWM, Eric John Ernest. *Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo* 5º ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

_____. *Era dos Extremos: O Breve Século XX (1914-1991)*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS (IPT). *DATEc n° 24: Painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado para paredes - Empresa A*. Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (SiNAT), Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). São Paulo, 2014.

INSTITUTO FALCÃO BAUER (IFB). *Documento de Avaliação Técnica (DATEc) n° 12C: Painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos sem função estrutural - Empresa B*. Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (SiNAT), Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). São Paulo, 2017.

J. NASSER ENGENHARIA. *Casa Pop*. Acesso online: Manaus, 2018. Disponível em: <http://www.jnasser.com.br/site/index.php/casapop.html> Acesso em 1 abr. 2018.

JOCKEY CLUB BRASILEIRO (JCB). *A História do Jockey Club Brasileiro*. Acesso online: Rio de Janeiro, [20??]. Disponível em: <http://www.jcbinforma.com.br/historia> Acesso em: 1 nov. 2017.

KOURY, Ana Paula. *Para ler arquitetura e democracia no Brasil: os arquitetos e o debate interrompido com o golpe de 1964*. Instituto de Arquitetos do Brasil: Tocantins, 2014. Disponível em: <http://iabto.blogspot.com.br/2015/05/para-ler-arquitetura-e-democracia-no.html> Acesso em 09 nov. 2017.

KON, Nelson. *Clássicos da Arquitetura: Hospital Sarah Kubitschek*. Acesso online: Archdaily, 2015. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/01-36653/classicos-da-arquitetura-hospital-sarah-kubitschek-salvador-joao-filgueiras-lima-lele/36653_36660 Acesso em 20 mar. 2017.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz; LABAKI, Lucila Chebel; PINA, Silvia Mikami Gonçalves; BERTOLLI, Stelamaris Rolla. *A visualização do conforto ambiental no projeto arquitetônico*. Anais do VII Encontro de Tecnologia do Ambiente Construído e Qualidade no Processo Construtivo: Florianópolis, 1998, p.27-30. Disponível em: <http://www.dkowaltowski.net/1090.pdf> Acesso em: 28 fev. 2018.

L'ARCHITECTURE D'AUJOURD'HUI. *Chantier experimental Pont des Sèvres*. n° 45, 1952, p. 4 In: CERCEAU, Julien. *Préfabriquer le logement d'après-guerre. Bernard Zehrfuss, acteur représentatif d'une époque*. Master Habitat & Énergie. École d'architecture de la ville et des territoires à Marne-la-Vallée, 2013. Disponível em: <http://mes.marnelavallee.archi.fr/mes/072012379.pdf> Acesso em: 31 out. 2017.

_____. *La prefabrication lourde en France*. N° 64, 1956, p. 96-99 In: CERCEAU, Julien. *Préfabriquer le logement d'après-guerre. Bernard Zehrfuss, acteur représentatif d'une époque*. Master Habitat & Énergie. École d'architecture de la ville et des territoires à Marne-la-Vallée, 2013, p. 110. Disponível em: <http://mes.marnelavallee.archi.fr/mes/072012379.pdf> Acesso em: 31 out. 2017.

LE MONDE. *Le Grand Ensemble: du "meilleur des mondes" à la "tragédie finale"*. Paris: Portoflio Sonore, 2007. Disponível em: http://s1.lemde.fr/image/2007/02/26/575x383/876523_7_57f7_sarcelles-le-grand-ensemble-par-mathieu.jpg Acesso em 31 out. 2017.

LIFE, [194?]. In: KAUSHIK. *Berlin after the World War 2*. Amusing Planet, 2010 Acesso online, Disponível em: <http://www.amusingplanet.com/2010/06/berlin-after-world-war-2.html> Acesso em: Nova Iorque, 12 mar. 2018

LIS, Laís; AMARAL, Luciana. *Governo amplia Minha Casa Minha Vida para famílias com renda de até R\$ 9 mil*. Economia, Globo. Brasília, 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/governo-amplia-minha-casa-minha-vida-para-familias-com-renda-de-ate-r-9-mil.ghtml> Acesso em 19 nov. 2017.

LLOYD'S REGISTER QUALITY ASSURANCE BRASIL (LRQA). *PBQP-H: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat*. São Paulo: LRQA Brasil, 2018. Disponível em: <http://www.lrq.com.br/Certificacao/PBQP-H-Programa-Brasileiro-da-Qualidade-e-Produtividade-do-Habitat/> Acesso em 31 mar. 2018.

LYON, Bibliothèque Municipale. *Démolition de la Tour 6 des Minguettes à Vénissieux*. Photographes: Rhône-Alpes, 1983. Disponível em: [http://numelyo.bm-lyon.fr/BML:BML_01ICO00101570c1195c345d?&query\[0\]=isubjecttopic:%22chantier%22&query\[1\]=isubjectgeographic:%22V%C3%A9nissieux%20\(Rh%C3%B4ne\)%22&hitStart=1&hitPageSize=16&hitTotal=20](http://numelyo.bm-lyon.fr/BML:BML_01ICO00101570c1195c345d?&query[0]=isubjecttopic:%22chantier%22&query[1]=isubjectgeographic:%22V%C3%A9nissieux%20(Rh%C3%B4ne)%22&hitStart=1&hitPageSize=16&hitTotal=20) Acesso em: 1 nov. 2017.

MARREY, Bernard. *Reinforced concrete bridge over the moat: chateau of Chazelet, France, Built by Joseph Monier, 2010*. In: GORETTI, Camila. *Uma breve história do concreto armado*. Programa de Educação Tutorial (PET). Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://blogdopetcivil.com/2013/07/31/a-historia-do-concreto-armado/> Acesso em: 12 mar. 2018

MCKAY, Graham. *Architecture Misfit #25: Ernst May*. Misfits Architecture, Acesso online: Wordpress, 2016. Disponível em: <https://misfitsarchitecture.com/2016/09/20/architecture-misfit-25-ernst-may/> Acesso em 12 jun. 2018.

MOUCHEL, Louis Gustave. *Mouchel: A Century of Achievement, 1997*. In: JOYCE, Jane. *Weaver & Co mill*. Engineering Timelines, Swansea. Londres, 2017. Disponível em: <http://www.engineering-timelines.com/scripts/engineeringItem.asp?id=906> Acesso em: 12 mar. 2018.

MARUTA, Jorge. *Foto aérea do Conjunto Residencial da USP*. Jornal da Universidade de São Paulo (USP). Acesso online: São Paulo, 2012. Disponível em: http://www.imagens.usp.br/?attachment_id=13970 Acesso em 09 out. 2016.

MILMAN, Boruch. *A pré-fabricação de edifícios*. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Rio de Janeiro, 1971.

MINOR SIGHTS. *Netherlands: Betondorp in Amsterdam: Getting Creative with Concrete*. Guidebooks and Crowds. Acesso online: Nomad Files, 2014. Disponível em: <http://www.minorsights.com/p/about-this-blog.html> Acesso em: 24 out. 2017.

MONTENEGRO FILHO, Roberto Alves de Lima. *Pré-fabricação na trajetória de Eduardo Kneese de Mello*. Tese (Doutorado em História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, Sidney de. *Entrevista e Experiência com a Pré-fabricação do Arquiteto Prof. Sidney de Oliveira*. São Paulo, 15 set. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Declaração Universal dos Direitos Humanos*. Paris, 1948, Artigo 25, p. 06. Disponível em: https://www.ohchr.org/EN/UDHR/Documents/UDHR_Translations/por.pdf Acesso em 21 mai. 2018.

PEZZIN, Letícia et. al. *Montar à demanda*. Concurso Habitação para Todos – Edifícios de 04 pavimentos – 2º lugar. Companhia do Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) São Paulo, 2010. Disponível em: <https://concursosdeprojeto.files.wordpress.com/2010/11/4.jpg> Acesso em: 22 nov. 2017

PIGOZZO, Bruno et al. *A influência dos pré-fabricados em concreto armado no ciclo de industrialização da construção*. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Florianópolis, 2006. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_3265_3274.pdf
Acesso em: 21 set. 2016.

PISANI, Maria Augusta Justi. *Técnicas construtivas empregadas na HIS brasileira*. Palestra realizada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 30 out. 2015.

PISANI, Maria Augusta Justi. *Sustentabilidade na habitação: posturas e certificações*. In: Maria Solange Gurgel de Castro Fontes; João Roberto Gomes de Faria. (Org.). *Ambiente construído e sustentabilidade*. 1ed. Tupã: ANAP, 2016, v. 1, p. 173-194.

POLETO, Sálua Kairuz Manoel. *Referências europeias de arquitetura e urbanismo nas origens da produção de habitação de interesse social no Brasil (1930-1964)*. Tese (Doutorado em Teoria e História Arquitetura e Urbanismo) na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP): São Carlos: USP, 2011.

POMBO, Luís Rocha. *Em Itaqué, moradores respiram aliviados na casa nova*. Secretaria da Habitação, Prefeitura de São Paulo. Acesso online: São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/habitacao/noticias/?p=14605>
Acesso em: 31 mar. 2018.

PRILHOFER. *Multi-story buildings: Industrialized construction*. Acesso online: Germering, 2018. Disponível em: <https://www.prilhofer.com/industrialized-construction>. Acesso em: 31 mar. 2018.

REGINO, Aline Nassaralla; PERRONE, Rafael Antonio Cunha. *Eduardo Augusto Kneese de Mello: sua contribuição para habitação coletiva em São Paulo*. Revista Risco de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-graduação do departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo: EESC-USP, 2009, p. 57-97. Disponível em: http://www.iau.usp.br/revista_risco/Risco9-pdf/02_art04_risco9.pdf Acesso em: 04 dez. 2017.

ROSSO, Teodoro. *Racionalização da construção*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU USP). São Paulo: Editora FAUUSP, 1980.

SALAS, S. J. *Construção Industrializada: pré-fabricação*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT). São Paulo, 1988 In: PIGOZZO, Bruno et al. *A influência dos Pré-fabricados em Concreto Armado no Ciclo de Industrialização da Construção*. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído: Florianópolis, 2006. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_3265_3274.pdf Acesso em: 21 set. 2016.

SANVITTO, Maria Luiza Adams. *As Habitações de Interesse Social com Recursos do Banco Nacional da Habitação No Brasil 1964-1986*. In: III Congreso Internacional de Vivienda Sostenible, 2018, Guadalajara. Actas del III Congreso Internacional de Vivienda Sostenible, 2018.

SÃO GONÇALO, Prefeitura Municipal. *Cerca de 700 crianças são beneficiadas por novas unidades escolar*. Acesso online: São Gonçalo, 2011. Disponível em: http://www.pmsg.rj.gov.br/educacao/noticias_simples.php?cod=3443 Acesso em 09 mai. 2018.

SÃO PAULO, Governo do Estado. *Sustentabilidade e inovação na habitação popular: o desafio de propor modelos eficientes de moradia*. Secretaria de Estado de Habitação: São Paulo, 2010.

SCALA, Architecten. *Daal en berg Papaverhof*. Acesso online: Haia, 2014. Disponível em: <http://www.scala-architecten.nl/artikel/jan-wils-individu-en-gemeenschap-141025> Acesso em: 20 nov. 2017.

SEARS. *Sears Homes Archives*. Acesso online: Chicago, 2012. Disponível em: <http://www.searsarchives.com/homes/1908-1914.htm> Acesso em: 1 abr. 2018.

SECRETARIA ESPECIAL DE COMUNICAÇÃO ESPECIAL (SECOM). *Começa montagem da arquibancada superior do Estádio Nacional de Brasília*: Estruturas pré-moldadas são fabricadas em uma central no canteiro de obras. Acesso online: Distrito Federal, 2012. Disponível em: <http://copa2014.gov.br/pt-br/noticia/comeca-montagem-da-arquibancada-superior-do-estadio-nacional-de-brasilia> Acesso em 08 nov. 2017.

SERRA, Geraldo G. *Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: Guia Prático para o Trabalho de Pesquisadores em Pós-graduação*, 1º ed. São Paulo: EDUSP e Mandarin, 2006.

SCHWEITZER, Robert; DAVIS, Michael. *America's Favorite Homes: Mail-Order Catalogues as a Guide to Popular Early 20th-Century Houses*. Detroit: Wayne State University Press, 1990 (tradução nossa).

SCHWARK, Martin Paul. *Entrevista com o Engenheiro Prof. Martin Paul Schwark*. Itupeva, 10 nov. 2017.

SERAFINI, Tonino; VINCENDON, Sibylle. *Grands ensembles: démolir les clichés, pas les cités*. Libération. Acesso online: Paris, 2015 (tradução nossa). Disponível em: http://www.liberation.fr/france/2015/10/07/non-ce-n-est-pas-de-la-camelote-demolir-les-cliches-pas-les-cites-non-ce-n-est-pas-une-aberration-ur_1399302
Acesso em: 08 out. 2017.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (TCU). *Relatório de Auditoria Programa Minha Casa Minha Vida*. Secretaria de Métodos Aplicados e Suporte à Auditoria. Brasília, 2013.

VASCONCELOS, Augusto Carlos. *O concreto no Brasil: Pré-fabricação, Monumentos, Fundações*. Vol. III. São Paulo: Editora Studio Nobel, 2002.

VILLA, Simone Barbosa; ORNSTEIN, Sheila Walbe. *Qualidade Ambiental na Habitação: Avaliação Pós-ocupação*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VILLAÇA, Flávio. *O que todo cidadão deve saber sobre habitação*. São Paulo: Global Editora, 1986.

YIN, Robert. *Estudos de caso: Planejamento e Métodos*. trad. Daniel Grassi, 2º ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2001.

Apêndice A:

Depoimento concedido pelo Arquiteto Prof. Sidney de Oliveira, realizado em 15 de setembro de 2017 as 15h00 em sua residência, cidade de São Paulo:

Sidney de Oliveira formou-se em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Presbiteriana Mackenzie e foi sócio no escritório do arquiteto Eduardo Kneese de Mello. Ele foi professor nas faculdades de Arquitetura e Urbanismo Farias Brito e na Universidade Presbiteriana Mackenzie, onde também foi diretor do curso.

“O Prof. Eduardo Kneese de Mello se envolveu com a industrialização e quase perdeu tudo. Ele me disse que arquiteto era péssimo comerciante. Mesmo assim, ele não desanimou e isso que nos trouxe motivação!”
(OLIVEIRA, 2017)

- **Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo (CRUSP), 1961:**

O projeto de autoria dos arquitetos Eduardo Kneese de Mello, Sidney de Oliveira e Joel Ramalho foi feito em 1961 para o contratante Fundusp. O Conjunto Residencial para os alunos da Universidade de São Paulo possui área de 45.000 m² e está localizado no campus universitário do Butantã. No programa original são 12 edifícios residenciais, restaurante comum e áreas coletivas. Cada bloco foi projetado com 60 alojamentos de 40 m² cada, sendo 10 por pavimento, e ambientes coletivos: sala de estar, enfermaria, uma rouparia e uma copa. (ACRÓPOLE, 1964)

A estrutura projetada é pré-fabricada de concreto e os outros componentes do sistema construtivo também são industrializados. Segundo Vasconcelos (2002), o

CRUSP é o primeiro edifício de vários pavimentos com estrutura reticulada feito com pré-fabricação no Brasil.

- Como foi a experiência de projetar o CRUSP?

“A idéia foi do CRUSP ser construído para os IV Jogos Panamericanos de 1963 e depois ficar para a habitação.

Não conseguimos nenhum livro de pré-fabricação na época. Para os jogos não ia dar tempo de fazer pré-fabricado porque não tinham indústrias nem livros. Conseguimos um adendo na concorrência pública para a firma que pegasse fazer a pré-fabricação. Nós fizemos para comover mesmo: ninguém melhor do que a USP para fazer algo inovador! A firma que pegou teve que mandar um engenheiro ir estudar sobre pré-fabricados na Europa.

Não tínhamos grua. Foi montado um trilho no sentido do comprimento do prédio e rodas de trem mesmo. Era mais seguro ter o trilho para o guindaste não oscilar. Esse trilho era reaproveitado nos outros prédios.

Nós, o Artigas, o Ícaro de Castro Mello, o Rino Levi, nos reuníamos na FAU Maranhão para fazer o planejamento da Cidade Universitária, quando decidimos onde ia ficar o CRUSP.

Nós queríamos que o estudante andasse de um prédio para o outro no coberto. Fizemos os prédios intercalados. Deveríamos ter feito o projeto de paisagismo porque ocuparam entre os prédios e não respeitaram os intervalos que estavam no projeto (...)

Depois dos jogos, 6 prédios estavam prontos e 6 só tinham o esqueleto. Nessa época estoura a Revolução de 1964 e colocam o reitor na USP. Eu fiz questão de apagar da minha memória o nome dele, ele quis desmontar o prédio do eixo da avenida para poder chegar lá direto. Isso você deve pôr no seu trabalho como uma vantagem do pré-fabricado: desmontar. E aí as peças foram usadas em outros lugares. Perdemos só a fundação. A fundação é de estacas porque a área é próxima do rio e é um charco, então tínhamos que usar estacas (...)

As peças já vinham com os vazios feitos para as instalações. As instalações eram artesanais. Não tivemos nenhum problema para içar as peças. As fôrmas eram metálicas.

Fizemos um prédio de cada cor (...). Não era para pintar. Pré-fabricado não era para chegar lá e ter que ser pintado. Fiz uma excursão para o Rio de Janeiro pelo IAB e fui na empresa Formiplac, na cidade de Niterói. Eles fabricavam fórmica colorida que era o que estávamos precisando. A fórmica na fachada vai desgastando com o tempo e continua colorida. A placa tinha que ter 1 cm de espessura. Voltei para São Paulo com uma sacola de amostras da Formiplac.

Naquela época podíamos fazer o elevador parar a cada meio nível e isso economizou muito porque era muito caro fazer cada parada. Com o primeiro meio nível acima do térreo não precisamos fazer as molas enterradas com impermeabilização.” (OLIVEIRA, 2017)

- **Posto de assistência médica do INPS Várzea do Carmo, 1967:**

O projeto de autoria dos arquitetos Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira foi feito em 1967 para o Instituto Nacional da Previdência Social e concluído em 1976. O sistema construtivo adotado é misto: estrutura, cobertura e fechamentos são pré-fabricados de concreto; as vigas são moldadas in loco; e as divisórias internas são pré-fabricadas leves. A obra foi realizada pela construtora Carvalho Horsken e a empresa responsável pelos componentes pré-fabricados foi a SOBRAF, posteriormente chamada de CONSID (ACRÓPOLE, 1968).

Foi solicitado aos arquitetos um projeto funcional para abrigar os serviços médicos dos postos de atendimento. O edifício possui 3 pavimentos interligados por rampas. São 7 setores modulados e separados por pátios internos para onde todas as janelas são abertas. No pavimento térreo, elevado da cota do terreno devido às inundações, estão localizados os setores de serviços e estacionamento; nos outros,

estão dispostas as 17 clínicas. O acesso ao interior é feito por bocas, tanto para pedestres quanto para ambulâncias, para garantir que as águas pluviais não atinjam o térreo. A fachada é composta por peças pré-fabricadas de concreto voltadas para dentro ou para fora do edifício, permitindo sua utilização como bancos ou armários (ACRÓPOLE, 1968).

- Como foi a experiência de projetar o INPS Várzea do Carmo?

“ Estávamos em plena Revolução e fomos chamados para fazer o posto. Eles foram ambiciosos, queriam juntar tudo lá. Foi o maior projeto que já fizemos, a planta possui 200 por 50 metros.

Nessa época, já tínhamos a firma que fazia pré-fabricado. Eu fui na Prefeitura, peguei os recuos e delimitamos o retângulo que seria o edifício. O terreno inundava muito, é na várzea do Tamanduateí, tinha até a marca de água das enchentes nas paredes dos vizinhos (...)

Fizemos o prédio com várias alas e iluminação natural pelas claraboias. Na época a empresa SOBRAF já possuía um catálogo das peças pré-fabricadas.

O prédio é estanque por causa das inundações. É como um navio (...)

Moldado in loco fizemos as bocas para marcar o prédio. Apelidamos de “papa-filas” porque era para as pessoas poderem esperar abrigadas. Se chovesse, elas poderiam subir e ficariam abrigadas.

O edifício possui as áreas de serviço e a parte do público. Fizemos no projeto linhas coloridas com epóxi para guiar os pacientes (...), mas eles não executaram.

Não tem elevadores, só rampas. Rampas principais, de emergência e de serviços. Todas suaves para o cadeirantes.

Veja como evoluímos na fachada! Eram peças que podiam ser abertas para fora ou para dentro. Dessa forma possibilitava a colocação de bancos, armários e outros mobiliários em função das necessidades.

Propusemos o paisagismo com coqueiros para quebrar a horizontalidade do prédio. Nós sempre fazíamos isso.

Eram 3 pavimentos com 7000 m² em cada. As caixas d'água eram individuais, assim era mais barato e da rua não dava para ver.

A parte hidráulica vinha junto com o painel. O forro era de alumínio dourado com lã de vidro que melhora o desempenho acústico (...). Chama Luxalon. Tem fácil manutenção.

Eram 17 clínicas, permitindo que todo o sistema de atendimento fosse centralizado em um prédio. Fizemos visitas, clínica por clínica, para saber qual era a necessidade do programa e se precisava aumentar a área. Antes estas estavam em prédios alugados, que não permitiam mudanças para atender melhor às necessidades.” (OLIVEIRA, 2017)

- **Posto INPS Vila Maria Zélia, 1976:**

O projeto de autoria dos arquitetos Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira foi feito em 1976 para o Instituto Nacional da Previdência Social e concluído em 1977, com área de aproximadamente 18.300 m². Este projeto tinha um programa e setorização semelhante ao do INPS Várzea do Carmo, além do emprego da pré-fabricação com componentes de concreto. Neste caso, foi atingido maior racionalização pois não foram usadas vigas moldadas in loco. A obra foi realizada pela construtora ECISA Engenharia Comércio e Indústria SA. e a empresa responsável pelos componentes industrializados é a Otacílio Ribeiro de Lima.

A concepção do edifício foi feita para ser completamente pré-fabricada. A solução encontrada para as vigas da cobertura e paredes é a utilização da mesma peça para realizar as duas funções simultaneamente. Essas peças se repetem no projeto e possuem variações nas aberturas onde foram colocadas as portas e janelas (C&J ARQUITETURA, 1976 apud. MONTENEGRO FILHO, 2012).

- Como foi a experiência de projetar o INPS Vila Maria Zélia?

“Logo depois fomos chamados para fazer o da Vila Maria Zélia. Hoje, é um posto que atende ao bairro.

Era um campo de futebol antes. O terreno era do INPS e em comodato o clube de futebol que usava o local. O terreno tem ruas de todos os lados.

Como já tínhamos estudado sobre as clínicas para o outro posto do INPS, já sabíamos as necessidades que elas iam ter.

Colocamos as clínicas como um baralho, formando um círculo e aí precisávamos resolver os dentes que ficaram. Eu tinha visitado o México, fui em um congresso (...) visitei as pirâmides lá e isso foi importante para pensar nesse projeto. Pegamos as peças do catálogo da firma do Otacílio Ribeiro de Lima e escolhemos uma viga que parecia um trapézio e tinha uma inclinação, como nas pirâmides.

Fomos na firma do Otacílio que era o arquiteto que trabalhava com pré-fabricação. Quando ele viu o projeto, ele chamou todo mundo para ver também e gritou: quem disse que não dá para fazer um prédio redondo com pré-fabricado? Eram vários trapézios.

São 3 prédios e todos com peças da firma do Otacílio Ribeiro de Lima: o posto grande, redondo; e 2 meias luas; mais 300 vagas nas ruas internas. Um prédio tem saída para o subsolo que foi escavado e ia para o miolo, onde também tem o heliponto.” (OLIVEIRA, 2017)

- **Faculdade de Arquitetura e Urbanismo UnG, 1980:**

O projeto de autoria dos arquitetos Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira foi feito em 1980 para a Universidade Guarulhos (UnG). A obra foi realizada pela construtora Weimberger, a empresa responsável pela estrutura pré-fabricada

foi a Cinasa, a fabricação e instalação dos módulos de fibra de vidro foram feitos pela Prefal Ltda (OLIVEIRA, 2017).

- Como foi a experiência de projetar a Faculdade Farias Brito?

“Essa é a joia da coroa! Nós nos colocamos no lugar do Artigas quando fez a FAU, imagina a satisfação dele?

Lá tinha a Igreja, com sino e tudo, atrás tinha um convento e uma Faculdade de Filosofia. O terreno vai descendo até chegar em um brejo (...)

Estávamos dando aulas em salas adaptadas nos prédios antigos e a cantina era lá no pátio das clausuras. A gente ia adaptando as salas, demos aula até no salão de festas do prédio do vizinho.

Em um almoço e perguntaram o que achávamos dessas construções e dissemos que estávamos ocupando horizontalmente (...). E qual era a solução? Na nossa opinião, era vim de baixo para cima. Eles toparam, mas precisava ser bem econômico, então fizemos pré-fabricado.

Nessa época, já tínhamos a grua para montar. Os alunos que estudavam lá viam as máquinas montando toda a estrutura. Era uma aula! Cravaram as estacas. A partir da estaca, as demais peças pré-fabricadas que encaixavam. Os pilares já encaixavam do tamanho do prédio todo e aí vinham as vigas berço. Encaixaram todos os pilares. Vieram as carretas com as vigas berço. Depois vinham as vigas laje com “abinha” e a obra continuava mesmo quando chovia porque eram pré-fabricadas. Na cobertura colocamos a iluminação zenital.

Foi feita a torre de banheiros em concreto aparente ligada ao outro prédio pela escada. A escada é arredondada e moldada in loco. Para fazer as fôrmas arredondadas foram utilizadas chapas de madeirite com furos para passar os torniquetes de ferro que as deixavam envergadas. Esses furos foram mantidos nas peças para que os alunos pudessem ver.

Tínhamos que dar originalidade na fachada e sermos econômicos. Fizemos o quebra sol. Fizemos todos com ângulos de esquadro. Fomos em

vários fabricantes de telha de fibrocimento e eles falaram que não dava porque a peça quebraria. Aí fizemos de fibra de vidro na firma de um ex-aluno. Ele disse que a peça era ideal para desencaixar do molde porque era cônica. E ele fez um protótipo. E o perigo do fogo? Ele tinha uma solução com resina antichamas e me mostrou no protótipo.

O cliente disse que ia estourar o orçamento, aí falamos que o seguro caía para a metade e ele falou: pode fazer! Ficou sendo até hoje o logotipo da UnG (Universidade de Guarulhos, antiga Faculdade Farias Brito). Essas peças de fibra de vidro tem 10% de transparência, elas protegem do Sol e deixam a iluminação natural entrar.

Nós convidamos outros professores da escola para fazerem os projetos de instalações de elétrica e hidráulica. O projeto de elétrica foi feito pelo professor Elia Cury. Ele fez um sistema que os professores recebiam uma caixinha de alumínio com o projetor de slides e eles injetavam isso na parede para acender a luz. Desse jeito, não tinha como ninguém deixar a luz acesa na sala de aula que não estivesse sendo usada. O projeto de hidráulica foi feito pelo professor Adolfo Coihem. Os banheiros estavam na torre de concreto aparente, a cuba também era de concreto e pintada por dentro de branco com tinta epóxi. No feminino tinha um plano na parede para as moças deixarem suas maquiagens. As instalações hidráulicas foram projetadas para serem todas aparentes e isso era uma verdadeira aula para os alunos!

Terminamos no prazo e o cliente ficou feliz. Ele quis outro prédio só que disse que dessa vez sem ser pré-fabricado. Aí ele mexeu conosco! Fizemos protendido!

O outro prédio tem o mesmo quebra sol que funciona como brise vertical e horizontal. Em cada fachada as peças ficam em uma posição, dependendo da incidência do Sol.” (OLIVEIRA, 2017)

- **Cemitério Vila Paulicéia, 1969:**

A proposta dos arquitetos Eduardo Kneese de Mello e Sidney de Oliveira foi feita em 1969 para um cemitério na Vila Paulicéia em São Bernardo do Campo. O emprego da pré-fabricação neste caso seria uma solução com baixo custo para um problema social. O prédio da administração foi uma exceção, proposto com técnica construtiva convencional. Os componentes pré-fabricados de canalização foram propostos para serem utilizados repetidamente no cemitério devido ao custo reduzido e às características adequadas para essa finalidade. (ACRÓPOLE, 1969)

- Como foi a experiência de projetar o Cemitério Vila Paulicéia?

“Fomos convidados em São Bernardo do Campo. Nunca me esqueço: um terreno maravilhoso!

No filé mignon do terreno fica o cemitério. Aquilo é lugar para gente morar e ficou para os mortos. Já que não iam cremar, que tal fazer com tubos pré-fabricados?

A ideia era essa: um tubo para pôr o caixão dentro e o acabamento final pensamos uma grade de alumínio vazada, pintada de preto que dava para colocar o nome do morto lá. Eu queria usar o tubo mesmo e a empilhadeira colocava o caixão lá dentro.

O ossário fizemos protegido com espelho d’água. Quem for usar atravessa o espelho d’água e está lá.

Não foi fácil de aprovar. Tivemos que ir lá na engenharia sanitária e escrever que antigamente enterravam nas criptas da Igreja e nos muros dos conventos. Conseguimos tirar o muro e colocar o alambrado.” (OLIVEIRA, 2017)

Referências:

ACRÓPOLE. São Paulo, nº 303, 1964. Disponível em:

<http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/303> . Acesso em: 1 out. 2017.

_____. São Paulo, nº 349, 1968. Disponível em:

<http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/349> . Acesso em: 30 set.. 2017.

_____. São Paulo, nº 365, 1969. Disponível em:

<http://www.acropole.fau.usp.br/edicao/365> . Acesso em: 8 out. 2017.

MONTENEGRO FILHO, Roberto Alves de Lima. *Pré-fabricação na trajetória de Eduardo Kneese de Mello*. Tese (Doutorado em História e Fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

Apêndice B:

Entrevista com a Engenheira Civil Íria Lícia Oliva Doniak, Presidente Executiva da Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), realizada em 6 de outubro de 2017 as 15h30 no endereço da Associação em São Paulo:

- Quais são as maiores dificuldades para a disseminação do pré-fabricado no Brasil?

“Existem alguns desafios a serem vencidos. Além de um maior acultramento nas escolas de engenharia e arquitetura, nosso principal desafio tem origem no sistema tributário do país. Na utilização das estruturas pré-fabricadas de concreto, incide o ICMS (Circulação de Mercadorias e Sobre Prestação de Serviços) porque é um produto industrializado. O mesmo não ocorre no concreto usinado por exemplo, pois é considerado como uma prestação de serviços. Isto faz com que se perca a competitividade em alguns casos, mesmo sendo uma obra mais rápida e com menos desperdício. Só no Brasil existe essa diferença de imposto. No nosso país faltam Políticas Públicas de incentivo a industrialização da Construção Civil. A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), junto com a ABCIC, o Instituto Aço Brasil (IABr) e a Associação Drywall (Gesso acartonado), desenvolveram juntamente com a FGV (Fundação Getúlio Vargas), dentro do Programa de Inovação Tecnológica o estudo *Tributação, Industrialização e Inovação Tecnológica na Construção Civil*, publicado em 2013, que mostra essa diferença tributária entre os sistemas construtivos moldados “in loco” e os industrializados.

Há casos em que a empresa produtora monta uma indústria dentro do canteiro de obras para produzir as peças em vez de trazê-las da indústria já

existente, mesmo se esta for próxima do canteiro. São as mesmas peças, com os mesmos padrões e o mesmo controle de qualidade. Isso ocorre porque o imposto incidente é menor quando as peças são feitas no canteiro do que quando são trazidas de uma indústria, ou seja é uma distorção tributária.” (DONIAK, 2017)

- Como ocorre essa falta de incentivo político para a industrialização da construção civil?

“Há uma ausência de políticas públicas visando o incentivo da industrialização. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), trouxe tecnologia para o campo e com isso aumentou a produtividade. A melhoria da eficiência no campo provocou uma evasão do campo para a cidade e havia um entendimento de que esta mão de obra deveria ser empregada na construção civil. Mais recentemente nos últimos anos com as demandas pelos eventos esportivos e habitacionais o governo começou a cobrar mais produtividade na construção civil porém não havia uma base sólida para tal. É uma pena que toda a eficiência que o Brasil ganhou no campo, hoje perde em logística pois nos falta infraestrutura de rodovias, portos e uma infraestrutura compatível para escoamento dos grãos. A uma expectativa de que os critério impostos pela norma de desempenho, sustentabilidade, ciclo de vida entre outros comecem a reverter este quadro.” (DONIAK, 2017)

- No Brasil, por que o uso residencial é o que menos utiliza a pré-fabricação, mesmo com o elevado déficit habitacional do país?

“Os valores praticados pelos programas de construção de Habitação de Interesse Social (HIS) não possuem praticamente nenhuma margem, e é difícil viabilizar o pré-fabricado com a incidência do ICMS sobre ele. O estudo da FGV demonstra claramente estas diferenças.

Para outros usos, como shoppings centers, centros de distribuição, hipermercados, escolas, a utilização da pré-fabricação é frequente. Os administradores desses empreendimentos comparam o tempo de execução e, mesmo com a diferença tributária, vale a pena pelo retorno ser mais rápido, usualmente 50% do tempo se fossem realizados com sistemas convencionais. E tempo é dinheiro.

Já por exemplo, outras obras de interesse social como as escolas por exemplo a FDE (fundação de Desenvolvimento das Escolas SP) e a Riourbe, prefeitura do Rio de Janeiro tem dotado o sistema em pré-fabricados de concreto por diversas razões como uma melhor arquitetura e aproveitamento dos espaços das salas de aula com vigas e lajes pré-moldadas de concreto protendido. A medição é clara para o órgão público não gerando aditivos contratuais por medição ou desperdício de materiais, além do prazo e qualidade final dos empreendimentos.

As indústrias produzem mais soluções (pois entregam a estrutura ou a fachada montada para o cliente), para os segmentos comerciais e de infraestrutura porque é mais fácil de viabilizar e isso ainda faz com que o mercado entenda que não existem soluções para os edifícios habitacionais o que não é verdade.

Em concursos para HIS percebemos, tanto no edital quanto nas propostas, que os arquitetos pensam na pré-fabricação por conta de todas as suas facilidades. A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), por exemplo, nos editais solicita técnicas construtivas inovadoras. Nos projetos participantes, há coordenação modular. Apresentam-se ideias que visam à industrialização. Mas muitas vezes a execução na prática invariavelmente acaba sendo realizada com sistemas tradicionais por outras razões como as referências existentes no órgão licitatório, os sistemas de medição entre outros. Por esta razão junto com a ABDI (Agência Nacional de Desenvolvimento Industrial) estamos produzindo os manuais da Construção Industrializada, o volume I já publicado e disponibilizado no site da própria ABDI e das entidades que integram o grupo de trabalho e também já estamos em produção do volume II, desmistificando e aculturando tanto a iniciativa pública como a privada em relação as barreiras que ainda existem, muitas vezes por falta de conhecimento dos sistemas industrializados.” (DONIAK, 2017)

- O transporte das peças pré-fabricadas até o canteiro de obras, geralmente feito por rodovias, pode ser um problema para a viabilização do sistema construtivo?

“Em alguns casos pode, especialmente obras de infraestrutura como pontes e viadutos. No geral obras residenciais e escolas por exemplo, além dos segmentos já consagrados de uso do sistema construtivo a proximidade dos centros urbanos de maneira geral atrai a indústria reduzindo significativamente as distâncias e facilitando os acessos.” (DONIAK, 2017/0

- Existe alguma patologia recorrente nos sistemas construtivos pré-fabricados de concreto para a habitação que essas empresas utilizadas como estudo de caso desenvolveram?

“A Caixa Econômica Federal é o nosso ‘termômetro’ para isso porque é o órgão que recebe as solicitações de manutenção ou reclamações dos usuários. Para os Sistemas Construtivos produzidos na indústria não tenho conhecimento de registro de reclamações. Os sistemas construtivos pré-fabricados de concreto, por terem sido considerados inovadores pelo SINAT (Sistema Nacional de Avaliações Técnicas) possuem DATec (Documento de Avaliação Técnica), inclusive documentos públicos que podem ser acessados no site do PBQP-h, eles foram avaliados por instituições técnicas, denominadas ITA (Instituição técnica de Avaliação), como por exemplo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Instituto Falcão Bauer, comprovando o atendimento dos requisitos da Norma de Desempenho.” (DONIAK, 2017)

Apêndice C:

Estudo de caso da Empresa A

Dados secundários:

- Empresa na capital do Estado de São Paulo, começou a fazer projetos com pré-fabricação em 2010 (IPT, 2014).
- A Documentação de Avaliação Técnica (DATec) do sistema construtivo desenvolvido pela empresa foi emitido em 2014 pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT) e foi certificado com o selo de qualidade ISO 9001 (IPT, 2014).
- Os painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado para paredes são os elementos inovadores do sistema construtivo desenvolvido e podem ser empregados em edificações habitacionais de até 5 pavimentos (IPT, 2014).
- As juntas entre os painéis, lajes e esquadrias são considerados como objetos que devem ser monitorados ao longo do tempo pela empresa (IPT, 2014).
- As paredes e lajes do sistema construtivo são estruturais (IPT, 2014).
- O concreto utilizado nos painéis estruturais tem massa específica aproximada de 2.200kg/m^3 e resistência característica a compressão de 40 MPa aos 28 dias, com adição de fibra de polipropileno (IPT, 2014).

- O concreto utilizado nas lajes pré-moldadas possui resistência de 25 MPa. A armadura utilizada nos painéis estruturais nervurados é composta por uma tela galvanizada de malha de 10 cm x 10 cm e fios com 2,76 mm de diâmetro com camada de zinco. As nervuras internas do painel e o quadro externo são armados com treliças de altura de 100 mm produzidas sob encomenda para este sistema construtivo (IPT, 2014).
- Os painéis entre as unidades são maciços e possuem 140 mm de espessura. Os painéis estruturais nervurados pré-fabricados de concreto armado também tem espessura de 140 mm em todas as paredes, tanto externas, quanto internas. Eles são constituídos por 2 placas de 35 mm, afastadas de 70 mm. A altura dos painéis pode variar de acordo com o pé-direito projetado e a seu comprimento também, podendo chegar até no máximo 4,0 m (IPT, 2014).
- Os painéis são executados em 2 etapas e posteriormente as duas placas são ligadas com a penetração do fio do banzo da treliça (IPT, 2014).
- Os painéis que foram produzidos na horizontal são içados, transportados e estocados (IPT, 2014).
- A fundação pode ser feita com vigas baldrame ou radier, dependendo da situação onde o sistema construtivo vai ser utilizado. É necessário que as paredes sejam apoiadas continuamente na fundação. No estudo de caso, foram utilizadas estacas hélice e blocos de fundação (IPT, 2014).
- Nos demais pavimentos, os painéis são apoiados nas lajes pré-moldadas de concreto armado com aplicação de graute na ligação entre as peças antes da montagem do pavimento superior (IPT, 2014).

- As ligações entre os painéis de parede podem ser feitas em 90°, de topo ou em “T”. Todas são feitas com 9 cabos de aço com diâmetro de 3mm cada . As barras de aço verticais que ligam os painéis estão na altura completa do edifício e grauteadas para serem monolíticas (IPT, 2014).
- O revestimento externo dos painéis é feito com textura acrílica, nas juntas há aplicação de uma emulsão acrílica e tela de poliéster para reforçar. As paredes internas da cozinha, banheiro e área de serviço são revestidas com placas cerâmicas aplicadas com argamassa diretamente nos painéis, nas demais é aplicada uma pintura acrílica. As esquadrias são parafusadas nos painéis. Quando o painel é fabricado, são colocadas treliças para reforçar o contorno de onde será introduzida a esquadria, nessa interface é aplicado um selante (IPT, 2014).
- O sistema elétrico é embutido nos painéis que não podem ser rasgados para a realização de alterações. Caso o usuário tenha essa necessidade, os novos fios e caixas devem ser instalados por fora do painel (IPT, 2014).
- O sistema hidráulico é embutido no forro de gesso, o que facilita a sua manutenção. As tubulações da pia, lavatório e tanque são embutidos em um enchimento de argamassa posicionado sobre os painéis; os ramais do tanque e lavatório são aparentes e o da pia é embutido em um enchimento embaixo da bancada; e os tubos de queda de esgoto estão dentro de shafts (IPT, 2014).

Referência:

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). *DATec n° 24: Painéis nervurados pré-fabricados de concreto armado para paredes - Empresa A. Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (SiNAT), Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). São Paulo, 2014.*

Entrevista concedida por engenheiro profissional da Empresa A por correio eletrônico em 29 de novembro de 2017:

- 1) Em que ano a Empresa A começou a fazer projetos de habitação com pré-fabricação? Quando ficaram prontos?**

A Empresa A iniciou os projetos com pré-fabricados em 2010.

O primeiro ficou pronto em 2014 e o segundo ficou pronto em 2016.

- 2) Quanto tempo demorou para executar 1 bloco do Estudo de caso? Qual a previsão de tempo para executar os do novo conjunto que serão de alvenaria estrutural?**

Bloco tipo A foi executado em 35 dias e o Bloco tipo B em 70 dias. A previsão para a montagem de um bloco do novo conjunto em alvenaria será 40 dias, porém, com o dobro de funcionários.

- 3) A empresa tem ideia de expandir para outros estados do Brasil?**

Sim.

- 4) Todos estão localizados em SP. Qual a distância máxima viável financeiramente entre o empreendimento e a fábrica?**

A distância máxima viável seria até 300 km.

- 5) Qual a maior dificuldade encontrada no projeto e na construção desses empreendimentos?**

Mão de obra especializada para a montagem dos prédios.

6) Como é feito e quanto tempo demora o treinamento da mão-de-obra?

É feito pela própria empresa (Engenheiros e pessoas que já possuem experiência). O tempo é aproximadamente 30 dias para o colaborador ter um bom desempenho.

7) As guias e guindastes utilizados são específicos?

Não, são equipamentos comuns encontrados no mercado.

8) Sobre o nível de industrialização do empreendimento. Quais são os processos artesanais: O acabamento é artesanal? E as instalações? E as esquadrias?

Fabricação e acabamentos = Artesanal

Instalações, acabamentos e esquadrias = Sistema convencional

9) Qual o número mínimo viável de repetição das peças? Em todos os empreendimentos são utilizadas as mesmas peças ou existem peças especiais?

Nos tipos de projetos feitos até hoje, o número viável foi até 2 repetições, ou seja, em 2 apartamentos tínhamos 2 tipos de peças, sendo um para cada, pois eram espelhados.

A repetição das peças vai depender do projeto, caso mude o projeto, serão outras peças, e se manter o mesmo, será sempre as mesmas peças.

10) Como são feitas as coberturas e fundações?

Cobertura = Manta asfáltica

Fundação = Estaca hélice e blocos de fundação

11) Qual o vão máximo das lajes? Qual a altura de piso- a- piso?

O vão máximo usado até hoje foi de 4,80m. A altura do pé direito é de 2,60m

12) Como é feita a impermeabilização dos banheiros e fachadas?

Banheiro = Argamassa com impermeabilizante e depois um impermeabilizante líquido.

Fachada = Pintura acrílica.

13) Quais são os acabamentos utilizados para o piso e revestimento externo?

Se for no caso de sacadas, é o mesmo para os banheiros.

14) Como a ABNT NBR 15.575 Norma de desempenho impactou no projeto para o conforto?

15) A localização das janelas leva em consideração a insolação de cada terreno ou deve manter um mesmo padrão em todos os empreendimentos?

Vai depender do terreno.

16) Quais foram as principais referências para o projeto?

Uma obra limpa, rápida e econômica.

17) Nos empreendimentos já prontos foi encontrada alguma patologia recorrente? Ou defeito na junção das peças?

A patologia encontrada foi na junção das peças externas, pois se não for bem impermeabilizada, com a chuva ela umedece internamente o apartamento.

Apêndice D:

Estudo de caso da Empresa B

Dados secundários:

- Empresa no Estado de Minas Gerais.
- A Documentação de Avaliação Técnica (DATec) do sistema construtivo desenvolvido pela empresa foi emitido em 2017 pelo Instituto Falcão Bauer (IFB).
- Elementos inovadores: os painéis pré-fabricados mistos compostos por blocos cerâmicos e nervuras de concreto armado e suas interfaces entre painéis e a estrutura de concreto armado pré-fabricada composta por pilares, vigas e lajes (IFB, 2017).
- Elementos convencionais: fundações, estrutura pré-fabricada de concreto armado, sistema de cobertura, instalações hidráulica e elétrica (IFB, 2017).
- Sistema construtivo utilizado em edifícios habitacionais de até 16 pavimentos (IFB, 2017).
- As juntas entre os painéis e a estrutura de concreto devem ser monitorados ao longo do tempo pela empresa (IFB, 2017).
- Os painéis não são estruturais (IFB, 2017).

- o concreto empregado nas nervuras e na camada superior dos painéis pré-fabricados mistos tem a resistência característica a compressão (f_{ck}) igual a 25MPa (classe C25). A resistência mínima a compressão do concreto, especificada para a desenforma após 16h da concretagem, é de 15MPa (IFB, 2017).
- Os blocos cerâmicos utilizados nos painéis são de oito furos com dimensões de (115x190x290)mm e (90x190x290)mm (IFB, 2017).
- Os painéis são executados em etapas: preparação das fôrmas metálicas, posicionamento das armaduras, posicionamento dos blocos cerâmicos, instalação de eletrodutos, concretagem das nervuras e camada superior dos painéis, desenforma e manuseio, carregamento e transporte (IFB, 2017).
- Etapas de execução na obra: montagem dos pilares da estrutura; montagem dos painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, montagem das vigas e lajes da estrutura, tratamento das juntas de fachada, acabamento (IFB, 2017).
- Interface entre painel pré-fabricado misto e o pilar pré-fabricado: os pilares de fachada possuem anteparo para o assentamento vertical do painel ao pilar (IFB, 2017).
- Interface entre a borda superior do painel pré-fabricado misto e a face inferior da viga pré-fabricada: As vigas, pré-fabricadas em concreto protendido, são apoiadas sobre três placas de poliestireno (EPS) na face superior dos painéis (IFB, 2017).

- Interface da face inferior do painel com a laje: aplicação de argamassa industrializada para assentamento e revestimento, além do tratamento com tela poliéster (IFB, 2017).
- O sistema elétrico é embutido nos painéis. Os eletrodutos são posicionados dentro do furo dos blocos cerâmicos (IFB, 2017).
- O sistema hidráulico é embutido no forro de gesso, localizada em shafts (IFB, 2017).

Referência:

INSTITUTO FALCÃO BAUER (IFB). *DATec nº 12 C: Painéis pré-fabricados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos - Empresa B. Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (SiNAT), Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)*. São Paulo, 2017.

Entrevista com o Coordenador da Qualidade e Assistência Técnica da Empresa B em 20 de setembro 2017 por correio eletrônico:

- 1) Os empreendimentos da Empresa B construídos com estrutura de concreto pré-fabricado são feitos só para o Programa Minha Casa Minha Vida? A Empresa B não faz também para o mercado imobiliário?**

MCMC é do mercado imobiliário, no entanto a Precon não faz para outro foco de renda do mercado imobiliário. Focamos nos programas MCMV faixa 1,5 e 3.

- 2) No site da empresa constam 40 empreendimentos em MG construídos com estrutura de concreto pré-fabricado. Existe algum outro que não esteja no site?**

Não. Todos no site.

- 3) A empresa tem ideia de expandir para outros estados do Brasil?**

Sim, já estudamos uma fábrica no nordeste do país no entanto inviabilizou. Agora estamos estudando uma linha de produção em SP, mas nada certo.

- 4) Todos estão localizados em MG. Qual a distância máxima viável financeiramente entre o empreendimento e a fábrica?**

Raio de 300 km. Este raio pode aumentar dependendo do valor de venda do imóvel da região onde iremos atuar. Exemplo disto, são terrenos em Juiz de Fora – MG que já estamos lançando imóveis e que foge do raio de 300 km de nossa fábrica.

- 5) Existiu alguma dificuldade relacionada ao transporte das peças e a largura das ruas por onde os caminhões passam?**

Sim, sempre antes de comprar um terreno, a equipe de aquisição de terrenos, avalia se as carretas passam nas ruas. Fazemos um teste real com uma carreta vazia para comprovarmos.

6) Qual a maior dificuldade encontrada no projeto e na construção desses empreendimentos?

Como fazemos um único apartamento, ou seja, o mesmo em todas as regiões, a maior dificuldade foi lançar um modelo de apartamento que atendesse a todas as legislações de todas as prefeituras que atuamos ao mesmo tempo. (Pé direito, área permeável, área útil, elevadores, etc;)

7) Como é feito e quanto tempo demora o treinamento da mão-de-obra?

O treinamento é feito antes do funcionário ir para linha de produção e demora em torno de 01 dia desde integração, segurança e qualidade onde os processos executivos são executados. Diariamente, são feitas auditorias in loco para verificação da eficácia destes treinamentos. **Os trabalhadores são os mesmos nas diversas obras?** Sim, temos diversas equipes de montagem que são itinerantes. Montamos o prédio e vamos para próxima obra.

8) As guias e guindastes utilizadas são específicas?

Não. As guias são terceirizadas, apenas antes de contratá-las, analisamos criticamente itens de segurança e logística do canteiro afim de contratar o melhor equipamento. Cada obra exige uma guia.

9) Sobre o nível de industrialização do empreendimento. Quais são os processos artesanais? O acabamento é artesanal? E as instalações? E as esquadrias?

Artesanal, temos: Execução de gesso, pintura externa (fachada), portas, piso laminado.
Industrializado: Instalações utilizamos o chicote elétrico (utilizado nas indústrias automobilísticas, e para hidráulica, utilizamos o PEX.
Esquadrias, todas vem já instaladas nos painéis. Pintura interna, utilizamos a máquina airless e assentamento de cerâmica estamos testando o assentamento na fábrica, ou seja, não teremos pedreiro de assentamento de cerâmica na obra.

10) Qual o número mínimo viável de repetição das peças? Em todos os empreendimentos são utilizadas as mesmas peças ou existem peças especiais?

Não existe mínimo, existe na compra do terreno uma metragem mínima de 3000 metros para compra do mesmo. Só assim, conseguimos viabilizar uma obra. Não, todas peças são produzidas em larga escala podendo ser utilizada em qualquer obra.

11) Como são feitas as coberturas e fundações?

Cobertura: Telhado em telhas de fibrocimento e engradamento metálico escondidos por uma platibanda pré-fabricada;
Fundação: Depende do terreno; No entanto, a fundação rasa (cintas e blocos) são todas pré-fabricadas.

12) Nos banheiros e cozinha tem forro de gesso para cobrir as tubulações? Sim.

13) Qual o vão máximo das lajes? 4,10 metros

Qual a altura de piso- a- piso? 2,70

E o pé direito? 2,60

14) Como é feita a impermeabilização dos banheiros e fachadas?

Conforme DATec

15) Quais são os acabamentos utilizados para o piso e revestimento externo?

Asfalto, melhor custo benefício.

16) Como a ABNT NBR 15.575 Norma de desempenho impactou no projeto para o conforto?

Quando lançamos o sistema construtivo da empresa, por ser um produto inovador, tivemos que testar todo desempenho da edificação, portanto não houve impacto. Lembrando que para realizar os ensaios o custo é alto, podendo chegar a 7% do custo do orçamento da edificação.

17) A localização das janelas leva em consideração a insolação de cada terreno ou deve manter um mesmo padrão em todos os empreendimentos?

Não, durante a execução do projeto a arquitetura estuda qual melhor situação para posição dos blocos.

18) Quais foram as principais referências para o projeto da do sistema construtivo desenvolvido?

A empresa tem mais de 50 anos de mercado, portanto internamente foi implantado um departamento que desenvolveu testes durante 20 anos até chegar no que temos hoje.

19) Nos empreendimento já prontos foi encontrada alguma patologia recorrente? Não. Ou defeito na junção das peças? Não.

20) A Empresa B fornece um Manual do Proprietário?

Sim, é norma da ABNT e a construtora é obrigada a fornecer manual do proprietário para áreas internas e externas de todos empreendimentos.

Apêndice E:

Entrevista com o Prof. Martin Paul Schwark da empresa Kronan, realizada em 10 de novembro de 2017 as 10h00 em Itupeva, SP:

- Como é o sistema construtivo da Kronan?

A tecnologia é finlandesa, da Elematic. Os equipamentos são importados de lá. Os painéis da Kronan são produzidos na horizontal. Quando a produção é feita na vertical existem 2 faces de fôrma, dificultando a execução de peças maiores. As fôrmas da Kronan têm dimensões adaptáveis, dessa maneira é possível produzir painéis maiores e atender a diversos usos e padrões, inclusive à arquitetura universal que proporciona maior flexibilidade do espaço interno. A tecnologia da Kronan permite que sejam executados prédios de até 40 andares e de todos os padrões. Essa flexibilidade torna a obra mais sustentável, pois faz com que ela sobreviva as mudanças de necessidades dos usuários ao longo do tempo. É importante considerar o ciclo de vida da obra quando se trata de sustentabilidade, a etapa da construção é apenas uma parcela do que deve ser levado em conta.

Em Americana, há uma outra empresa que também fabrica painéis estruturais de concreto de grandes dimensões, mas os painéis são duplos. Os painéis produzidos pela Kronan são paredes maciças. Para o clima do sudeste brasileiro, a inércia térmica do concreto já é o suficiente para solucionar o conforto de uma construção. Quando a construção de habitação de interesse social não leva em consideração a habitabilidade, a política habitacional torna-se uma obra eleitoreira.

A Casa Aqua de 2016 do arquiteto Rodrigo Loeb foi construída com o sistema construtivo Kronan. Nesse caso, a estrutura era inteiramente desmontável. Normalmente não é feito assim, porque é mais caro.

No website da Peikko estão disponíveis online os detalhes construtivos semelhantes aos que utilizamos na Kronan. Esse ano foi estabelecida a Norma Técnica para painéis de concreto estruturais sob coordenação do Eng. Augusto Pedreira de Freitas.

No Iraque estão sendo construídas aproximadamente 80 unidades habitacionais por dia no deserto com a mesma tecnologia finlandesa que é utilizada na Kronan. Chama-se Iraq BNCP Project.” (SCHWARK, 2017)

- Como é feito o projeto?

“Para viabilizar que se use o sistema construtivo pré-fabricado, é necessário o uso da tecnologia de softwares BIM. Os projetos de arquitetura chegam em Revit e o detalhamento do projeto estrutural é desenvolvido no Tekla. No exemplo de uma casa projetada com Revit e Tekla já eliminamos aproximadamente 170 interferências que poderiam existir caso fosse feito em outro tipo de software, por exemplo: encontro de paredes, de ferro com conduítes etc. Conforme a tecnologia se desenvolve, a pré-fabricação vai se tornando mais viável. Na Kronan, vamos começar a executar os vazios nas peças com o auxílio de impressora 3D.

É necessário que se pense em tudo antes de começar a execução, se não torna-se inviável. Os guindastes que utilizamos nas obras, por exemplo, são caros, aproximadamente 300 reais por hora, ou seja, não podemos deixar que eles fiquem parados.” (SCHWARK, 2017)

- Como são feitas a instalações de elétrica e hidráulica?

“As instalações elétricas são embutidas no painel. A hidráulica normalmente recomenda-se que seja colocada no drywall das divisórias internas, mas também podem ser feitas nas armações que podem ser rasgadas, ou no sistema Pex, prevendo nos painéis de concreto os dutos secos para as tubulações hidráulicas.” (SCHWARK, 2017)

- Como é feito o treinamento da mão de obra?

“Pode demorar aproximadamente 1 semana. O que acontece é que dentro do grupo dos trabalhadores mantemos 80% que já sabem a técnica e conseguem auxiliar os demais.” (SCHWARK, 2017)

- A empresa tem ideia de expandir?

“Aqui em Itupeva nós temos espaço para 12 fôrmas, mas estamos trabalhando com 6. Tudo que utilizamos aqui pode ser retirado. Aqui trabalhamos com aproximadamente 40% abaixo da eficiência da Finlândia. Estamos estudando outras possibilidades de fábrica. É melhor estabelecer diversas fábricas menores do que 1 muito grande.” (SCHWARK, 2017)

- Qual é o raio de distância viável entre a obra e a fábrica?

“Em 80% dos casos a distância é de aproximadamente 100 km, esporadicamente trabalhamos com distâncias maiores como 300 km. Não é só a distância que interfere na viabilidade, temos que pensar no alojamento dos trabalhadores também. As peças tem que ter no máximo 10 m para serem transportadas. No Brasil existe um exemplar de uma carreta chamada Concrete Loader Redbox que a Kronan alugou para transportar as peças, porque é constituída por pontas de eixo, o que a torna mais adequada para o transporte. Existem outras carretas semelhantes a essa no Brasil para o transporte de vidros.” (SCHWARK, 2017)