

13º Seminário

do_co_mo_mo_
brasil

Salvador – BA
7 a 10 de outubro de 2019



PREFABRICAÇÃO EM ARQUITETURA: Experiências de edifícios como produtos industriais no Brasil e na Holanda - João Filgueiras Lima (Lelé) e Indústrias Schokbeton

Eixo Temático: O Modernismo como cultura

Ceila Cardoso

Pós-Doutorado BKCity - TUDelft, Professor Adjunto FAUFBA
E-mail: ceila.cardoso@ufba.br

Willem J. Quist

PHD, Professor Assistente e Coordenador do Departamento Patrimônio & Arquitetura da Faculdade de Arquitetura e Ambiente Construído BKCity - TUDelft / Coordenador do DOCOMOMO Holanda
E-mail: w.j.quist@tudelft.nl

Resumo:

Este artigo apresenta algumas experiências em tecnologia da pré-fabricação em arquitetura, com exemplos no Brasil, na obra de João Filgueiras Lima (Lelé) e a partir dos Países Baixos, ou Holanda, para outros países, com as Indústrias Schokbeton. Numa visão panorâmica, mostraremos as características e semelhanças entre estas experiências construtivas e técnicas, distinguindo as suas particularidades culturais e históricas, suas fábricas, processos de produção, materiais, tipologias e elementos. A elegante austeridade, simplicidade rebuscada, estética minimalista e construção eficiente, aspectos importantes para o entendimento da Cultura Modernista, aqui serão associadas à pré-fabricação em arquitetura, que tem como objetivo atender a questões como qualidade, tempo, funcionalidade e custos. Ainda que em realidades tão díspares quanto o Brasil e a Holanda, tais questões são dignas de atenção em qualquer tempo. Uma vez que a preservação do Patrimônio Moderno em Arquitetura tem cada vez mais se revelado como uma questão de intervenção, a busca por uma maior compreensão da significação cultural dos diferentes processos e experiências contribui para melhor e mais conscienciosamente valorar, conservar e adaptar os remanescentes destes edifícios a usos compatíveis. Este artigo apresenta experiências em pré-fabricação em concreto e argamassa armada que, pela sua característica de transitoriedade, têm se revelado em enorme risco enquanto patrimônio a ser preservado. O reuso adaptativo do patrimônio modernista e industrial na Holanda constitui alternativa para a sua preservação além de importante referência para iniciativas brasileiras de mesmo cunho.

Palavras-chave: Modernismo, Conservação, Pré-fabricação, Lelé, Schokbeton.

Abstract:

This article presents some experiences with pre-fabrication technology in architecture, with examples in Brazil, in the work of João Filgueiras Lima (Lelé) and from the Netherlands to other countries, with the Schokbeton Industries. In a panoramic view, we will show the characteristics and similarities between these constructive experiences and techniques, distinguishing their cultural and historical particularities, their factories, production processes, materials, typologies, and elements. Elegant austerity, a refined simplicity, minimalist aesthetics, and efficient construction, important aspects for the understanding of Modernist Culture, will be associated here with the prefabrication in architecture that has as objective to attend to questions such as quality, time, functionality and costs. Although in realities as disparate as Brazil and the Netherlands, such issues are worthy of attention at any time. Since the preservation of the Modern Heritage in Architecture has increasingly revealed itself as a question of intervention, the search for a greater understanding of the cultural significance of the different processes and experiences

13º Seminário
do_c_o_m_o_m_o_
brasil

Salvador – BA
7 a 10 de outubro de 2019



contributes to better and more conscientiously valuing, conserving and adapting the remnants of these buildings to compatible uses. This article presents experiences in prefabrication in concrete and armed mortar that, due to their characteristic of transitoriness, have been revealed in enormous risk as patrimony to be preserved. The adaptive reuse of the modernist and industrial patrimony in the Netherlands is an alternative for its preservation as well as an important reference for Brazilian initiatives of the same kind.

Keywords: Modernism, Conservation, Prefabrication, Lelé, Schokbeton.



PREFABRICAÇÃO EM ARQUITETURA: Experiências de edifícios como produtos industriais no Brasil e na Holanda - João Filgueiras Lima (Lelé) e Indústrias Schokbeton Industries.

Introdução

A maior parte do patrimônio edificado atual é relativamente jovem. Nos concentremos principalmente no legado do século XX - que forma a maior parte do estoque atual de edifícios. A natureza desta herança jovem é diferente da natureza dos monumentos "tradicionais" que datam de antes de 1850. A herança jovem é caracterizada por um grande número de padrões repetitivos e em série (idêntica)¹. (MEURS, 2016, p. 17)

O concreto e a argamassa armada foram usados em elementos pré-fabricados quase desde a invenção do concreto armado moderno no século XIX, mas especialmente a partir do início do século XX.

Dentre as várias manifestações e expressões do Movimento Moderno em Arquitetura destacam-se como de grande valor as que relacionam forma, função, material, economia e tempo. A pré-fabricação em Arquitetura reúne estes valores como imprescindíveis na sua elaboração, acrescentando-se a eles dois outros: a mais fácil substituição de elementos deteriorados e a possibilidade de futuras adaptações para atender a mudanças funcionais. (DE JONGE, 2017. p. 18).

Em se tratando de pré-fabricação, a questão econômica é sobremaneira importante, uma vez que a necessidade de construir mais e em menor tempo lhe é marca característica. A repetição de elementos relacionada ao Movimento Moderno em Arquitetura, mais especialmente relativo à pré-fabricação, é ponto de partida para a criação dos diferentes sistemas e um dos fatores que possibilita o mais baixo custo final da produção dos edifícios. São pilares, vigas, elementos de piso, vedação, cobertura, escadas e caixilhos que se repetem e se encaixam, admitindo variações a partir do padrão adotado.

Ambos Schokbeton e Lelé fizeram uso da pré-fabricação leve, média e pesada, tendo maior interesse neste artigo a pré-fabricação em usina, ou seja, a fabricação industrial em detrimento da pré-fabricação in situ. Isto porque os elementos produzidos em fábrica presumivelmente alcançam maior precisão e controle tecnológico mais rigoroso, resultando em maior qualidade. O controle da qualidade dos elementos produzidos, em ambos os casos eram realizados com frequência e as amostras para realização de testes laboratoriais eram coletadas diariamente ou em mesmo número que cada leva de concreto ou argamassa produzido.

Tanto na produção de Lelé, quanto na produção da Schokbeton, a agilidade do processo produtivo, a economia de recursos e a rapidez de montagem buscavam resolver demandas coletivas e produção em larga escala. A partir desta premissa foram produzidos ou propostos, em ambos os exemplos mencionados, peças de infraestrutura e mobiliário urbano, edifícios de escritórios, edifícios institucionais e administrativos, escolas, hospitais, habitações coletivas e edifícios industriais.

Às características comuns, como diminuição do tempo de trabalho, barateamento da construção, reprodutibilidade e controle de qualidade, são acrescentadas, em cada caso, às particularidades históricas, políticas, geográficas e culturais. Entre elas estão: o uso do pré-

¹ Tradução dos autores.



fabricado em substituição à matéria-prima em escassez (como no surgimento da Schokbeton na Holanda), a necessidade urgente de reconstruir (como a situação holandesa após a segunda guerra), ou de construir rapidamente, (como é o caso da construção de Brasília, a moderna capital brasileira), ou ainda o atendimento a outras importantes demandas populacionais e coletivas (como a exemplo da fábrica de cidades, a fábrica de escolas e a fábrica de hospitais implantadas por Lelé em Salvador).

N.V. Schokbeton

Embora seja comum a associação da indústria da pré-fabricação com a reconstrução do período após a Segunda Guerra Mundial na Europa, a N.V. Schokbeton surge antes deste momento, na Holanda.

Criado em 1931, "schokbeton" era um novo tipo de concreto pré-moldado muito denso e forte, e o nome da firma deriva do processo de compactação empregado na sua produção. Para fazê-lo, as fôrmas de madeira eram presas a uma mesa vibratória especial e "chocadas" intensamente enquanto estavam sendo preenchidas com concreto. Esse processo garantia uma compactação rápida e eficiente e possibilitava a produção de elementos rígidos e excepcionalmente duráveis. O processo também garantia produção econômica e superfícies impecavelmente homogêneas e bem-acabadas. Enquanto a pré-fabricação de concreto ainda era algo bastante novo, a Schokbeton foi pioneira neste campo, em particular em razão de seu método especial de produção, conhecido como "schok-process", assim descrito:

As máquinas usadas para compactar o concreto, conhecidas como mesas de choque (shock-tables), consistiam em duas partes, uma mesa superior e outra inferior. A mesa inferior fica sobre uma base pesada na qual está firmemente ancorada. A mesa superior repousa livremente na mesa inferior, sendo mantida em posição apenas por pinos-guia. Um acionamento com mecanismo de came entre as mesas, eleva a parte superior da inferior e permite que ela caia livremente de uma altura de 3 mm a uma frequência de 220 repetições por minuto.

Os choques que ocorrem quando a mesa superior, com a fôrma rigidamente presa a ela, cai sobre a mesa inferior aumentam a fricção entre os diferentes tipos de partículas na mistura de concreto e os força gradualmente para suas posições mais estáveis. Ao mesmo tempo, os vazios são preenchidos pelas partículas menores para que a compactação ótima seja alcançada.

Como o movimento é o mesmo em todos os pontos da superfície da mesa, a compactação é a mesma em todos os pontos da superfície do elemento. O resultado é que, usando o processo SCHOKBETON, um concreto com uma estrutura muito homogênea é produzido. (SHOKBETON INFORMATION, 1971, p. 01.01.02.01/01.00)²

Esse método específico de pré-fabricação foi criado por G. Lieve, um operário que trabalhava com concreto em Zwijndrecht, uma pequena cidade ao sul de Roterdã. Ele descobriu que o concreto que restava estragado nos carrinhos de mão era muito mais forte que o concreto comum. Juntamente com o gerente de construção M.E. Leeuwrik, em 1932, ele planejou o

² O documento mencionado foi publicado pela N.V. SCHOKBETON para descrever sua produção para novas fábricas. Foi escrito primeiramente em holandês, mas também em inglês e alemão. Depois que a fábrica foi fechada, parte de seus documentos foi doada ao departamento de Patrimônio & Arquitetura da TUDelft, para ser estudada por sua equipe. Tradução dos autores.



processo de chocar ao invés de mexer a massa de concreto para obter um produto mais denso. Eles obtiveram sua licença de patente em 1934³.

Uma vez criada, o objetivo da empresa era produzir elementos de concreto pré-fabricados em larga escala e, com a experiência que acumularam ao longo dos anos, a SCHOKBETON passou a ser conhecida largamente como um termo que significa pré-moldagem em geral e pré-moldagem de qualidade em particular.

A aplicação do "schokcrete" também foi estimulada pela vantagem econômica de reduzir significativamente os tempos de construção e garantir uma fabricação de maior qualidade, com produção em ambientes de fábrica controlados em oposição ao concreto produzido in situ.

Nos anos pré-guerra, vários edifícios foram construídos com elementos pré-fabricados Schokbeton, como molduras de janelas e ornamentos. Importantes trabalhos pré-guerra em que os elementos de Schokbeton foram usados como parte da arquitetura geral foram o Zoológico Blijdorp (1938) projetado pelo arquiteto Van Ravensteijn, e o Minervahuis (1939), projetado pelo arquiteto A. Van der Steur, ambos em Roterdã.

No período inicial do pós-guerra, painéis de concreto pré-moldado foram usados para revestir paredes e estruturas esqueléticas. Durante a primeira metade do século XX, elementos pré-fabricados visíveis raramente eram usados em fachadas, uma vez que o material era considerado indigno e esteticamente inferior. O desenvolvimento de diferentes texturas e acabamentos, geralmente com o uso de pequenos grânulos de pedra natural, como calcário e cal ou cimento como agente ligante, foi uma tentativa de encontrar um produto aceitável a meio caminho entre o concreto pré-moldado e a pedra natural.

O campo de aplicação cresceu de forma constante, com grande variedade em painéis de concreto pré-moldado para revestimento de fachadas. Também era crescente a variedade de opções de painéis com diferentes efeitos de superfície, incorporando diferentes agregados e cimento colorido.

Pensando no processo de montagem em campo, os painéis mais comuns não tinham mais que 0,1 m² de área ou 1 metro de largura e 5 cm de espessura, dimensões eram relacionadas ao peso (aproximadamente 50 kg) que dois trabalhadores podiam levantar.

Havia vários tipos de juntas e conexões e, em alguns casos, os elementos da fachada atuavam como um molde permanente. As articulações poderiam ser "abertas" (com um selante na parte de trás da junta) ou "fechadas" (com argamassa ou selante próximo à superfície) e normalmente tinham entre 6 e 18 mm de largura.

Devido à grande tarefa de reconstrução após a Segunda Guerra Mundial, especialmente no centro da cidade bombardeada de Roterdã, a Schokbeton cresceu para ter três filiais nos Países Baixos e produziu fachadas completas para projetos muito grandes, como mais de mil celeiros agrícolas no Noordoostpolder (1947-1953) e do Rotterdam Trade Center, do arquiteto Maaskant (1953).

Muitos outros edifícios com diferentes programas e funcionalidades em toda a Holanda foram construídos com elementos pré-fabricados de arquitetura de Schokbeton. Entre outros:

- Habitações Pós-guerra no Overschie -1949-1951,
- Groothandelsgebouw - 1951,

³ A primeira patente foi solicitada em 29 de junho de 1933 na Holanda e em 31 de janeiro de 1934 na Grã-Bretanha. A patente holandesa foi concedida em 4 de julho de 1935 com o nº 36029 e a patente inglesa em 17 de abril de 1935 com o nº 427213.



- Aeroporto Schiphol - 1951,
- Rotterdam Trade Centre, Beurs – 1953,
- Neherlab – 1953,
- Planta de produção energética Harculo – 1953,
- IPRO-keien – 1953,
- Estação Arnhem – 1954,
- Kantoor Schokbeton – 1955,
- Universidade Técnica em Eindhoven e Delft - desde 1956,
- Colégio Cygnus - 1956 (Figura 1),
- Hospital Dijkzigt – 1958,
- Igreja Apostólica de Utrecht – 1960.

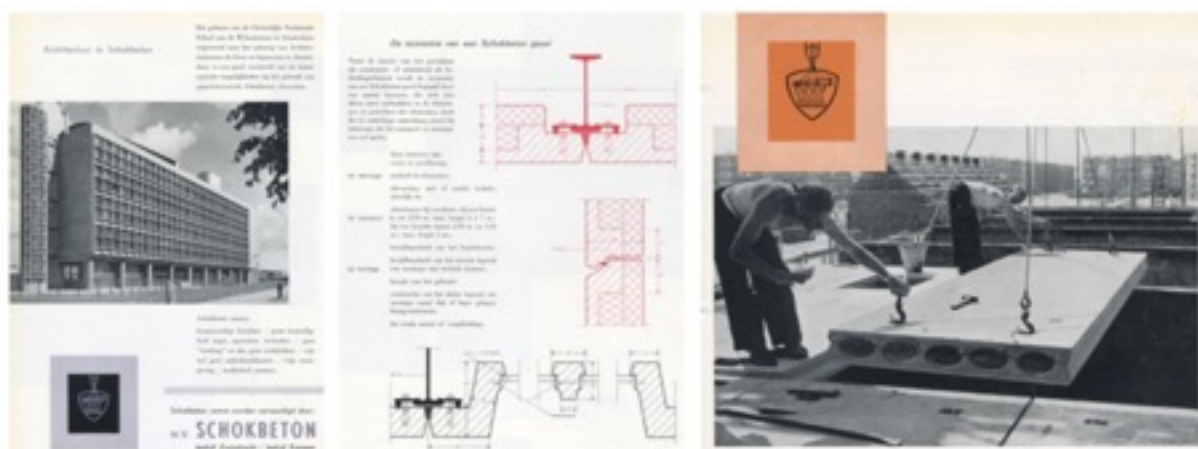


Figura 1: Exemplo de edifício escolar pré-fabricado nos Países Baixos em fotografia, detalhe e montagem em canteiro. Projeto Arquiteto P. A. Lankhorst e construção das Industrias Schokbeton Netherlands. Fonte: Arquivo Schokbeton – Heritage & Architecture - TUDelft.

No período pós-guerra, o “schokcrete”, fabricado pela Schokbeton, era usado em muitos países europeus. Os elementos e a tecnologia do processo patenteado foram exportados e licenciados para fábricas no exterior e eram também produzidos na Finlândia, Suécia, Dinamarca, União Soviética, Alemanha, Suíça, Áustria, França, Espanha, Itália, Irã, Gana, Japão, Canadá, EUA e Austrália. Foi amplamente utilizado em edifícios de escritórios, mas também em construções residenciais, mais especificamente em alguns dos grandes projetos de habitação social da década de 1950, especialmente edifícios residenciais de vários pavimentos.

Apesar de ser possível encomendar elementos da Schokbeton holandesa em Zwijndrecht, no início dos anos 1960, boa parte dos países europeus tinham fábricas Schokbeton, produzindo elementos de construção padronizados ou personalizados. A Schokbeton alcançou grande popularidade e prosperou, apesar da difícil situação econômica na época.

Devido à possibilidade de moldar formas com durabilidade garantida e acabamento de alta qualidade, juntamente com um preço razoável, o pré-moldado arquitetônico e o processo Schokbeton que o produziu tornaram-se populares para a geração pós-guerra de arquitetos modernos. Abriu novas possibilidades para a arquitetura, com composições, texturas e formas variadas sendo criadas.

O concreto pré-moldado foi utilizado numa multiplicidade de aplicações como: as fachadas dos edifícios residenciais do pós-guerra, por exemplo, sob a forma de pequenos painéis fixados à estrutura de suporte, grandes painéis de suporte de carga, parapeitos de varanda e painéis sanduíche isolados para paredes exteriores. paredes decorativas perfuradas, etc. A



imensa escolha em termos de forma, composição e acabamento explica a grande popularidade do material, especialmente por volta de 1960.

Com os desenvolvimentos econômicos e técnicos de depois de 1980, quando misturas adicionais, como plastificantes, se tornaram amplamente adotadas, a competitividade econômica das Indústrias Schokbeton foi comprometida e tornou-se obsoleta.

A Schokbeton, no entanto, continuou a produzir elementos de fachada em concreto até 2005 e seu nome ainda é internacionalmente relacionado ao concreto arquitetônico de alta qualidade.

A fábrica original da Schokbeton em Zwijndrecht, construída na década de 1930, na qual as “schok-tables” foram inventadas e o processo aperfeiçoado, estava ativa até 2015, sendo gerenciada pela empresa de concreto Loveld.

Joao Filgueiras Lima, Lelé

No caso de Lelé, arquiteto cuja obra é referência e singular no Brasil, a experiência com a racionalização e pré-fabricação em arquitetura se deu a partir da construção de Brasília. Apesar desta história ser bem conhecida nacionalmente, será importante lembrá-la.

Ele veio para o Planalto Central logo depois de graduado, pois era onde havia trabalho. Segundo ele próprio, o convite se deu e foi aceito não por ele se destacar enquanto estudante ou jovem profissional, mas por serem raros ou poucos os que aceitavam ir para o ermo que era a região à época, e ser esta uma empreitada de grande esforço e dedicação. A racionalização na produção da arquitetura foi desenvolvida então, a partir da produção dos barracões e casa para os operários e engenheiros que vinham habitar os arredores da grande construção que era a obra de Brasília em 1957, com pouco mais de dois anos para ser finalizada.

Atuante na Universidade Nacional de Brasília, Lelé foi professor de projeto e coordenador do curso de pós-graduação na área de Técnica da Construção. Apesar da disciplina técnica como central no desenvolvimento da sua carreira profissional e atuação como arquiteto, esteve também atento aos problemas relativos às particularidades do clima e da cultura. Além de ter olhos curiosos, tinha a convicção de que a arquitetura podia transformar o mundo pra melhor.

Foi o Darci quem me motivou a aprender como os índios construíam. A construção daquela cabana imensa no Xingu, com aquela ventilação, aquelas varas que são protendidas são muito bonitas. As varas são protendidas porque contrariam o esforço que vão suportar. Então existe ali toda uma tecnologia que foi aprendida de forma intuitiva e primitiva, e que é uma tecnologia incrível. (LELÉ in LATORRACA, 1999, p. 21)

Quando secretário executivo da CEPLAN – o Centro de Planejamento da Universidade Nacional de Brasília, desenvolveu projetos para a sua contínua construção, junto a Darci Ribeiro e Oscar Niemeyer. No intuito de investigar possibilidades para a pré-fabricação em Arquitetura e a implantação de uma fábrica de pré-moldados na universidade, realizaram viagens de estudos aos países europeus a partir de 1962. Entendiam que a experiência reconstrutiva que seguiu o final da Segunda Guerra Mundial, poderia render possibilidades para a realidade brasileira. Também investigou e visitou obras dos arquitetos e construtores que elegeu como inspiração, entre eles: Mies van der Rohe, Pier Luigi Nervi, Richard Neutra e Alvar Aalto.

Após Brasília, elegemos três fases bastante significativas do trabalho de Lelé relativo à pré-fabricação em arquitetura com produção em usina, todas em Salvador, cidade em que o



arquiteto mais atuou: A Fábrica da Companhia de Renovação Urbana de Salvador - RENURB, a Fábrica de Equipamentos Comunitários - FAEC, e a Fábrica de Hospitais, como era chamado o Centro de Tecnologia da Rede Sarah de Hospitais do Aparelho Locomotor – o CTRS.

A RENURB foi fundada em 1979, pelo então Prefeito Mário Kértész, com o objetivo prioritário de implantar o projeto de transportes urbanos de Salvador, o TRANSCOL. Na RENURB, Lelé produziu componentes pré-fabricados inicialmente em concreto e, a seguir, em argamassa armada, vindo esta a ser a primeira fábrica brasileira destinada à produção industrial de componentes em argamassa armada. (LIMA, 2012, p. 47)

Na construção das obras de canalização de córregos, micro drenagem e contenção de encostas da Bacia do Rio Camurujipe realizadas pela RENURB, a pré-fabricação leve em argamassa armada foi explorada largamente⁴ como alternativa que faz uso de elementos de pequena espessura, que demandam menos energia e matéria prima na sua produção, em que as obras são realizadas em menor tempo, mais baixo custo e com maior controle de qualidade⁵.

Foram realizadas canalizações de córregos, escadarias drenantes e lixodutos como soluções combinadas para o escoamento das águas das chuvas, estabilização das encostas íngremes e densamente povoadas e coleta de lixo em áreas difíceis. A pequenas dimensões e leveza dos componentes possibilitaram o acesso e a montagem destas estruturas, em diversas comunidades, com mão-de-obra local e sem mecanização, sendo estas características da sua maior adequação tecnológica⁶.

No período FAEC, entre 1985 e 1989, fábrica criada no segundo mandato do prefeito Mario Kertész em Salvador, Lelé desenvolve outros diversos projetos com o uso da argamassa armada. Na produção desta fase cabe ressaltar a construção de dezenas de escolas, para as quais a experiência anterior com as “Escolas Transitórias Rurais”⁷ em Abadiânia foi de suma importância (LIMA, 1984).

De térreas que eram na zona rural, as escolas desta fase, principalmente construídas em favelas de Salvador, ganham um segundo pavimento e com isso novos elementos construtivos, tais como as escadas (que admitiram duas variações) e diferentes tipos de vigas, nervuras e placas de piso. Diferentes elementos de vedação e cobertura são também produzidos nesta fase, o que confere boa diversidade programática e formal aos edifícios produzidos. A opção pela verticalização foi alternativa para a adequação a maiores demandas

⁴ Para o desenvolvimento de novas possibilidades com o uso da técnica da argamassa armada, Lelé contou com a colaboração de Federico Schiel, engenheiro que introduziu a argamassa armada pré-fabricada no Brasil, através da Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP, hoje Instituto de Arquitetura e Urbanismo de São Carlos, IAU-USP.

⁵ O uso da argamassa armada adotada na RENURB usava cimento e areia na proporção de 1:2 consumindo maior quantidade de cimento que o concreto convencional, com cimento, areia e brita na proporção de 1:3:4, contudo, tem melhor aproveitamento em termos relativos, pela esbeltes das peças e pequeno cobrimento das armaduras. A armadura usada era a tela eletro soldada de fio tipo CA-60, 3.4mm e espaçamento de 50mm o tipo utilizado nas fábricas da RENURB, da FAEC e CTRS, explorando os limites mínimos para a cobertura com espaçadores plásticos e formas metálicas na sua produção. (Esta informação foi obtida no período em que um dos autores era atuante como parte da equipe do arquiteto, no CTRS).

⁶ A decisão da Prefeitura Municipal de Salvador, sob a liderança do então prefeito Mário Kertész, foi de manutenção das famílias e comunidades nas suas residências ao invés da sua remoção, compondo com a transitoriedade e constante transformação que são suas características.

⁷ Sobre a experiência em Abadiânia o arquiteto escreveu e publicou o título “Escolas Transitórias”, relatando detalhadamente a experiência em argamassa armada desenvolvida junto à Universidade Federal de Goiás, no início da década de 1980.



e a indisponibilidade de terrenos públicos com dimensões para a sua construção em um único pavimento, conhecidos os ambientes densamente ocupados das favelas (Figura 2).

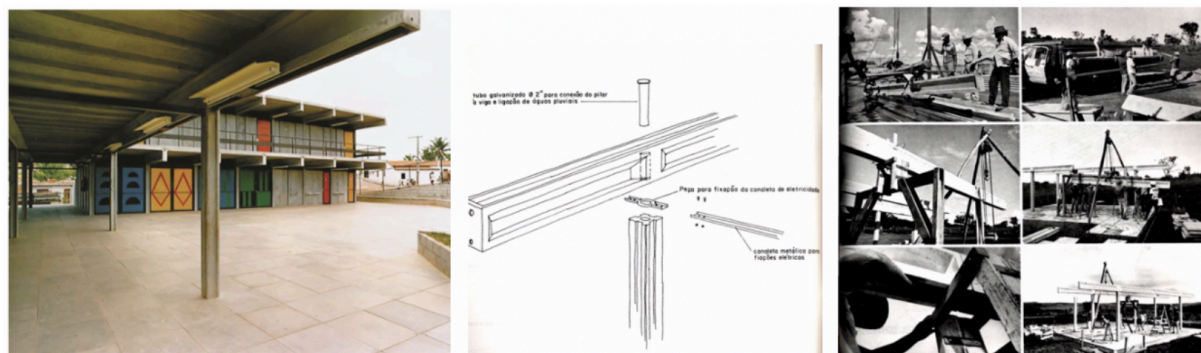


Figura 2: Exemplo de edifício escolar pré-fabricado no Brasil em fotografia, estudo de sistema e montagem em canteiro. Projeto e construção do Arquiteto João Filgueiras Lima. Fonte: Arquivo Instituto João Filgueiras Lima.

Nesta fase de seu trabalho, Lelé aprimora as versões anteriores com o mesmo rigor técnico, austeridade e elegância que lhe são característicos, adequando-as às novas realidade e contexto. Sem pintura ou elementos em vidro⁸, a vida útil planejada por Lelé para estas escolas foi de cerca de 20 anos, provando-as assim viáveis e com custo adequado.

Os edifícios escolares, a técnica e o sistema adotado na sua construção têm sido objetos de estudos em pesquisas, oficinas de pré-fabricação e no desenvolvimento da Atividade Curricular em Comunidade e Sociedade ACCSARQB13⁹, por professores da Universidade Federal da Bahia (CARDOSO e MINHO, 2018). Constatou-se que, dez anos além do tempo previsto inicialmente como vida útil e com dificuldades enfrentadas nas suas manutenções¹⁰, algumas destas escolas ainda são existentes e funcionais, apesar da sua maior parte não estar mais em funcionamento ou ter sido demolida (CARDOSO e GUIMARÃES, 2016).

Depois de construído o Hospital da Rede SARAH de Brasília, em pré-moldados de concreto e com obra concluída em 1980, Lelé iniciou os estudos para unidades de Salvador, São Luís e Curitiba. O CTRS foi criado e implantado, inicialmente em instalações provisórias, no terreno destinado ao Hospital de Salvador, para a retomada da obra do hospital em 1992. Em 1993 atuava como “fábrica de hospitais”, com o intuito de construir outros hospitais da Rede SARAH, que estava em expansão para diferentes estados brasileiros. Além de projetar e construir os novos hospitais, tinha como função ajustar permanentemente os espaços hospitalares as eventuais modificações de funcionamento decorrentes da introdução de novas

⁸ Apesar da ausência majoritária de pintura nas escolas produzidas nesta fase, será importante mencionar o trabalho conjunto e a colaboração do artista plástico Athos Bulcão, que magistralmente coaduna arquitetura e artes plásticas evidente em alguns dos elementos produzidos.

⁹ A componente curricular ACCSARQB13 foi criada e oferecida desde 2015 na faculdade de Arquitetura da UFBA. Nas suas três primeiras versões estudou os edifícios escolares produzidos por Lelé em Salvador nas suas inserções urbanas, e a partir de 2017 realiza atividades de investigação e produção de elementos em argamassa armada junto à Comunidade MSTB Toster Lobato, como parte das atividades do Grupo de Pesquisa Lugar Comum do PPGAU – FAUFBA.

¹⁰ Conforme artigo publicado nos anais do FERRO12, os edifícios escolares com maiores problemas de conservação se mostraram ser em primeiro lugar os edificadas em borda marítima, pela maior incidência de maresia e consequente comprometimento das armaduras e, em segundo lugar, os edifícios com ocorrência de água represada, seja por entupimentos das calhas, vigas e pilares de escoamento de água de chuvas ou raízes crescentes internamente aos dutos (CARDOSO e MINHO, 2018).



tecnologias¹¹; desenvolver projetos e fabricar equipamentos e realizar a manutenção predial e de equipamentos da rede. Trabalhando com pré-fabricação e diferentes materiais, contava com diferentes oficinas, tais como: oficina de projetos, metalurgia leve e pesada, argamassa armada, marcenaria, plásticos e fibra de vidro.

A partir desta fase da sua obra, Lelé projeta arquiteturas com pilares, vigas, cobertura e vedações superiores em elementos metálicos, vedações e elementos de piso em argamassa armada, portas e mobiliário em laminados de madeira, além de componentes em plástico e fibra de vidro. Nesta sincronia, tem a atenção com o ser humano como questão fundamental, somada à rigor técnico, conforto ambiental, funcionalidade, economia e plasticidade.

Numa respectiva mais completa da sua obra é notável a preocupação do arquiteto com o contínuo aprimoramento de sua arquitetura e elementos compositivos de suas obras, seja no rebuscamento do projeto em busca da simplificação do desenho, execução, funcionalidade e eficiência estrutural e climática.

A seguir à experiência com o CTRS, em 2009, Lelé criou o IBTH - Instituto Brasileiro de Tecnologia Habitat, quando, por fim, elaborou o projeto de habitações em pré-fabricados de argamassa para o Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal. Contudo, com as inconstâncias políticas que enfrentava o país, infelizmente, tal projeto jamais foi executado.

Algumas considerações técnicas comparativas

O caminho da beleza nem sempre exige que você esteja imbuído de que tem que fazer o belo. Às vezes você consegue fazer o belo através de um caminho racionalista. (LIMA in LATORRACA, 1999 p. 31)

Princípios

O rigor técnico e o trabalho em equipe são características fundamentais em ambos os exemplos estudados, além de ser imprescindível para conferir maior qualidade aos produtos fabricados.

A Schokbeton cresce inicialmente pela possibilidade de substituição de materiais escassos em momentos de crise e pós-guerra na Holanda. É característica marcante na sua produção a alta resistência e a maior atenção ao acabamento dado aos elementos produzidos.

Adotando o processo patenteado de produção, a Schokbeton produzia elementos para projetos elaborados livremente pelos arquitetos e tinham como clientela particulares e instituições públicas. Entretanto, era necessário realizar consultas sobre a viabilidade dos diversos projetos antes da contratação, considerando o que poderia ser tecnicamente produzido com relação a manufatura, transporte e montagem. Também elaboravam catálogos com elementos criados e fabricados por eles, disponíveis à venda para serem empregados em projetos diversos.

Na obra de Lelé, em se tratando da argamassa armada e das fábricas mencionadas, a esbelteza e o mais baixo nível de mecanização do processo de montagem são fundamentais no sentido de garantir a adequação tecnológica do sistema industrial criado em relação à realidade brasileira. Sobre a relação projeto/produção, o arquiteto e equipe por ele liderada

¹¹ A arquitetura industrializada e pré-fabricada desenvolvida por Lelé torna possível esta contínua atualização. Importante mencionar que pensar a arquitetura desta maneira lhe é familiar desde a produção dos apartamentos para professores da UNB, o Colina, que já contava com plantas ajustáveis e flexíveis.



são responsáveis pela concepção e desenvolvimento dos projetos desenvolvidos, cujas peças eram produzidas em oficina e montadas em diferentes estados pelo Brasil.

Desde o início de sua carreira como arquiteto e construtor, Lelé esteve relacionado à iniciativas que tinham o Estado como promotor da industrialização da construção a serviço de interesses públicos. As suas experiências com pré-fabricação em usina estão relacionadas à edifícios públicos, sejam administrativos, educacionais, hospitalares, de infraestrutura sanitária ou de transportes urbanos.

Plantas

As disposições das plantas produtivas das fábricas estão intimamente relacionadas com o sistema de produção e guardam a possibilidade de sucessivos acréscimos. Tomando a planta da Schokbeton em Zwindrecht e o CTRS como exemplos (Figura 3), de maneira geral subdividem-se em diferentes etapas, no primeiro caso, e em diferentes oficinas, no segundo.



Figura 3: Disposição comparativa das plantas produtivas das Indústrias Shokbeton em Zwindrecht (1980) e do Centro de Tecnologia da Rede SARAH (1996), em Salvador. Fontes: Arquivos SHOKBETON e Instituto João Filgueiras Lima.

No Documento produzido pela Schokbeton para registrar o processo produtivo em suas fábricas relatam que estas etapas são: armazenamento de matérias-primas e de elementos para a produção, espaço para a mistura do concreto, espaço para a produção de elementos (mesas de choque, revestimento, fixação, decapagem, tratamento de superfície, armazenamento e despacho).

No CTRS, como a produção se dava com a utilização de diferentes materiais além da argamassa armada, a subdivisão espacial da planta era entre as oficinas mencionadas e outras criadas posteriormente, tais como: oficina de projetos, pré-fabricados em argamassa armada, metalurgia pesada, metalurgia leve, marcenaria, plásticos, fibra de vidro e maquetes. Cada oficina era subdividida e disposta relativamente às etapas de produção, sempre observando o melhor fluxo e em sequências semelhantes às adotadas pela Schokbeton.

Elementos

Embora o número de elementos pré-fabricados possíveis fosse ilimitado, tanto Lelé quanto Shokbeton trabalharam basicamente com esses grupos que também podem ser subdivididos:

- Elementos de parede - tais como paredes divisórias, painéis de fachada, painéis de parede tipo sanduíche, rebordo de telhado e fecho de empena, elementos de revestimento, caixilhos de janelas e outros;



- Elementos estruturais - fundações, treliças, muros de contenção, pontes, passarelas para pedestres, elementos de suporte de carga, pilares e vigas;
- Elementos do piso - placas de piso, meios-fios e escadas;
- Elementos do telhado - terças, telhas de concreto e sheds para ventilação e iluminação zenital;
- Equipamentos e móveis urbanos - faixas de guia, abrigos de ônibus, parques infantis, banheiros públicos, sistemas de estacionamento para bicicletas e muitos outros.

Os elementos eram feitos em diferentes formas e combinações, projetados para um bom desempenho em termos de vedação e isolamento, fixação e substituição.

Dimensões e cura

Na produção Schokbeton, durante a fundição e mesmo no início do processo de endurecimento, as formas caíam várias vezes de uma altura de 8 a 25 mm. Assim, os elementos eram chocados e a massa de concreto se tornava mais densa, podendo ser de 1,3 a 1,4 vezes mais delgados que os elementos regulares com a mesma resistência ou 1,7 vezes mais resistentes para produtos das mesmas dimensões.

Um elemento de Schokbeton médio tinha dimensões de aprox. $J \times J.J \text{ m} = 10 \text{ m}^2$. A espessura média do elemento poderia estar entre 10 e 15 cm e o volume estava entre 1 ou 1,5 m³. Uma peça como esta podia ser produzida em 30 minutos. Para este elemento médio, uma mesa de choque, ou “schok-table”, de dimensões 6,0 x 2,5 m deveria ser adequada. Em geral, os elementos após o choque eram deixados em repouso por 18 a 24 horas, sem necessidade de tratamentos especiais.

Na obra de Lelé, em atenção à necessidade de priorizar o mais baixo custo, consumo de energia e materiais além do transporte não mecanizado sempre que possível, os elementos produzidos tinham comumente pequenas espessuras e extensões comparados aos produzidos pela indústria holandesa.

Entretanto, as potencialidades do material são exploradas com elementos produzidos na RENURB, FAEC e CTRS, com espessuras mínimas de até 16mm, peso máximo de até 4,0 toneladas e vãos de comprimento até 7,7m para vigas e lajes de piso¹². Na produção de elementos em usina os componentes eram mergulhados em tanques de cura por 24 horas, na RENURB e FAEC, enquanto no CTRS era usada cura a vapor à 60 graus e por 8 horas.

Materiais - agregados e cimentos

A Schokbeton utilizou agregados muito diversificados e outras matérias-primas. Encontramos diferentes tipos de cimento, agregados de diferentes naturezas, cores e granulometrias, tais como: areia, cascalho, argila expandida, xisto expandido, pedra-pomes e outros agregados especiais.

O “shockcrete” foi importante alternativa na substituição de materiais em escassez, a exemplo das pedras naturais¹³. Os elementos pré-fabricados também poderiam ser bons substitutos

¹² Sendo a espessura mínima usada no projeto da Ladeira da Misericórdia, em parceria com a arquiteta Lina Bo Bardi, em 1988; os maiores volume e dimensões nas caixas de fachada das Secretarias do Centro Administrativo da Bahia, 1973.

¹³ Durante o processo de fabricação, era comum adicionar uma camada de grãos de pedras naturais mais caras à superfície da massa de concreto, resultando numa aparência que imitava a pedra natural.



para elementos de aço e madeira, que se tornaram muito caros na época, enquanto elementos de concreto para substituí-los se tornaram uma alternativa mais barata¹⁴.

Como os criadores constataram, a vibração poderia ser usada para conseguir uma boa compactação e alta resistência com menos cimento. Esta era uma maneira de usar o material em menor quantidade, também este menos disponível no mercado das "terras baixas" e difíceis de obter em países vizinhos na década de 1930.

A empresa holandesa também usava desmoldantes e aditivos para tratar superfícies e obter diferentes texturas para acabamento de concreto. As diferentes proporções de misturas e gradações de agregados eram relacionadas a diferentes usos e aspectos desejados, também com efeitos de agregados expostos e concretos leves. Com o tempo, tornaram-se especialistas em adquirir bom acabamento, considerando também razões estéticas. Possibilidades com cores foram exploradas a partir da cor dos agregados, cimentos e também dos pigmentos sintéticos adicionados às argamassas.

Os agregados e materiais adotados na produção de Lelé para a moldagem de elementos em argamassa armada em usina desde a RENURB consistiam numa mistura de areia e cimento Portland na proporção de 1:2, fator água cimento de 0,4 e proporção areia/cimento de 650kg/m³. A partir da FAEC a produção torna-se mais diversificada em materiais, assumindo estruturas metálicas e reservando a argamassa armada para elementos de vedação e piso. O mais rebuscado cuidado era dispendido para produzir superfícies regulares e sem qualquer sobreposição ou variação de cores ou texturas. Em alguns casos era usada pintura eletrostática e em outros casos, esses mais especiais, contou com a colaboração do artista plástico Athos Bulcão. Desde o CTRS, as demais oficinas mencionadas - Metalurgia Leve e Pesada, Madeiras e Plásticos, somam-se à Oficina de Argamassa armada.

Armaduras:

As Indústrias SCHOKBETON usavam aço de reforço em barras ou rolos, armazenados no estoque principal e trazidos diária ou semanalmente para a planta de produção. Usavam tesouras, máquinas de dobra, máquinas de solda por pontos, bancos de dobragem, para a preparação das gaiolas de reforço para inserir nos moldes, elaborados de acordo com os diferentes elementos e projetos. No documento mencionado encontramos referências de barras de aço usadas obedecendo a codificação de 1950, tais como QR24, QR40, QP190, QR48 e 52-3 DIN 17100 e C22 DIN 1720. Como a característica mais importante na produção da empresa era o método choque para compactar elementos e torná-los mais fortes, as armaduras podiam ser diversas e seguiam a recomendação de cada projeto.

Para a produção de elementos leves em argamassa armada, Lelé adotava principalmente armaduras difusas, constituídas em telas eletro soldadas em CA-50 com fios de diâmetro 3,4mm, espaçamento de 50 mm e recobrimentos de 6.0mm. Dada a importância da preservação das armaduras contra a oxidação dificultada pela leveza das peças e os pequenos recobrimentos, o arquiteto realizou investigações e experimentos com diferentes materiais e métodos, especialmente na fase do CTRS. Considerando o desafio na relação armadura X pequenos cobrimentos X exposição ao salitre comum em situações a beira-mar, investigações sobre alternativas para a substituição das armaduras em aço por diferentes materiais estão em curso e foram exploradas, à luz da produção de Lelé, por professores da Faculdade de Arquitetura da UFBA na mencionada componente curricular ACCSARQB13.

¹⁴ É interessante mencionar que em campanhas publicitárias a empresa apontava os altos custos necessários para a manutenção das janelas de madeira, enquanto as fabricadas em concreto não exigiam quase nenhuma manutenção e com aspectos muito semelhantes.



Fôrmas

Relevante mencionar o importante papel das formas na concepção e confecção dos elementos pré-fabricados, devendo as mesmas serem resistentes a pressões e esforços, bem como garantirem o melhor acabamento dos componentes moldados. Nas experiências de pré-fabricação as formas estão relacionadas tanto à produção quanto aos elementos produzidos, e precisam atender aos requisitos de produção econômica e garantir produtos de alta qualidade.

No caso da Schokbeton as formas eram na sua maior parte em madeira, por razões históricas e econômicas, e o seu método foi principalmente desenvolvido a partir do uso deste material. Entretanto, nos documentos estudados há referências a formas de outros materiais como fibra de vidro e aço, bem como o crescente uso destes materiais na década de 1970. Contudo, os princípios básicos serão sempre os mesmos adotados para as formas em madeira. As formas eram presas às mesas de choque e passavam por revisões e reparos a cada ciclo de produção. Repetiam-se o seu uso até o seu maior desgaste, sendo então recicladas para outros fins.

Na obra de Lelé, o uso das fôrmas metálicas era imprescindível, especialmente pela esbelteza dos elementos produzidos. Também será importante mencionar que, sendo material mais rígido e resistente, podiam ser utilizadas maior número de vezes sem deformações. Construídas com chapas de aço de 3.2mm de espessura, as fôrmas eram estruturas de complexa engenhosidade, com sobreposição de chapas e uso de juntas em borracha, de maneira a evitar vazamentos e deformações, favorecer o processo de desforma e atender à necessidade econômica da sua mais longa reutilização.

Conclusão

Devemos valorizar como monumentos os exemplos de sistemas de construção industrial que permaneceram intactos - e, em caso afirmativo, o que exatamente devemos conservar nestes edifícios? A arquitetura funcionalista (na qual a forma segue a função) ainda é relevante quando as funções desapareceram?¹⁵ (MEURS, 2016, p.17)

Entender os métodos, processos produtivos e substâncias dos edifícios modernistas pré-fabricados tem como objetivo poder melhor intervir, de maneira a preservar a significação cultural dos mesmos. A percepção das fundamentais particularidades e diferenças entre os edifícios demandam também diferentes aproximações no planejamento da sua conservação ou adaptação. Tais especificidades demandam o estudo compreensivo não apenas dos aspectos materiais, mas também das intenções de projeto e dos arcaouços conceitual e técnico empregado na elaboração de cada caso individualmente.

Considerando o especial caráter funcional, utilitário, anti-monumental e muitas vezes conceitualmente transitório dos edifícios modernistas pré-fabricados, a sua utilização enquanto monumentos traz um dilema ético complexo, que vai de encontro às suas ideias originais¹⁶. Assim, reutilizá-los para funções contemporâneas compatíveis com as quais foram inicialmente projetados resta-nos como interessante alternativa para a sua preservação.

¹⁵ Tradução dos autores.

¹⁶ Como afirma De Jonge: “eles foram projetados por arquitetos que mantiveram postura anti-monumental crítica, afirmando que os edifícios deveriam ser puramente funcionais, e depois de terem perdido sua função, eles deveriam ser descartados”. (DE JONGE, 2017, p. 17). Tradução dos autores.



Ser receptivo a mudanças e acréscimos no tempo são características conceituais dos edifícios modulares, compostos por elementos repetitivos que são produzidos industrialmente e podem ser substituídos sem prejuízo da inteireza do conjunto. A sua reutilização para novas funções e a substituição das partes deterioradas reforçam a sua ideia inicial de adaptabilidade e é compatível com a sua conservação. Entretanto, se as fábricas que produziam estes elementos não estão mais em atividade, será comum a necessidade de adotar técnicas artesanais para a reprodução de elementos ou a sua restauração. Ainda assim, para intervir e conservar estes remanescentes industrializados, é indispensável o maior conhecimento dos seus métodos e processos produtivos em usina.

O estudo de exemplos das arquiteturas pré-fabricadas produzidas pela Schokbeton e por Lelé consiste na busca da relação entre a pré-fabricação e a reutilização de edifícios modernos na Holanda e no Brasil, o que realizamos como um caminho para a sua conservação.

Referências

CARDOSO, C. **Os fazeres como artifício: sobre a Arquitetura e a Indústria**. 2014, 323p. Tese (Doutorado). Salvador: PPGAU-FAUFBA, 2014.

CARDOSO, C.; GUIMARÃES, A. **In(+)tangible heritage: the schools of João Filgueiras Lima, Lelé**. In Adaptive reuse: The Modern Movement towards the future. Docomomo 14th INTERNATIONAL CONFERENCE. Lisboa: Docomomo International, Casa de Arquitetura, 2016 p. 948-953.

CARDOSO, C.; MINHO, J.. **The schools of João Filgueiras Lima, Lelé: design as a social technology and reuse of derelict spaces**. In: FERRO 12 12th International Symposium on Ferrocement and Thin Cement Composite, Belo Horizonte, 2018.

DOCOMOMO US. **CONCRETE AND MODERNISM: TECHNOLOGY AND CONSERVATION**. Preservation Technology Dossier 14 – 2018. International committee for the documentation and conservation of buildings, sites and neighborhoods of the modern movement. Proceedings of the Docomomo International Specialist Committee/Technology sessions during the 3rd annual Docomomo US National Symposium. Minnesota, USA. June 4-7, 2015. New York: Docomomo US, 2018.

CROFT, C.; MACDONALD, S. **Concrete: Case Studies in Conservation Practice**. Los Angeles: Getty Conservation Institute, 2018.

CENTRO DE TECNOLOGIA DA REDE SARAH. **Arquiteto João Filgueiras Lima (LELÉ)**. Brasília: SARAH Letras, 1999.

DE JONGE, W. (2017). **Sleeping Beauty: Heritage & Architecture**. In S. Komossa, E. Gramsbergen, E. Schreurs, L. Spoormans, & H. Teerds (Eds.), Delft Lectures on Architectural Design 2017/2018. (pp. 316- 335). TU Delft Open.

DE JONGE, W.; KUIPERS, M. **Designing from Heritage: Strategies for Conservation and Conversion**. Delft: Delft University of Technology, 2017.

HEINEMAN, H. **Historic Concrete: From Concrete Repair to Concrete Conservation**. Delft: Delft University of Technology, 2013.

HEINEMAN, H.; QUIST, W. **Het Schokbetonarchief – voorbeeld van het afstoffen van prefab beton erfgoed**. Delft: TU Delft, 2017. TNO-NVMz studiedag 1 februari 2017, Delft.

ICOMOS (Conselho Internacional de Monumentos e Sítios). **CARTA DE BURRA**. 1980.

ICOMOS (International Council on Monuments and Sites). **GUIDELINES ON EDUCATION AND TRAINING IN THE CONSERVATION OF MONUMENTS, ENSEMBLES AND SITES**. Paris: ICOMOS, 1993.

LATORRACA, G. (org.) **João Filgueiras Lima, Lelé**. São Paulo: Instituto Lina Bo e P. M. Bardi; Lisboa: Editorial Blau, 1999.

LIMA, J. F. **Escola transitória**. Brasília: MEC/CEDATE, 1984.



LIMA, J. F. **Arquitetura: uma experiência na área da saúde**. São Paulo: Romano Guerra Editora, 2012.

MEURS, P. **Heritage-based design**. Delft: TU Delft - Heritage & Architecture, 2016.

MEURS, P.; STEENHUIS, M. **Reuse, redevelopment and design: How the Dutch deal with Heritage**. The Netherlands: Nai010 Publishers (in association with the Cultural Heritage Agency of The Netherlands, Ministry of Education, Culture and Science), 2017.

RISSELADA, M.; LATORRACA, G. (org.). **A Arquitetura de Lelé: Fábrica e Invenção**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo - Museu da Casa Brasileira, 2010.

SHOKBETON ZWIJNDRECHT HOLLAND. **SHOKBETON INFORMATION**. October 1971. Shokbeton Archive, Heritage and Architecture -TUDELFT.

VAN DE VOORDE, S.; BERTELS, I.; WOUTERS, I. **Post-War Building Materials**. Brussels: Vrije Universiteit Brussel, 2015. Disponível em: <<http://postwarbuildingmaterials.be>> Acesso em: 20 Dec. 2018.

SHOKBETON NL. **CATALOGUE Schokbeton mini-symposium - Nederland/België** 29 februari - 3 maart 2016.

ZIJLSTRA, H.; QUIST, W.; SPOORMANS, L. **Airey systeembouw: kwaliteiten en kansen**. In T. G. Nijland (Ed.), TNO – NVMz studiedag: Historisch beton (pp. 34-52). Delft: TUDelft, 2017. Disponível em: <<https://repository.tudelft.nl>> Acesso em: 20 Mar.2019.