



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

La prefabricación en la arquitectura brasileña, estudio de la obra del arquitecto Joao Filgueiras Lima.

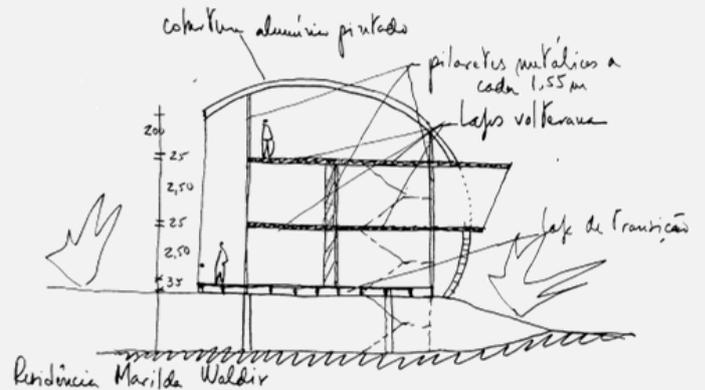
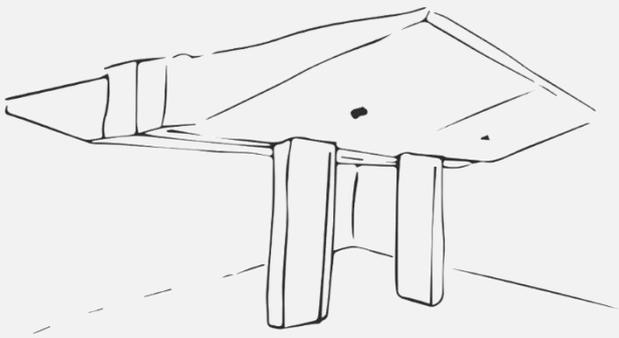
Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje,  
Urbanismo y Diseño

AUTOR/A: Ludeña Ramos, Marilyn

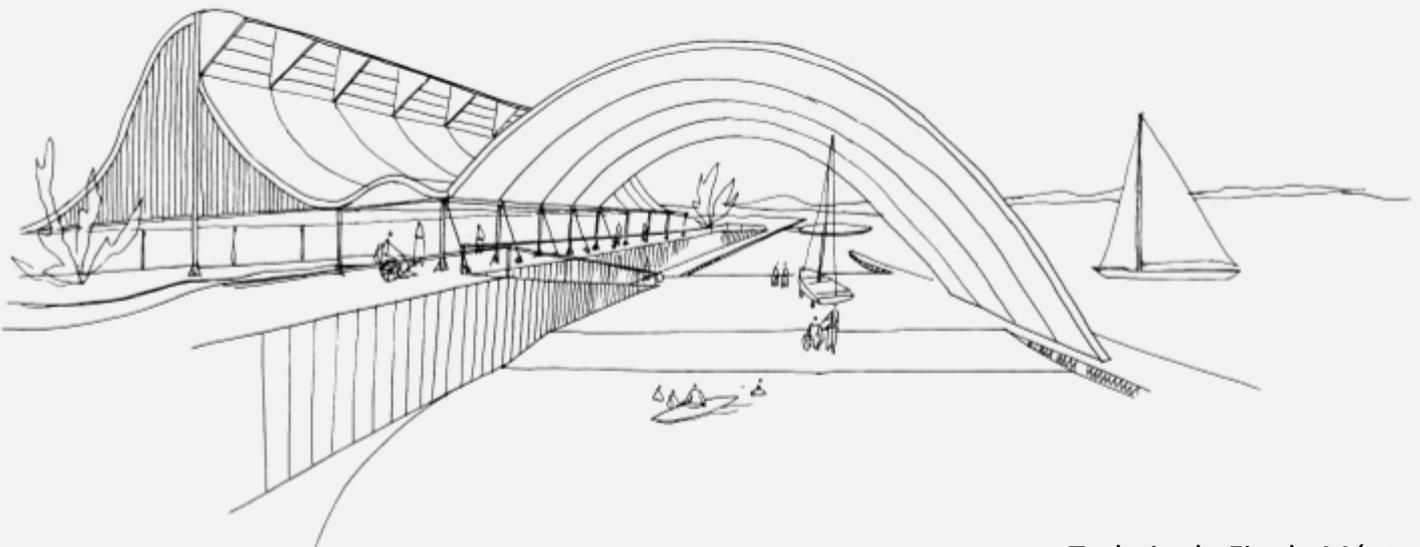
Tutor/a: Gil Benso, Enrique

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



## La Prefabricación en la arquitectura brasileña Estudio de la obra del arquitecto Joao Filgueiras Lima

Autora: Marilyn Vanesa Ludeña Ramos



Trabajo de Fin de Máster  
Tutor: Dr. Arq. Enrique Gil Benso

Universidad Politécnica de Valencia  
Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Máster Universitario en Arquitectura Avanzada, Paisaje, Urbanismo y Diseño  
Curso académico 2021-2022



## **DEDICATORIA**

A mi esfuerzo por ser mi mejor versión, y  
A mis padres que me motivan alcanzar mis metas

## INDICE

### RESUMEN

#### 1. INTRODUCCIÓN

#### 2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

#### 3. METODOLOGÍA

#### 4. INICIOS DE LA PREFABRICACIÓN EN BRASIL

4.1. ANTECEDENTES:

4.1.1. PROYECTO “MARCHA PARA O OESTE”

4.1.2. LA CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CAPITAL – BRASILIA

4.2. PRIMERAS EXPERIMENTACIONES:

4.2.1. UNIVERSIDAD DE BRASILIA

4.2.1.1 USO DE PREMOLDADOS DE HORMIGÓN

#### 5. JOAO Y SU RELACIÓN CON LA PREFABRICACIÓN

5.1. INTRODUCCIÓN

5.2. INFLUENCIAS SOBRE SU VISIÓN, OBRA Y TRABAJO

5.2.1 REFERENTES ACADÉMICOS: ALDARY TOLEDO

5.2.2 REFERENTES PROFESIONALES: OSCAR NIEMEYER

5.2.3 REFERENTES DE EUROPA: VIAJE DE ESTUDIOS

#### 6. LA PREFABRICACIÓN EN LA ARQUITECTURA BRASILEÑA A TRAVÉS DE SU OBRA

6.1. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

6.1.1. DISEÑO Y OBRAS

6.2. PREFABRICADOS DE ARGAMASA ARMADA

6.2.1. DISEÑO Y OBRAS

6.3. PREFABRICADOS DE ACERO

6.3.1. DISEÑO Y OBRAS

#### 7. JOAO Y SU INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA

7.1. DESARROLLO DEL MATERIAL ARGAMASA ARMADA

7.1.1. DISEÑO, PRODUCCIÓN Y USO DE PIEZAS PREMOLDADAS

7.2. CREACIÓN DE FÁBRICAS CONSTRUCTORAS TECNOLÓGICAS

7.2.1 CEPLAN, RENURB, FAEC y CTRS

## **8. APOORTE DE SU OBRA: ESTUDIO DE CASOS SEGÚN MATERIALIDAD**

### **8.1. ARGAMASSA ARMADA: ESCUELA TRANSITÓRIA EN ABADIANIA**

#### **8.1.1 DESCRIPCIÓN Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO**

#### **8.1.2 ESTRUCTURAS Y MONTAJE**

#### **8.1.3 CUADRO ANALÍTICO DEL SISTEMA UTILIZADO**

#### **8.1.4 CUADRO FODA DEL SISTEMA UTILIZADO**

#### **8.1.5 CONCLUSIONES**

## **9. CONCLUSIONES GENERALES**

## **10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## RESUMEN

La presente investigación pretende dar a conocer el desarrollo y uso de sistemas de prefabricación en la construcción en Brasil, específicamente el uso de prefabricados en hormigón, argamasa armada<sup>1</sup> y acero, a través del estudio de la obra del arquitecto João Filgueiras Lima<sup>2</sup>; quien ha desarrollado y perfeccionado la aplicación de este sistema constructivo en diferentes tipologías y escalas arquitectónicas en todo el país; hoy referente cuando se habla de la innovación tecnológica de la arquitectura brasileña.

Para ello, se ha dividido los capítulos de la siguiente manera:

1. **Inicios de la prefabricación en Brasil:** capítulo introductorio que explica cómo surge la industrialización en la construcción en un contexto que no sufrió daños, ni necesidades por la segunda guerra mundial; además que describe cómo fueron las primeras aplicaciones de premoldados<sup>3</sup> de hormigón, siendo el primer caso la Universidad de Brasilia, UNB.<sup>4</sup>
2. **João y su relación con la prefabricación:** explica cómo es que, por cuestiones del desarrollo académico, profesional y laboral, se vincula y surge su interés con este sistema constructivo industrializado.
3. **La prefabricación en la arquitectura brasileña a través de su obra:** explica el desarrollo de la prefabricación a través de la descripción de su obra categorizada en tres etapas según materialidad: prefabricados y premoldados en hormigón, argamasa armada y acero.
4. **João y su investigación en tecnología constructiva:** se detalla como apuesta por el desarrollo y aplicación de la argamasa armada como material constructivo, se menciona algunas piezas; y se da a conocer su aporte en la creación de fábricas tecnológicas constructoras encargadas de producir las piezas sean prefabricadas o premoldadas.

---

<sup>1</sup> Material variante del ferrocemento, cual componentes (acero, cemento y arena) son de menor proporción y espesor; generalmente las mallas de acero que utiliza son distribuidas en la toda la sección transversal de las piezas. Este material fue realizado por investigadores docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de São Paulo (USP).

<sup>2</sup> Arquitecto brasileño que fue uno de los pioneros en la utilización de prefabricados en Brasil.

<sup>3</sup> Elemento ejecutado fuera del lugar de utilización, producido en condiciones menos rigurosas en control de calidad, sin necesidad de personal, con laboratorios e instalaciones de mismo origen propio.

<sup>4</sup> Siglas de la Universidad de Brasilia

5. **Aporte de su obra: Estudio de caso – La Escuela Transitoria en Abadiânia:** se hace un estudio del primer prototipo de escuela prefabricada en argamasa armada, donde se detalla el diseño, la producción, el proceso constructivo y el montaje de los componentes utilizados; es un estudio descriptivo y analítico de la primera aplicación de este material liviano en una edificación a industrializar masivamente.
  
6. **Conclusiones Generales:** se detalla las conclusiones obtenidas a través del análisis y estudio de todos los capítulos previos; donde se enfatiza la importancia del uso de la prefabricación en Brasil en proyectos sociales en beneficio de los más necesitados, donde su arquitectura caracterizada por su estilo propio no solo se destaca por su diseño sino por la aplicación y uso de la tecnología con un enfoque social.

## 1. INTRODUCCIÓN

João Filgueiras Lima, tiene un gran significado e importancia en el avance tecnológico de la arquitectura brasileña, ya que es uno de los pioneros en el uso, desarrollo e investigación en sistemas de prefabricación y en procedimientos de construcción industrializados en el país. Su interés con este sistema nace al ser partícipe de la construcción de la nueva capital, Brasilia, en el cual es concientizado de la importancia de racionalizar, optimizar recursos materiales como económicos, y sobre todo en agilizar tiempos en la construcción de las obras por temas de entrega. Pero, no es hasta que es partícipe de las primeras experimentaciones y aplicaciones de premoldados de hormigón en la construcción de edificaciones para la Universidad de Brasilia, que empieza aplicar y desarrollar en su diseño y obra, este sistema industrializado en todo el país.

Por ello, conocer y analizar su obra, da información técnica sobre cómo ha sido el proceso y desarrollo evolutivo de este sistema en Brasil, sea en diferentes tipologías y escalas proyectuales como en infraestructura urbana, edificaciones y hasta en mobiliario urbano; siendo escuelas, hospitales, oficinas, viviendas, sedes gubernamentales, puentes, escaleras, canales de agua y desagüe; por mencionar algunos ejemplos de aplicación, lo que en conjunto le han ayudado a perfeccionar esta técnica constructiva. Mas, su aporte no sólo data en el uso de prefabricados mundialmente conocidos como el hormigón o el acero, sino que apostó por nuevas soluciones tecnológicas, específicamente el material “argamasa armada”, patentado por la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de São Paulo, en cual apoyo su investigación, producción, montaje y uso en varios de sus proyectos, específicamente los de carácter social en el país, ya que por sus características respondía al contexto y las necesidades de ese entonces.

Por lo tanto, hacer una investigación del desarrollo del sistema de prefabricación y las técnicas de construcción en Brasil, nos aporta información y conocimiento sobre innovación tecnológica en sistemas industrializados en la construcción, además que cubre la carencia de estudios sobre análisis tecnológicos comparativos en la arquitectura, detallando elementos, sistemas estructurales y procesos constructivos que como información puede ser utilizado o desarrollado tanto en diseño, obra o investigación por diferentes interesados o implicados en la materia.

## **2. OBJETIVOS:**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Estudiar el desarrollo de los sistemas de prefabricación en la arquitectura brasileña a través del aporte de la obra del arquitecto João Filgueiras Lima.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar el desarrollo de la prefabricación a través de la materialidad empleada en su obra: el hormigón, la argamasa armada y el acero.
- Demostrar a través de la investigación que, dentro de las limitaciones del desarrollo tecnológico e industrial en un contexto latinoamericano, como Brasil, se puede producir, desarrollar e innovar en tecnología constructiva.
- Difundir sobre la importancia de la argamasa armada como un material dentro de los sistemas constructivos ligeros en Brasil.
- Demostrar la importancia en la investigación de nuevas soluciones tecnológicas constructivas a través del estudio de la aplicación de la argamasa armada en diferentes proyectos de carácter social.
- Estudiar y analizar una de sus obras representativas en prefabricados de argamasa armada, bajo criterios de aporte en tecnología constructiva, siendo el prototipo de Escola Transitória de Abadiânia.

### **3. METODOLOGÍA:**

1. Previamente a la definición de puntos a tratar en la investigación:

Para llegar a comprender el desarrollo de la prefabricación en Brasil a través de la obra de Joao Filgueiras Lima, se hizo búsqueda de información descriptiva de su obra; de ello se hizo un análisis que definió la categorización de la prefabricación según materialidad, ello con el fin de entender las tres etapas de su uso. Cabe aclarar, que la madera y el bambú no son utilizados por él, por ello no se hace mención de los mismos.

2. Para entendimiento del tema:

Es necesario hacer dos capítulos introductorios para ponernos en contexto sobre la situación del país con la génesis y aplicación de la prefabricación, así como el vínculo del arquitecto con este sistema constructivo.

3. Para cuestionamiento sobre el desarrollo de este sistema en el país:

Es necesario tres capítulos, el primero descriptivo sobre la obra de João para entender la diversidad de aplicación de este sistema en el país. Segundo, detalle de su trabajo en la tecnología constructiva con la búsqueda de nuevas soluciones, a través de investigación, prueba y uso de nuevos materiales; y la creación de fábricas tecnológicas constructoras que hacían factible el desarrollo de los componentes prefabricados. Tercero, un análisis tecnológico de una obra representativa que nos ayude a comprender el éxito de la invención y uso de la argamasa armada en Brasil.

4. Para el estudio y análisis de la obra seleccionada

Se hará levantamiento de información de tesis y bibliografía publicadas, en este caso no habrá limitaciones en el entendimiento del idioma pues la autora de la investigación tiene conocimiento de la lengua portuguesa. De la información obtenida sobre la obra, se digitalizará y producirá esquemas según demanda del análisis pues se hará la explicación de manera gráfica sobre la aplicación de este sistema prefabricado ligero.

5. Para las conclusiones:

Se analizará la información de la bibliografía y la información redactada de la tesis para explicar el aporte del estudio en el campo de la arquitectura.



#### **4. INICIOS DE LA PREFABRICACIÓN EN BRASIL**

Para poder entender la génesis de la prefabricación en este país, es preciso comentar parte de su historia en los siguientes temas:

- **Proyecto “*Marcha para o Oeste*”**: propuesta de cambio de ubicación de la capital, con él cuál fue necesario **desarrollar industria en el país**. Es importante, ya que sin la existencia de este no se hubiera tenido la idea base de construir Brasilia, ni se hubiera modernizado el país.
- **Construcción de la nueva capital, Brasilia**: es el inicio de la importancia de **racionalizar en la construcción**, en João claro, no obstante, no se llega a industrializar por falta de tecnología.
- **Universidad de Brasilia**: es una de las **primeras experimentaciones** donde se aplicó sistemas industrializados, la prefabricación en hormigón. Oscar Niemeyer y João Filgueiras Lima, que participaron de la construcción de la nueva capital, son los autores de la misma.

Como se puede analizar los tres temas están estrechamente ligados con la explicación de porqué exactamente se da la prefabricación en Brasilia.

#### 4.1. ANTECEDENTES:

##### 4.1.1. PROYECTO “*MARCHA PARA O OESTE*”<sup>5</sup>

Para comenzar, la industrialización del país tiene sus inicios desde la idealización por parte de los gobernadores, concebido por Getúlio Vargas<sup>6</sup>, en ver a la industria como la solución, el aporte y la oportunidad para el desarrollo moderno. Específicamente, toma mayor fuerza y se prepara todo por la propuesta “*Marcha para o Oeste*”, que es el plan para el cambio de ubicación de la capital hacia el centro del país, a Goiás específicamente. En ese periodo, 1930, todavía la capital se encontraba en Río de Janeiro.

Para entender entonces el contexto, lo que Vargas quería lograr con la reubicación de la capital a la zona central, era desarrollar las áreas vacías no urbanizadas del país, es decir quería que se desarrollen y se conecten zonas que todavía tenían características rurales y de aislamiento. Su fin era dar a estas zonas el derecho de desarrollo e igualdad de oportunidades que

---

<sup>5</sup> Nombre del proyecto originalmente escrito en portugués.

<sup>6</sup> Gobernador de Brasil durante dos periodos, el primero en 1930 -1934 y el segundo en 1951-1954.

sólo se habían dado prioridad y concentración a las ya formadas ciudades, Rio de Janeiro y São Paulo. Cabe recalcar, que ya existía en esa época el problema de la sobrepoblación en estas ciudades principales reflejándose en la ineficiencia de la infraestructura del transporte, la falta de oferta de vivienda, la ausencia y poca remuneración en el trabajo y la aparición de las favelas, por citar algunos ejemplos. Ello, también es importante mencionarlo ya que ayuda entender el porqué de la necesidad de poblar otras zonas, pues se quería dar un equilibrio en la ocupación del suelo y ayudar a descentralizar las actividades concentradas en esas ciudades.

La idealización de Vargas era la igualdad e integración, por lo que, él veía a la industrialización como una solución a los problemas. Aunque, su deseo era que a través de la industria se modernizara el país.

*“Essa evidente separação entre níveis de desenvolvimento social tinha uma função distinta dentro da política do governo Vargas, uma vez que facilitava a introdução da ideia de industrialização como solução aos problemas sociais do país. Por mais que medidas da urbanização em direção ao interior do território não cumprissem plenamente a promessa de tornar o Brasil mais igualitário, elas atendiam as funções de primeiro, apoiar a política varguista e, segundo, de evidenciar os benefícios da modernização – as legislações sociais e trabalhistas – às cidades e as populações economicamente avançadas. O objetivo do nacional – desenvolvimentismo era industrializar as áreas desprovidas, levando a elas os mesmos das metrópoles.”<sup>7</sup> (LACROIX, 2013, pg. 35)*

Para complementar con lo descrito además que el plan “*Marcha para o Oeste*” tenía el fin de desarrollar el área central del país también era el inicio de la conexión y desarrollo de la zona amazónica tanto por el lado oeste como el lado norte. Ello, se puede observar en la figura 1 donde se ve las conexiones con los demás pueblos, hasta llegar a Belém, en esta imagen todavía no se precisa la conexión con el lado oeste, pero estaba contemplado que sería el inicio de la conexión en el futuro.

---

<sup>7</sup> LACROIX, Igor. (2013) *Brasília e a Industrialização Brasileira. Circulação, comunicação e indústria: Representações no Plano Piloto*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília.  
<<https://repositorio.unb.br/handle/10482/14033>> [Consulta: 12 de Octubre 2021]

Por otro lado, en las figuras 2 y 3 se puede observar parte de lo que es el archivo fotográfico de las expediciones que se hicieron por las zonas que comprendían este trazado. Las imágenes ayudan a entender el contexto del estado de las zonas rurales, en el sentido que no tenían intervenciones incluso se puede ver las condiciones precarias de las viviendas; Para hacer el comparativo con las ciudades principales se puede ver las figuras 4 y 5, que son Rio de Janeiro Y São Paulo respectivamente. Dándonos en conjunto un panorama de la desigualdad existente en el país.



Fig. 1. Plano de Propuesta de "Marcha para o Oeste"  
Fuente: <<https://mfd.mus.br/en/marcha-para-oeste/>>  
[Consulta: 20 de octubre 2021]



Fig. 2. Viviendas de pobladores en el sector de Goiás



Fig. 3. Camino que une Uberlândia y Barra do Garças

Fuente:

< [https://issuu.com/cebusal/docs/cat\\_logo\\_a\\_marcha\\_para\\_o\\_oeste](https://issuu.com/cebusal/docs/cat_logo_a_marcha_para_o_oeste) >

[Consulta: 22 de octubre 2021]



Fig. 4. Ciudad de Rio de Janeiro en 1930



Fig. 5. Ciudad de São Paulo en 1934

Fuente:

< <https://www.loc.gov/pictures/item/2016820890/> >

[Consulta: 05 de noviembre 2021]

Fuente:

< <https://picclick.com/BRAZIL-Sao-Paulo-Praca-Patriarca-351579741254.html#&gid=1&pid=1> >

[Consulta: 05 de noviembre 2021]

Entonces, para poder desarrollar la industria para la tan anhelada creación de la nueva capital y la modernización del país, implementó:

### Línea de Tiempo de implementaciones por Getúlio Vargas

<b>Año 1938</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Consejo Nacional de Petróleo</li><li>• Departamento Administrativo de Servicio Público (Dasp)</li><li>• Instituto Nacional del Mate (Diarq)</li><li>• Instituto de Geografía y Estadística (IBGE)</li></ul>
<b>Año 1939</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plan de Obras Públicas</li><li>• Plataforma de Defensa</li><li>• Consejo de Aguas y Energía</li></ul>
<b>Año 1940</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Comisión de Defensa de la Economía Nacional</li><li>• Instituto Nacional de la Sal</li><li>• Fábrica Nacional de Motores</li><li>• Comisión Ejecutiva del Plan Siderurgia Nacional</li></ul>
<b>Año 1941</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Compañía de Siderurgia Nacional</li><li>• Instituto Nacional del Pino</li><li>• Comisión de Combustibles y Lubricantes</li><li>• Consejo Nacional de las Vías Ferreas</li></ul>
<b>Año 1942</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Servicio Nacional de Aprendizaje Industrial (Senai)</li><li>• Comisión del Valle del Río Dulce</li></ul>
<b>Año 1943</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Consolidación de Leyes de Trabajo</li><li>• Compañía Nacional de Álcalis</li><li>• Coordinación de Mobilización Económica (CME)</li><li>• Fundación Brasil Central</li><li>• Planta Siderúrgica "Volta Redonda"</li><li>• Servicio Social de Indústria (Sesi)</li><li>• Plan de Obras y Equipamientos</li></ul>
<b>Año 1944</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Consejo Nacional de Política Industrial y Comercial</li><li>• Servicio Nacional del Trigo</li><li>• Comisión del Planeamiento Económico (CPE)</li></ul>
<b>Año 1945</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• SuperIntendencia de la Moneda y el Crédito</li></ul>

Elaboración propia en base a  
Vargas: o capitalismo em construção 1906 -1954 <sup>8</sup>

<sup>8</sup> FONSECA, Pedro. (1989) *Vargas: O capitalismo em construção, 1906 – 1954*. São Paulo: Editora Brasiliense.

En base a ello, podemos decir es el comienzo del desarrollo de la no dependencia industrial del exterior, resaltando el avance de la siderurgia, importante para la construcción, por el acero; la creación de SENAI, entidad sin fines de lucro responsable de capacitaciones industriales; y sobre todo la creación de diversas entidades que le ayudarían en la recolección de datos para la factibilidad de la nueva capital como el Consejo Nacional de Geografía, el Consejo Nacional de Cartografía, etc.

No obstante, si bien es cierto en las implementaciones dadas por él, no se observa algún enfoque relacionado a la industrialización de la construcción, él deja los medios con los cuales Juscelino Kubitschek<sup>9</sup> lleva a cabo la construcción de la nueva capital, Brasilia. Dejando en primera instancia, la industria que le serviría, y, en segundo lugar, la información y estudio del proyecto, especificando las características y la viabilidad de la ciudad. Por citar un ejemplo, dotó planos técnicos de agua, luz y desagüe, localizando fuentes y recursos para la energía y el desfogue. Haciendo factible habitar la zona.

*“Para tanto, contrato os serviços de aerofotogrametria de Donald Belcher, em 1954, que concordou, em seu relatório, com a proposta realizada, em 1896, pela Comissão Cruls de apropriação da porção mais alta do Planalto Central, região onde nascem três das maiores bacias hidrográficas do país: Tocantins – Araguaia, São Francisco e Paraná. ”*  
(LACROIX, 2013, pg. 41)

Por lo tanto, queda claro la importancia del proyecto pues sin su existencia tal vez hoy no existiría Brasilia, este significó todo un movimiento para la igualdad de desarrollo en el país, viendo a la Industria como una solución para el avance. Es importante, pues sin industria no habría producción, ni desarrollo sea en tecnología, construcción, etc.

---

<sup>9</sup> Gobernador de Brasil en el periodo 1956 a 1961.

#### 4.1.2. LA CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA CAPITAL: BRASILIA

Como ya hemos mencionado anteriormente esta ciudad tiene un significado muy importante para el país, siendo en el gobierno de Juscelino Kubitschek su construcción. Sobre lo cual, nos compete:

- La construcción de las Supercuadras, específicamente la Supercuadra Sur 108 ya que estuvo a cargo de João Filgueiras Lima.

Previamente cabe aclarar que, para tener un mayor control en la ejecución, pues se tenía sólo 3 años y 5 meses para entregar la ciudad, en el caso de las Supercuadras se le encargó a cada una de las Instituciones implicadas construir 2 unidades. João estaba trabajando para el “*Instituto dos Aposentados e Pensionistas Bancarios*”, IAPB, el cual estuvo encargado de la Supercuadra Sur 108 (SQS108) y 109 (SQS109), en la fig. 6 se puede ver la ubicación de ambas. De las cuales fue Oscar Niemeyer quien las diseñó, pues trabajaba para el IAPB, pero sería João quien detallaría el proyecto y supervisaría la construcción. Comentar, además que existía una competencia de las mismas instituciones por acabar primero la construcción de las mismas. Lo anecdótico fue que a pesar que la Supercuadra Sur 106 estaba proyectada para ser entregada primero, fue la 108 la que finalizó primero; esto nos habla de la eficiencia del trabajo de João.

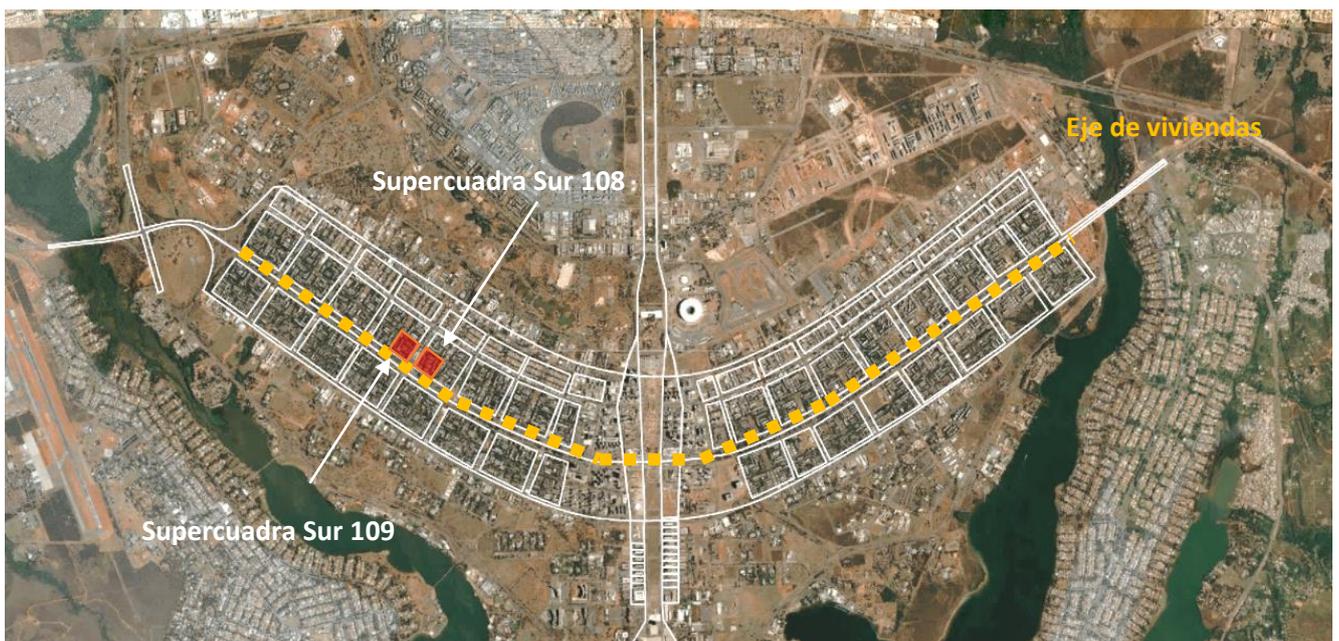


Fig. 6. Ubicación de Supercuadras construidas por IAPB  
Fuente: Elaboración propia en base a imagen de Google earth

Sobre ello, las principales decisiones que tomó con respecto al concepto de racionalización y eficiencia en la construcción de la misma fueron:

- Dotar viviendas prefabricadas de madera para los trabajadores

Aunque hoy en día no puede ser una acción significativa, si nos situamos en el contexto de ese entonces, João recién había egresado y tenía a su cargo 2000 operarios, e ingenieros para construir la Supercuadra, y como se necesitaba que residan cerca mientras esta se realizaba, para agilizar su establecimiento utilizó este tipo de viviendas. Recordemos que en el lugar no existía nada, las viviendas prefabricadas fueron construidas in situ por las empresas fabricantes, así que era prácticamente implementar una mini ciudad. Esta decisión redujo el tiempo y aceleró el comienzo de la obra.



Fig. 7. Vista de Supercuadra Sur 108 en construcción

Fuente:

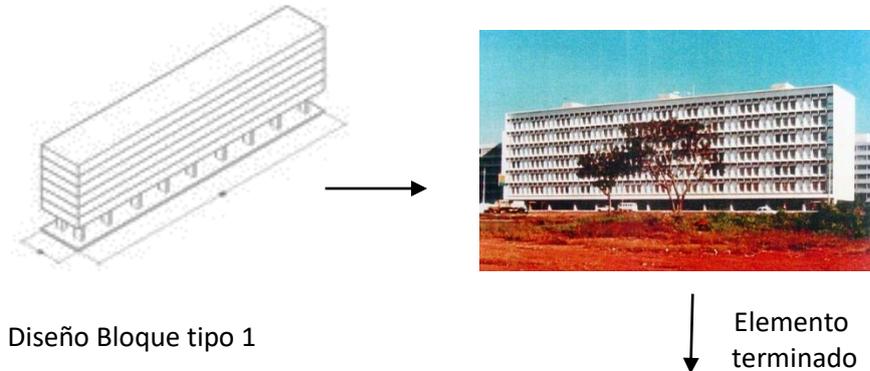
<[https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2020/01/04/interna\\_cidade\\_sdf,818221/brasilia-sexagenaria-conheca-a-historia-da-primeira-quadra-da-capital.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2020/01/04/interna_cidade_sdf,818221/brasilia-sexagenaria-conheca-a-historia-da-primeira-quadra-da-capital.shtml)>

[Consulta: 07 de noviembre 2021]

- Racionalizar los desperdicios de madera

Ya que el diseño de los bloques de la Supercuadra 108 eran relativamente repetitivos, eran 11 unidades, lo que se hizo fue optimizar la utilización de las piezas de madera utilizados en un bloque, sea para el hormigón, para que puedan ser reutilizadas nuevamente por los otros restantes. Esto fue implementado ya que João veía mucho desperdicio de madera en la construcción, con ello, empezó a pensar en la optimización de recursos.

Agregar a ello, que el abastecimiento de los materiales demoraba como 5 días, pues la fuente más cercana se encontraba a ese tiempo de viaje, es decir, existía una necesidad latente de ser eficientes en su uso.



Esquema para visualización de los elementos repetitivos  
Fuente: elaboración propia en base a imagen Google Earth

Por otro lado, a pesar de que Brasilia pudo ser el escenario perfecto para aplicar sistemas industrializados en su construcción, la falta de tecnología pesó, no obstante, la mayoría de las constructoras que participaron, posteriormente pasaron a fabricar elementos prefabricados. De ello:

*“Após a Inauguração de Brasília muitas empresas de engenharia envolvidas no processo de construção da Nova Capital, aproveitaram a oportunidade e se estabeleceram na cidade e passaram a fabricar elementos pré-moldados de concreto, como a CINASA” (KOURY, 2007)*

## 4.2. PRIMERAS EXPERIMENTACIONES

### 4.2.1. UNIVERSIDAD DE BRASILIA

Fue planificada desde el Plan Piloto de Brasilia, donde Lucio Costa detalló la urbanización de la misma. En la figura 9, se detalla la zonificación y los diferentes equipamientos que la conformarían, más no presentaba detalle del diseño arquitectónico de sus componentes pues fue Oscar Niemeyer quien estaba encargado de ello, y el equipo CEPLAN, Centro de Estudios y Planeamiento arquitectónico de la UNB, en asistirlo. No obstante, parte de la propuesta fue modificada por él según necesidades de diseño, aunque en un gran porcentaje se respetó la zonificación inicial. Cabe mencionar, que João Filgueiras Lima es participe de las primeras experimentaciones ya que es invitado por Niemeyer a formar parte del equipo de CEPLAN, ello se detallará en el siguiente capítulo de referencias.

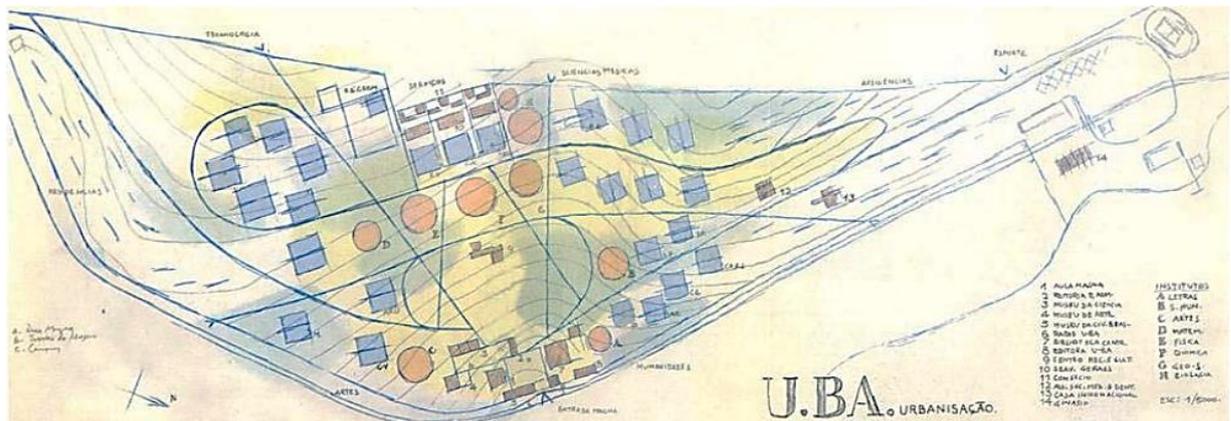


Fig. 9. Plano de urbanización de la UNB por Lucio Costa

Fuente: <[https://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/181\\_M25\\_RM-ApracaMaiordaUnB-ART\\_andrey\\_schlee.pdf](https://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/181_M25_RM-ApracaMaiordaUnB-ART_andrey_schlee.pdf)>

[Consulta: 10 de noviembre 2021]

Por otro lado, como ya se había importado diversas maquinarias que permitirían el desarrollo de la prefabricación, incluyendo el abastecimiento de la misma universidad ya que se había invertido en los laboratorios de construcción de prueba de la misma; que sumado a la disposición de profesionales y autoridades en su uso. Se empieza hacer los primeros diseños pensados industrialmente, se empieza a utilizar los prefabricados de hormigón con diseño básico pues todavía no se manejaba técnicas ni procesos complejos, ello se verá reflejado en las soluciones del diseño, estructuras y uniones de las edificaciones a mencionar.

Primeras experimentaciones en:

#### 4.2.1.1. USO DE PREMOLDADOS DE HORMIGÓN:

- **Conjunto de Bloques de Apartamentos “Colina” (1962-1963)**

Proyectado por João incluyendo la responsabilidad de producción y montaje de las piezas premoldadas. Sobre su composición son 4 bloques de vivienda de 4 niveles, de planta baja libre y 3 niveles superiores, donde los espacios interiores de las viviendas son flexibles pues se adaptan a las necesidades de los usuarios (divisiones internas movibles). Se tiene 3 tipos de departamentos de acuerdo a áreas: 144 m<sup>2</sup>, 108 m<sup>2</sup> y 84 m<sup>2</sup>.

Sobre el diseño, el módulo base es 1m., del cual su estructura está conformada por pilares cada 15 m., circulaciones verticales (escaleras) cada cierto tramo fundidas in situ para dar estabilidad al bloque, vigas longitudinales pretensadas (13 ó 15 m.) y losas nervadas apoyadas en estas últimas.<sup>10</sup> En la Figura 10 se puede ver el estado actual de un bloque y en la figura 11 se puede ver el esquema del montaje de piezas hechos por João.



Fig. 10. Bloques de Apartamentos para Profesores (Colina)

Fuente: < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/16.181/5592>>

[Consulta: 10 de noviembre 2021]

<sup>10</sup> SILVA, M. A. C. R. da (2020). *Equilíbrio estrutural e a industrialização da construção: primeira experiência em pré-moldado na UnB*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Brasília: UNB. Pg. 133

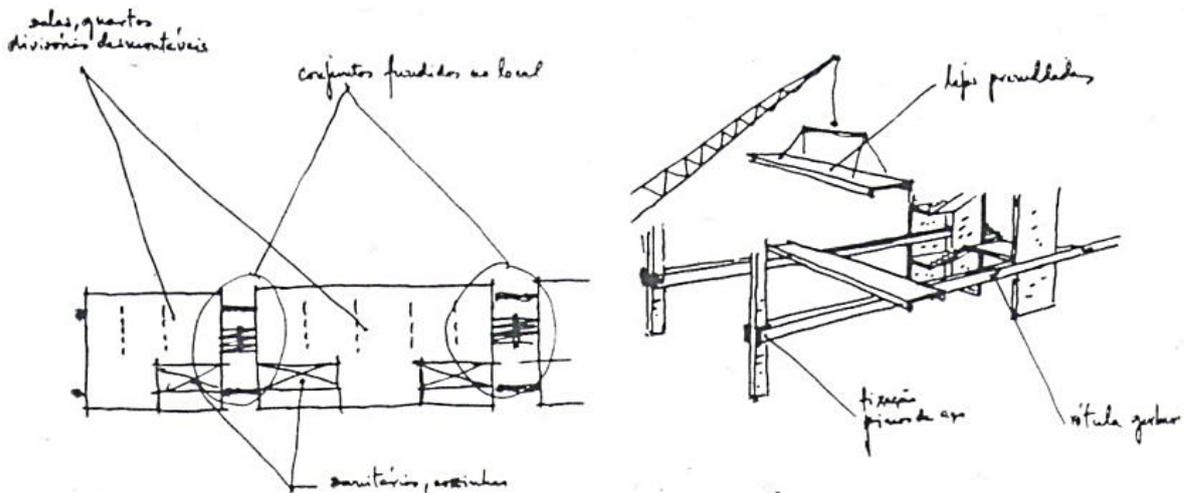


Fig. 11. Esquemas detalle de montaje de piezas premoldadas

Fuente: < [https://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/08/OBR\\_28.pdf](https://docomomo.org.br/wp-content/uploads/2016/08/OBR_28.pdf) >

[Consulta: 10 de noviembre 2021]

- **Instituto Central de Ciencias (ICC) 1963-1971**

Es la infraestructura principal de la universidad, también conocido como “*Minhocão*”, que significa lombriz, en alusión a su morfología lineal. Fue diseñado por Oscar Niemeyer, quien cambio lo propuesto por Lucio Costa que previamente formuló sean varias sedes en el centro del Campus, y pasaron a ser sólo una, concentrando así los institutos de Ciencias puras (Matemática, Física, Química, Biología y Geociencias). Cabe mencionar, que durante su construcción sufrió modificaciones en el diseño pues fue interrumpido y paralizado en 1964 por un golpe de estado que tomó posesión de la universidad y botó a los profesionales involucrados. Es por ello, que recién en 1971 se termina su construcción completa.

Su composición es de 2 bloques alargados de 30m. x 600 m. cada uno, con un espacio central abierto entre ambos de 18 m. ancho para paisajismo. Posee 2 niveles y 1 sótano, siendo las circulaciones en los extremos centrales para dotar de conexión visual. Sobre su sistema estructural, João es quien diseña la prefabricación del mismo. Siendo un sistema porticado de vigas pretensadas de 30 m. de sección variante, (rectangular en circulaciones laterales y en T en el resto de espacios) apoyado en 3 vigas centrales y 2 laterales principales, articulado con pilares rectangulares (0.20 x 1.50 m.) en los extremos cada 3 m. y algunos interiores para soporte de losa de aulas, sobre el cerramiento se utilizó placas premoldadas.



Fig. 12. Vista aérea del ICC

Fuente: < <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/cien-anos-vigorous/> >  
[Consulta: 10 de noviembre 2021]

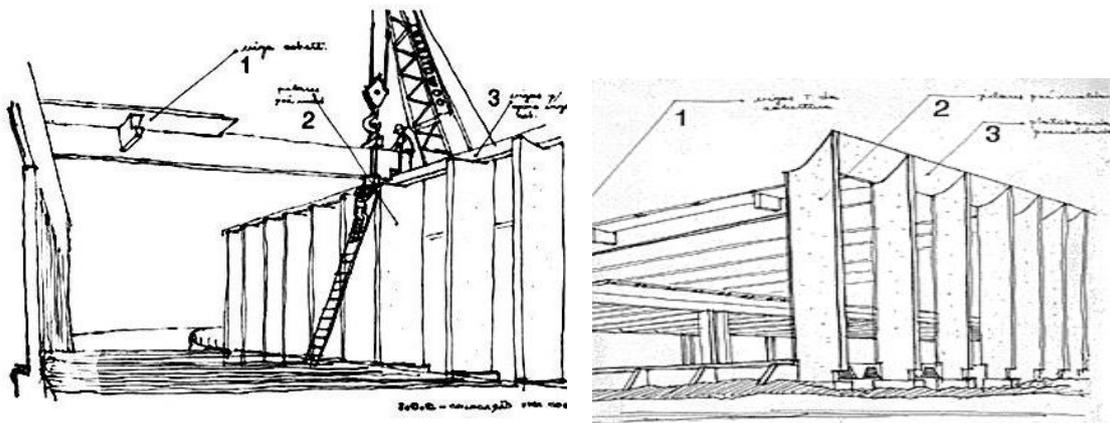


Fig. 13. Esquemas detalle de montaje de piezas premoldadas

Fuente: < <https://docplayer.com.br/87403234-Universidade-de-brasilia-faculdade-de-tecnologia-departamento-de-engenharia-civil-e-ambiental.html> >  
[Consulta: 10 de noviembre 2021]



Fig. 14. Vista desde las circulaciones a espacio verde interior y vista de fachada

Fuente: < [https://www.flickr.com/photos/unb\\_agencia/8248857723](https://www.flickr.com/photos/unb_agencia/8248857723) >  
[Consulta: 11 de noviembre 2021]

- **Galpón de Servicios Generales - 1962**

Proyectado y supervisado el montaje de piezas premoldadas por João. Está compuesto por 3 bloques (SG-09, SG-11 Y SG-12) de diseño simple pues su principal función sería de almacenes generales de la universidad, no obstante, durante el proceso de construcción de la misma por etapas funcionó como aulas, oficinas y hasta de Biblioteca Central.

Posee 2 niveles (planta baja y sótano) en cual la estructura está en base a 4 ejes longitudinales donde se ubican las columnas (cada 8 m.) y sobre estas las vigas pretensadas principales, y encima descansan las losas transversales de la cubierta que tienen una caída hacia la parte central pues se consideró un canal para el desfogue de aguas pluviales. El cerramiento es a través de paneles premoldados de modulación de 1m.



Fig. 15. Vista externa de un bloque de Galpón de Servicios Generales

Fuente: SILVA, 2020, pg.96

[Consulta: 10 de noviembre 2021]

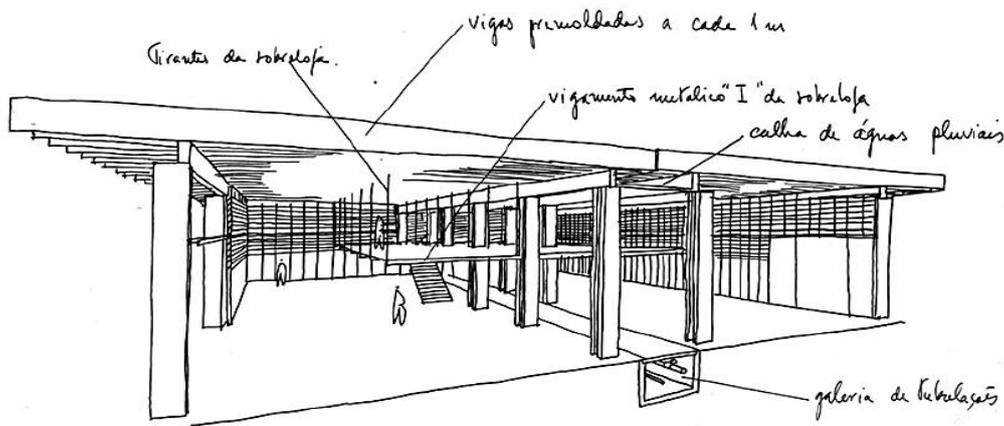


Fig. 16. Esquema de ubicación de los elementos premoldados

Fuente: LATORRACA, 1999

[Consulta: 10 de noviembre 2021]

- **Instituto de Teología – 1963**

Proyectado por Niemeyer y diseñado el prefabricado por Ernesto Walter.<sup>11</sup> Es la segunda infraestructura que por el golpe de estado no pudo ser terminada y sólo quedó el cuerpo principal del mismo (ver fig. 17). No obstante, en la fig. 18 se puede ver el diseño completo donde lo no construido tenía una mayor plasticidad, intención de uso de curvas, pues específicamente era la iglesia. Cabe aclarar, que nunca funcionó bajo su propósito inicial pues hasta hoy funciona como parte administrativa.

Sobre su diseño es un bloque longitudinal, donde en su solución estructural, se utilizó paneles verticales premoldados, curvados hacia el interior, que funcionarían a la vez de cerramientos, y se apoyarían las losas nervadas de los extremos. Independientemente la cubierta está estructurada por columnas y vigas premoldadas lineales que sobresalen del cuerpo principal.



Fig. 17. Vista de la fachada del Instituto de Teología

Fuente: < <http://www.leonardofinotti.com/projects/unb-institute-of-theology/image/15553-070906-002d> >  
[Consulta: 10 de noviembre 2021]

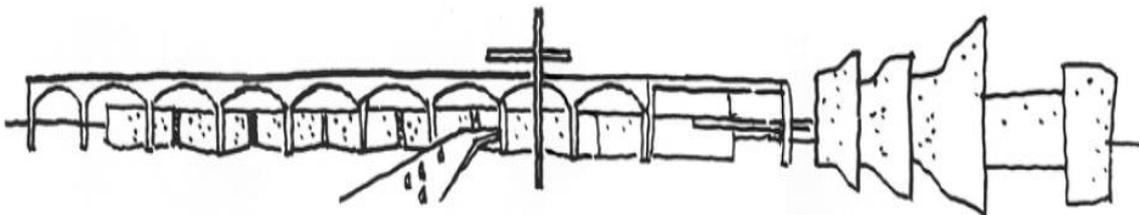


Fig. 18. Bosquejo de diseño completo del Instituto de Teología

Fuente: < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.098/1877> >  
[Consulta: 10 de noviembre 2021]

<sup>11</sup> SILVA, M. A. C. R. da (2020). *Equilíbrio estrutural e a industrialização da construção: primeira experiência em pré-moldado na UNB*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Brasília: UNB, pg. 101

- **Prototipo de módulo de vivienda de estudiantes - 1962**

Proyectado por Niemeyer, quien pensó el módulo de 45 m<sup>2</sup>. como una pieza que pueda funcionar tanto en unidad o en conjunto, ver fig. 19, siendo en el último caso, máximo de 4 niveles, y de montaje intercalado para poder dar un área libre de recreación entre viviendas, ver fig. 20, por ello cada módulo ha sido trabajado sus 4 fachadas.

Sin embargo, el problema de la propuesta fue que cada módulo pesaba 42 toneladas; es decir para todo el proceso tanto de su fabricación, transporte y montaje iba a demandar un costo económico alto, por requerir maquinaria adecuada para ello, que, sumado a la demanda de construir una fábrica o planta específica para su construcción, que nunca se dio, porque también fue otra de las obras paralizadas por el golpe de estado en 1964. Solo se llegó a materializar de esta idea, un módulo.

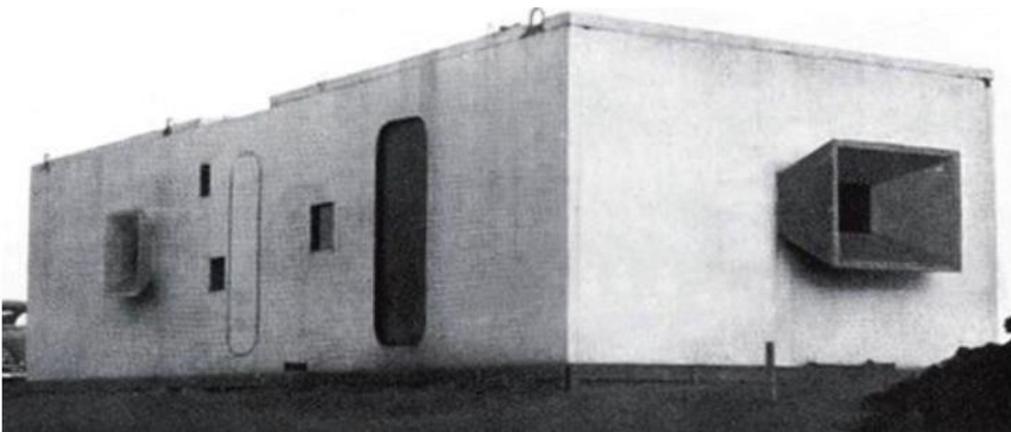


Fig. 19. Vista del Prototipo construido  
Fuente: ACRÓPOLE, 1970  
[Consulta: 10 de noviembre 2021]

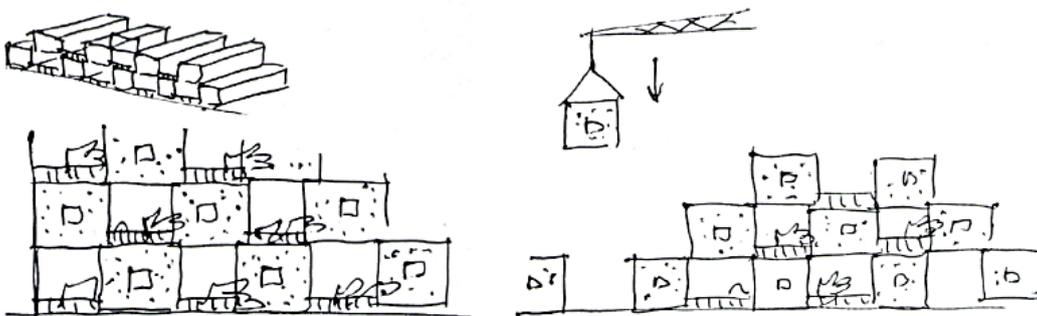
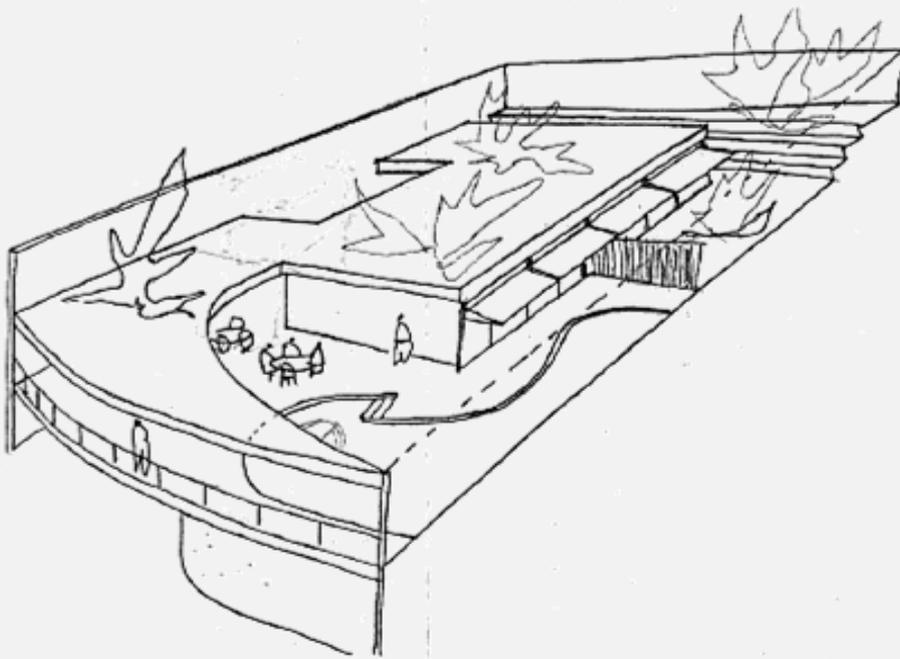


Fig. 20. Esquema de posibles respuestas de montaje  
Fuente: ACRÓPOLE, 1970  
[Consulta: 10 de noviembre 2021]



## 5. JOAO Y SU RELACIÓN CON LA PREFABRICACIÓN

## 5.1. INTRODUCCIÓN

El vínculo que nace y desarrolla João con la prefabricación se da por diversas influencias en su vida, siendo tres las más importantes a comentar. Sin embargo, sin la predisposición por parte de él en ser receptivo y abierto a adquirir nuevos conocimientos en relación a este sistema no se daría.

Siendo así, la primera influencia importante en el lado académico en la facultad Aldary Toledo<sup>12</sup>, aunque propiamente no lo induce a utilizar este sistema es una persona que influye en su diseñar. Cabe mencionar, que João fue formado en la corriente del movimiento moderno, el cual tiene un protagonismo jerárquico en Brasil ya que desarrollo su propia identidad.

Posteriormente, este vínculo con Aldary le traerá frutos pues lo conectará con su próxima influencia más importante, Oscar Niemeyer, que por cuestiones laborales empiezan a trabajar juntos en diversos proyectos. Será en esta etapa, que en conjunto experimentarán con la prefabricación.

Por último, y no menos importante es cuando João realiza unos viajes de estudios patrocinados por la Universidad de Brasilia, para adquirir conocimientos sobre la prefabricación en Europa, donde también tenía la tarea de estudiar la oferta tecnológica de las maquinarias que podían ser adquiridas para el avance de la prefabricación en Brasil, en esta etapa también es importante mencionar a Darcy Ribeiro<sup>13</sup>, aunque lo conoce desde la construcción de Brasilia, lo impulsa en su especialización, además de trabajar juntos, lo apoya en sus investigaciones tecnológicas.

Para terminar, solo comentar que paradójicamente todos los implicados se conocen pues se movían dentro del mismo círculo social y laboral.

---

<sup>12</sup> Arquitecto y Pintor brasileño, que trabajo en diversos proyectos con Oscar Niemeyer.

<sup>13</sup> Antropólogo brasileño que fue Ministro de Educación de Brasil en el periodo de 1962-1963, fundador y rector de la Universidad de Brasilia en su primer periodo.

## 5.2. INFLUENCIAS SOBRE SU VISIÓN, OBRA Y TRABAJO

### 5.2.1. Referente Académico: Aldary Toledo

Durante su época universitaria en la Escuela de Bellas Artes de Rio de Janeiro, João conoce a Aldary, siendo influenciado por dos puntos.

Primero a través de su cátedra, de ello João comenta:

*“Eu sou arquiteto, hoje em dia, e devo a ele, porque ele é quem me formou. Ele fez minha formação, tudo que sei devo a ele me deu o conceito de arquitetura” (PEIXOTO, 1996).*

La formación que recibió João no fue focalizada sólo en el diseño sino también en la parte técnica eso explica su manejo en el área constructiva.

Segundo a través de su obra, de ello João comenta:

*“Aldary abriu meus olhos e fui muito influenciado por ele até pela arquitetura que fazia, mas, na verdade, estava num período de esponja, de absorver o que fosse” (LIMA, 2004, pg.14).*

Para enfatizar lo último dicho, se citará algunos aspectos de una obra de Aldary que pudieron ser referencia y reinterpretados por João:

*“No projeto do Hospital de Puericultura na Cidade Universitária podemos encontrar diversos aspectos, mais tarde reproduzidos na obra de João Filgueiras Lima: o uso da quinta fachada com sheds, a síntese das artes e a planta funcionalista, tronco que une três edifícios, resultando em pátios abertos para a paisagem” (MARQUES, 2012, pg.32)*

Sólo agregar, que Aldary fue uno de los primeros arquitectos que empezó aplicar el movimiento moderno en el país, es importante mencionarlo para tener referencias de la retroalimentación de João, siendo diversos los proyectos hechos por él, como los de la ciudad de Cataguases, por mencionar el Hotel Cataguases, ver fig. 21 de referencia, obras bajo encargo del IAPB<sup>14</sup> donde trabajó con Niemeyer, y estableció una amistad; que luego introducirá a João no solo de forma amical sino laboral.

---

<sup>14</sup> Siglas del Instituto de Jubilados y Bancarios Pensionados

Pero, para entender primero cómo nacen estos vínculos. Aldary a los alumnos que destacaban en la facultad los invitaba a trabajar con él, además que los dejaba participar de reuniones y conversatorios íntimos con pintores, artistas, etc. de su círculo social; pues es así que João empezó a trabajar en su despacho, y empezó a socializar con diferentes profesionales; de esa manera fue que conoció a Oscar Niemeyer y a Darcy Ribeiro, con los cuales trabajaría más adelante por recomendación de Aldary.



Fig. 21. Vista exterior e interior del Hotel Catguases

Fuente: : < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/drops/17.115/6500> >

[Consulta: 13 de noviembre 2021]

Pero, sería recién cuando Aldary llega a integrar a João al IAPB, en ese entonces Aldary era el director de los proyectos de arquitectura, que empieza a trabajar en proyectos de importancia a nivel nacional. Siendo su mayor reto la construcción de la nueva capital, Brasilia.

Hasta este momento, Aldary ha establecido los cimientos con los cuales João trabajará en su próxima etapa con su siguiente gran influencia, Oscar Niemeyer, que pasaremos a detallar a continuación.

### 5.2.2. Referente profesional: Oscar Niemeyer

João conoce a Niemeyer, como se ha comentado, en los conversatorios y reuniones que organizaba Aldary Toledo en su casa con el propósito de hacer intercambio y retroalimentación en arquitectura y arte. Pero, será hasta en 1957 cuando comienza a trabajar en el IAPB que empieza a tener un vínculo estrecho laboral y amical con él.

Empezando, desde la construcción de Brasilia que debía apoyarlo en la construcción y supervisión de las Supercuadras, mientras este diseñaba los demás equipamientos de la ciudad. De esto, João comenta:

*“Imediatamente fui intimidado a procurar o arquiteto Oscar Niemeyer e sua equipe para receber os desenhos iniciais dos projetos dos 11 edifícios de apartamentos a serem construídos pelo instituto na nova capital. Fui recebido inicialmente por Nauro Esteves, chefe do escritório de Oscar que teve uma participação importantíssima na construção da cidade. ”*  
(LIMA, 2010, pg.68)

La mayoría de los arquitectos que trabajaban en el IAPB no deseaban ir a la construcción de Brasilia, pues cómo era una zona lejana, aislada y no abastecida, no querían dejar las comodidades de Rio de Janeiro. Es por eso que João es elegido, siendo un recién egresado con 25 años de edad, más motivado por lo que significaba ser partícipe de tal proyecto, va.

*“Estavam procurando uma pessoa que pudesse ir para lá e ninguém queria. Naquela época, o carioca tinha horror a Brasília. Então, ficava aquela coisa: ¿quem é que quer ir? Tinha que ser um recém formado. ‘O Lelé, o Lelé vai ’”*  
(LATARROCA, 1999, pg.15)

En este primer trabajo, João deja claro a Niemeyer y al equipo de IAPB su nivel de eficiencia pues como se ha comentado fue la SQS 108, la primera Supercuadra en acabar de construirse. Además, que gracias al ser partícipe de este proyecto de una manera indirecta es concientizado sobre la importancia de la racionalización en la construcción, y posteriormente se inclinaría a la línea de la construcción con tecnológica.

Pero, sería en el segundo trabajo, que se daría la etapa de mayor influencia de Niemeyer sobre él, específicamente el trabajo en prefabricados. Siendo en el año 1961, donde es invitado por él, ya que es coordinador de CEPLAN<sup>15</sup>, a que forme parte del equipo profesional de la UNB, ello incluía la construcción de diversos equipamientos de la universidad y ser parte del equipo académico de la facultad de arquitectura. De ello João, comenta:

*“ Eu fui lá como professor, Eu já fui indicado por Oscar como as seguintes funções: coordenador do curso de pós-graduação, secretário executivo do Centro de Planejamento e responsável pelo curso de técnica da construção. Eu tinha essas três incumbências” (LIMA, 2003, pg.23)*

Cuando ingresa a la UNB se incorpora al equipo CEPLAN, como secretario ejecutivo del mismo siendo la mano derecha de Niemeyer, que estaba encargado de realizar las diferentes infraestructuras de la universidad. Para ese entonces, Niemeyer ya tenía estipulado que se iba a utilizar la prefabricación para la construcción de las mismas. De ello João, comenta:

*“Oscar sempre teve vontade de atuar na coisa da pré-fabricação. Ele me convidou muitas vezes. Na época da Universidade ele disse: “Agora vamos fazer um negócio pré-fabricado”. Não se fazia pré-fabricado no Brasil. Então era necessário tomar um conhecimento maior do problema técnico da obra”. (LATORRACA, 1999, pg.19).*

Como era claro, Niemeyer que había estado en Europa ya había adquirido conocimiento sobre la prefabricación, y cuando llegó a Brasil y le encargan esta tarea, armó un equipo con él cual pudiera implementar esta técnica. Además, que se tenía un cronograma sobre las diversas obras que ejercía presión en el aceleramiento de construcción de las mismas. En ese entonces Darcy Ribeyro, que era el rector de la universidad, tenía mucho entusiasmo sobre la aplicación de esta técnica en la universidad, ello se detallará en la tercera influencia de João donde el cual es participe, ello se da a la par, pues como menciona João se necesitaba tener un mayor conocimiento en la técnica para aplicarlo en este proyecto embrionario en Brasil.

---

<sup>15</sup> Centro de Estudios y Planeamiento Arquitectónico de la Universidad de Brasilia - UNB

Así se da inicio a las primeras experimentaciones en prefabricados de hormigón, ya comentadas en el anterior capítulo. Según se detalla las diversas infraestructuras tienen la participación de los diferentes miembros del equipo CEPLAN, siendo el supervisor de las mismas João. Esta etapa, en la cual Niemeyer y João trabajan en coautoría le da la oportunidad de desarrollar conocimientos en prefabricación. Sin embargo, por el golpe de estado que ocurre en 1964, muchos de los proyectos en construcción fueron modificados, y cada profesional involucrado por cuestiones burocráticas fueron expulsados.

No obstante, João seguirá por su cuenta utilizando esta técnica e irá perfeccionándola a tal punto que en unos años más adelante volverá a trabajar con Niemeyer, ya utilizando un número material, la argamasa armada, pero para proyectos de alcance social, colegios a nivel nacional, específicamente los CIEPS, Centro Integrales de Enseñanza Pública.

Como se puede ver, ha sido Oscar Niemeyer que por cuestiones laborales introduce a João a la prefabricación, siendo su mayor influencia. Pero, será por sí mismo que se volverá un experto en esta técnica.



Fig. 22. João Filgueiras Lima con Oscar Niemeyer

Fuente: < <https://www.mandua.com.py/lele-lo-que-el-pritzker-se-perdio-in43> >

[Consulta: 15 de noviembre 2021]

### 5.2.3. Referentes de Europa: Viaje de Estudios

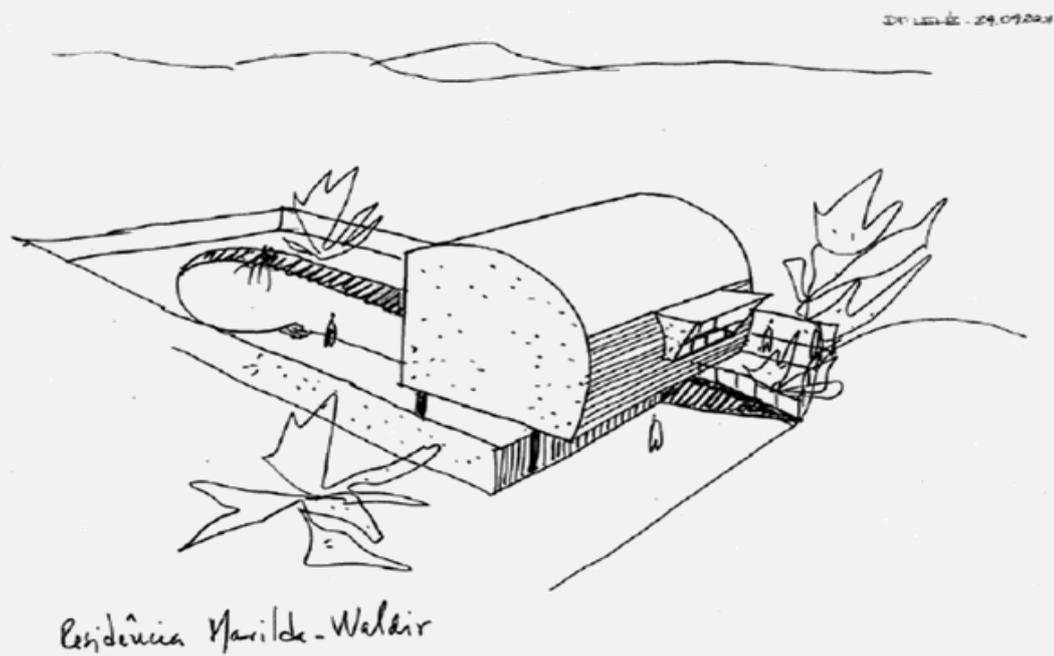
Como se ha comentado, en esta primera etapa de experimentación con prefabricados de hormigón en Brasil para poder aplicar la técnica de este sistema constructivo se ha tenido que adquirir mayores conocimientos. Es por ello, que en ese entonces el rector y fundador de la Universidad de Brasilia, Darcy Ribeiro, envía a dos profesionales del equipo CEPLAN a realizar un viaje de estudios. De esto, João comenta:

*“Darcy Ribeiro, que era um homem extremadamente criativo e entusiasmado, sugeriu, em 1962, que eu viajasse para o Leste Europeu, como objetivo de estudar melhor a questão da industrialização da construção. A pré-fabricação foi muito empregada na Europa no Pós-guerra, como a necessidade de reconstrução, principalmente na área de habitação. E foi muito estimulado na União Soviética e nos países do Leste, regiões que haviam sido muito destruídas” (LEONIDO, 2007)*

Es así que João y Sabino Barroso, otro miembro escogido, viajan por Alemania Oriental, Polonia, Checoslovaquia, Francia y la Unión Soviética; lugares que habían desarrollado sus técnicas y sistemas de industrialización para acelerar su proceso de reconstrucción por los daños causados por la Segunda Guerra Mundial. Pasando ciertas temporadas en cada país para estudiar las producciones arquitectónicas, además de visitar fábricas para ver los procesos de fabricación para poder implementarlo en Brasil, específicamente en la Universidad de Brasilia. De esto, João comenta:

*“O objetivo era implantar uma fábrica dentro da universidade. Cheguei a fazer o projeto da fábrica e os prédios iniciais de ICC, já com pré-fabricado”. (LATORRACA, 1999, pg.19)*

Sin embargo, no se llegó a implantar la fábrica pues sólo quedó a nivel de proyecto, recordemos que el golpe de estado en 1964 paraliza la universidad y la implementación de esta fábrica también fue afectada. No obstante, estos viajes realizados por Europa, retroalimentan a João en esta técnica que aplicará y adaptará a la realidad brasileña. Esta última influencia le da la especialización necesaria para poder desarrollar diversos proyectos e investigaciones en tecnología constructiva.



## 6. LA PREFABRICACIÓN DE LA ARQUITECTURA BRASILEÑA A TRAVÉS DE SU OBRA

## 6.1. PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

### 6.1.1. Diseño y Obras:

Los siguientes proyectos se dan después de la etapa de experimentación de la UNB, en los cuales se sigue aplicando el uso del hormigón. Según van pasando los años se verá un mayor manejo plástico en el diseño, siendo desde un inicio parametrizado en la estructura, es decir monótono y limitativo, hasta uno dinámico en la morfología, plasmado en las vigas y fachada, donde se utilizará la curva y el color sutilmente en las piezas.

- **DISBRAVE: Sede de la Distribuidora Brasilia de Vehículos - 1965**

Este proyecto fue realizado para la distribuidora y tienda de vehículos Volkswagen, ubicado en la Avenida W3, Norte en Brasilia, zona urbana. Su diseño utiliza la curva de una manera sutil, dándole un carácter sobrio y elegante a la propuesta. Sobre su emplazamiento, es en un terreno alargado y en desnivel; por lo que la propuesta está compuesta en dos bloques, uno vertical donde se encuentran las oficinas, la administración y la zona de ventas; y el horizontal, en desnivel, donde se ubica los talleres de reparación y mantenimiento de los autos, (ver fig. 23); además cuenta con un grifo que está compuesto por 2 cubiertas de hormigón de 24 x 24 m. de un solo apoyo ambos, que se encuentra al lado norte del terreno. Las curvas se dan tanto en la fachada como en la cubierta de los bloques.



Fig. 23 Vista externa del bloque vertical y horizontal  
Fuente: < <https://hiddenarchitecture.net/disbrave/> >  
[Consulta: 16 de noviembre 2021]

Sobre el proyecto, desde su concepción en su totalidad era prefabricado, más sólo se dio por partes, esto debido a diversos factores, como el costo alto de la obra, la falta de equipamientos y los tiempos de entrega; con sólo decir que se finalizó la construcción en 20 años pues fue por etapas. Además, que hubo modificaciones que implicó en su momento la demolición del bloque vertical, pues se construyó un sótano en esa área. Hay que enfatizar que, en el caso del bloque vertical, la circulación vertical, las escaleras, ascensores y los servicios higiénicos, se dan externamente en un bloque aparte con la finalidad de tener espacios diáfanos en las plantas y porque se tenía pensado no obstaculizar la modulación de las estructuras.

De lo comentado, respecto a la prefabricación en el bloque vertical, el único elemento prefabricado fueron los aleros ligeramente curvos (ver fig. 24) que sirven de protección en dos de sus fachadas, norte y oeste; el resto del bloque fue hormigonado in situ, y para el montaje se utilizaron grúas.

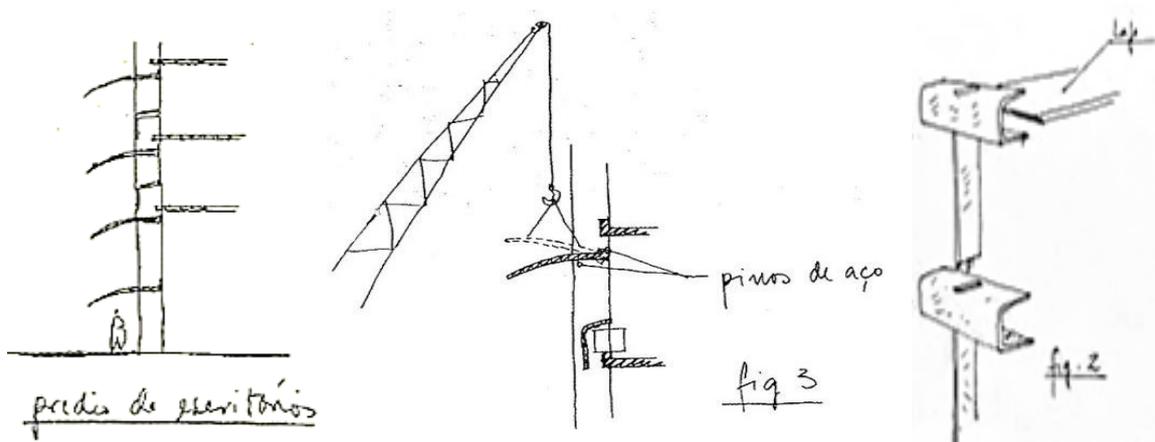


Fig. 24 Esquema de piezas prefabricadas y montaje a utilizar en fachada de edificio vertical

Fuente: <<https://hiddenarchitecture.net/disbrave/>>

[Consulta: 16 de diciembre 2021]

Del bloque horizontal, el elemento prefabricado utilizado fue las vigas sheds curvas “tipo Y” (ver fig. 25), cuales dimensiones eran 2.20 m ancho x 25.00 m. largo, un promedio del peso de la pieza era 40 toneladas, que estaban ubicadas a cada 2.20 m. a eje de cada pieza; y eran apoyadas en vigas longitudinales hormigonadas in situ, y estas en columnas delgadas hormigonadas in situ cada 2.20 m. que acompañaban el ritmo de las vigas en fachada. Las vigas sheds presentan orificios para la iluminación cenital de los espacios interiores, en cubierta en uno de sus lados. (ver fig. 26).

Cabe adicionar, que en los lados longitudinales sobresale las vigas sheds que funcionan como aleros, de 2.00 m. aproximadamente a cada lado, que sirve de protección de las fachadas este y oeste de la radiación solar, y de la protección de las aguas pluviales. (ver igualmente fig. 26).

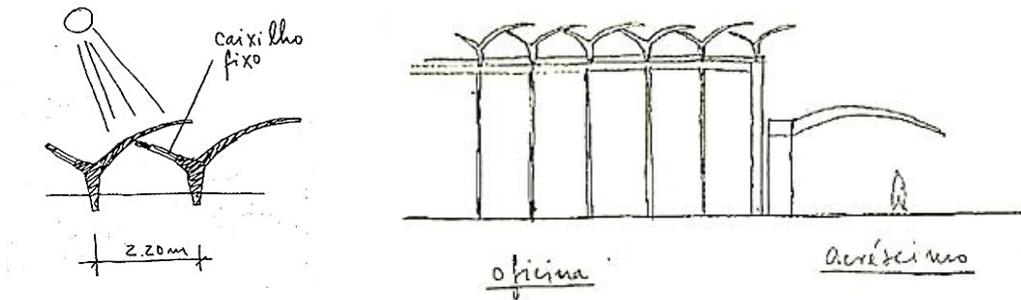


Fig. 25 Esquema de pieza y montaje a utilizar en cubierta de edificio horizontal

Fuente: <<https://hiddenarchitecture.net/disbrave/>>

[Consulta: 16 de diciembre 2021]



Fig. 26 Detalle de iluminación interior a través de las aberturas de la pieza prefabricada

Fuente: <<https://hiddenarchitecture.net/disbrave/>>

[Consulta: 16 de diciembre 2021]

- **Hospital Regional Taguatinga – 1968**

Este es el primer proyecto hospitalario que realiza João de los muchos que realizará en su carrera, y en cual desarrolla nuevos conceptos de diseño tanto para esta tipología arquitectónica como para la creación de nuevos elementos prefabricados. Sobre su emplazamiento, este se ubica fuera del plan piloto de Brasilia, en un área de expansión frente al Parque Ecológico de Cortado, la fachada sur-oeste tiene vista a este; las demás fachadas a otros predios, pero hay que considerar que tienen áreas verdes en ellas.

El área que ocupa todo el proyecto es de 27, 690 m<sup>2</sup>; considerando áreas construidas y libres. El terreno tiene desnivel por lo que João opta que la implantación se adapte a la topografía, teniendo como resultado 4 niveles. En los cuales ubica las siguientes grandes áreas: internamiento, zona quirúrgica, emergencia y ambulatorio. De estos, el primero se encuentra en la zona baja frente al parque, es el único bloque vertical con 5 niveles; los demás bloques son horizontales de un nivel, pero se encuentran en los niveles superiores del terreno (ver fig. 27). Hay que comentar, que se ha utilizado la prefabricación mezclado con el hormigón vertido in situ.



Fig. 27 Vista aérea completa del Hospital

Fuente: Google earth

[Consulta: 16 de diciembre 2021]

Sobre el diseño, lo más destacado del proyecto es el trabajo realizado en la en el bloque de internamiento, pues es dinámico, expandible y flexible. Este bloque, está compuesto por 4 ejes longitudinales, donde 2 centrales definen la circulación del bloque, y los otros 2 restantes definen sus fachadas este y oeste. Lo novedoso ha sido que, en estas fachadas, el elemento protagónico es la caja modulada, conocido como “caixa” en Brasil, que le ha dado un carácter distinto al hospital pues juega con desfases y escalonamientos, creando espacios libres que sirven como terrazas para los usuarios, que posteriormente se puede expandir a más habitaciones, siendo flexible. A ello, agregar que las cajas poseen parasoles que, sumado al retiro del cerramiento, dan protección de la radiación solar y de las lluvias; además que es el primer proyecto que utiliza el color en sus elementos prefabricados, dándole un juego lúdico a la fachada (ver fig. 28).



Fig. 28 Vista externa de parte del conjunto y detalle de las cajas en fachada

Fuente: < <https://www.artstreetecture.com/streetview/post/1106-hospital-regional-de-taguatinga-brasil-joao-filgueiras-lima> >

[Consulta: 16 de noviembre 2021]

Sobre la prefabricación, para el diseño se ha utilizado el módulo 1.10 m., que es la medida base de las losas alveolares prefabricadas utilizadas. Lo cual ha definido las medidas de los elementos como de los espacios. Sobre la estructuración y montaje, en el bloque de internamiento, los ejes centrales son pórticos hormigonados in situ que en conjunto con las cajas moduladas son portantes de las losas alveolares que definen los niveles (ver fig. 29). Pero, para dar resistencia a las fachadas longitudinales, pues está compuesta por cajas sueltas, se ha vertido hormigón in situ entre estas.

Sobre el resto de bloques, se ha realizado un proceso constructivo parecido a lo realizado en Disbrave, pues el elemento protagonista las vigas sheds tipo “v”, siendo más curvas que las anteriores vistas, de 2.20 m. x 7.70 m.; se apoyan en pilares prefabricados tipo “I” y vigas hormigonadas in situ, ambas de medidas de 0.55 m. x 0.77 m. (ver fig. 29); pero que en este caso, se utiliza además paneles de concreto ciegos y calados para los cerramientos de los espacios como para la definición de límites exteriores.

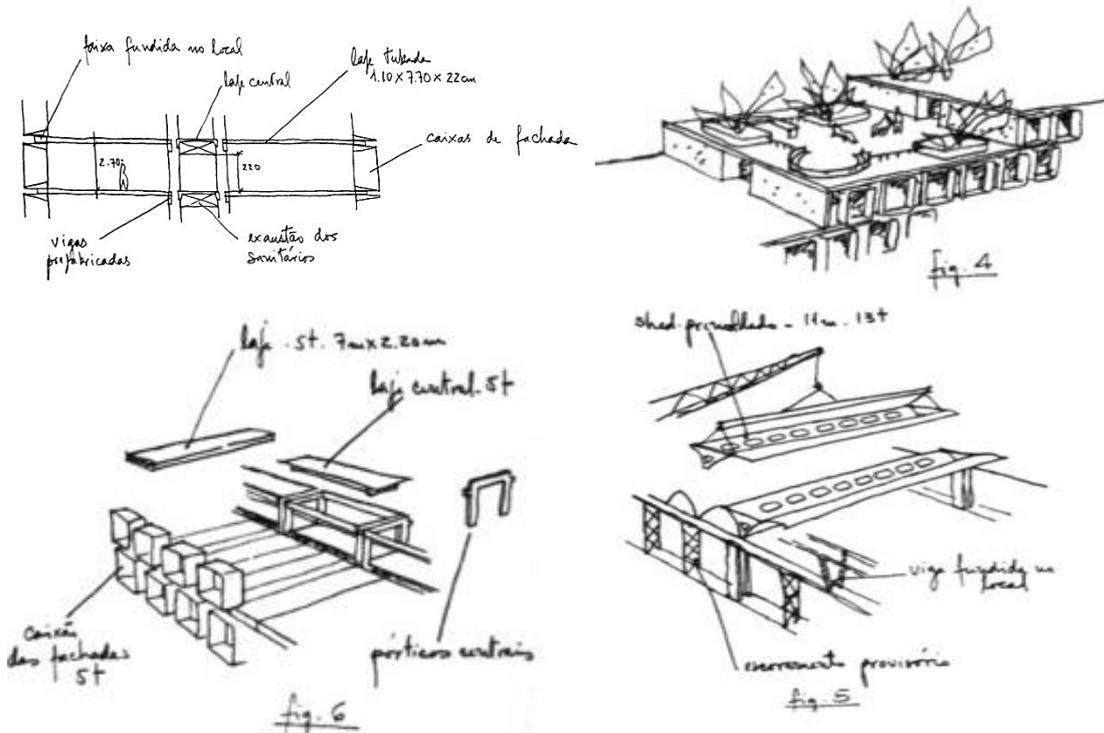


Fig. 29 Esquema de piezas y montaje de cajas y vigas sheds prefabricados

Fuente: < <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/760348/clasicos-de-arquitectura-hospital-regional-de-taguatinga-joao-filgueiras-lima-lele> >

[Consulta: 16 de diciembre 2021]



Fig. 30 Detalle de pieza prefabricada de cubierta en exterior e interior

Fuente: < <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/760348/clasicos-de-arquitectura-hospital-regional-de-taguatinga-joao-filgueiras-lima-lele> >

[Consulta: 16 de diciembre 2021]

- **CAB: Secretarias del Centro Administrativo de la Bahía, 1971-1975**

El diseño de este proyecto está en base al plano urbanístico desarrollado por Lucio Costa en 1971 (ver lado izquierdo de fig. 31), donde se refleja ciertos conceptos modernistas. Es decir, bloques aislados, grandes áreas verdes, vías vehiculares priorizadas y vías peatonales separadas. De ello, los bloques, 5 unidades, son volúmenes longitudinales, estrechos y sinuosos pues son curvos; poseen cada uno, un área de 10,000 m<sup>2</sup>; y su construcción se da recién en 1973 con una duración de 18 meses, esto gracias a la prefabricación, que igual al anterior proyecto, también se complementa con hormigado in situ de estructuras o cerramientos.

Sobre su diseño, al igual que el hospital Taguatinga hace uso de las cajas moduladas en fachada con escalonamiento en sus lados transversales para la creación de espacios terraza-jardín para los empleados; la diferencia es que las cajas son montadas de forma alineada y van sobre una plataforma apoyada en una gran viga central longitudinal y vigas transversales; y estas sobre pilotes centrales cada 16.50 m., solución optada por terreno desnivelado; sobre la plataforma se dan tres niveles de oficinas. (ver fig. 31) Al igual que el proyecto anterior se hace uso del color tanto en el cerramiento de las fachadas como en los parasoles siendo diferentes en cada bloque. Cabe mencionar, las circulaciones verticales, se dan en bloques separados al principal, aledaño a este (ver fig. 32).

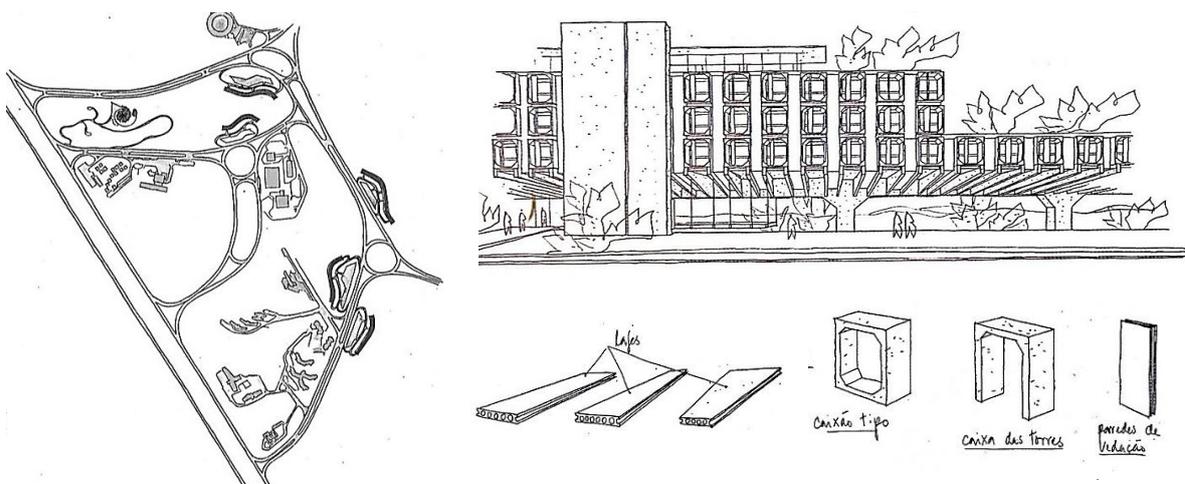


Fig. 31 Diseño del conjunto, y esquema de piezas y montaje de cajas y losas prefabricadas

Fuente: < <https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele> >

[Consulta: 16 de diciembre 2021]



Fig. 32 Vistas aéreas de los diferentes bloques  
Fuente: Capturas propias en Google Earth Pro  
[Consulta: 16 de diciembre 2021]

Sobre su proceso constructivo, montaje y prefabricación; primero los pilares como la viga central longitudinal son hormigonados in situ, después las vigas transversales, que son piezas prefabricadas, son montadas; posteriormente la plataforma es hormigonada in situ, y de ahí son colocadas las cajas moduladas en su perímetro definiendo 2 ejes (en las fachadas longitudinales), que, apoyados del pórtico central, tercer eje, se le colocan las losas alveolares transversalmente. Cabe aclarar, que el montaje de los niveles se inicia desde un lado del bloque hasta llegar y terminar al otro extremo, esto es con el fin de que la grúa, que es montada en el eje central, solo pase una vez por el mismo sitio, y no tenga que estar en constante movimiento, recordemos que el bloque es muy largo (ver fig. 33).

Por último, para la resistencia respectiva de las fachadas se hormigona in situ los espacios entre las cajas, dejando ciertas aberturas para la colocación de paneles de fibra de vidrio para la manipulación fácil de las instalaciones. Sobre otros elementos como los parasoles metálicos, estos son tanto horizontales como verticales, ello responde a la orientación de la fachada respectiva. Y sobre la fabricación de las cajas, ello se da en la misma obra.

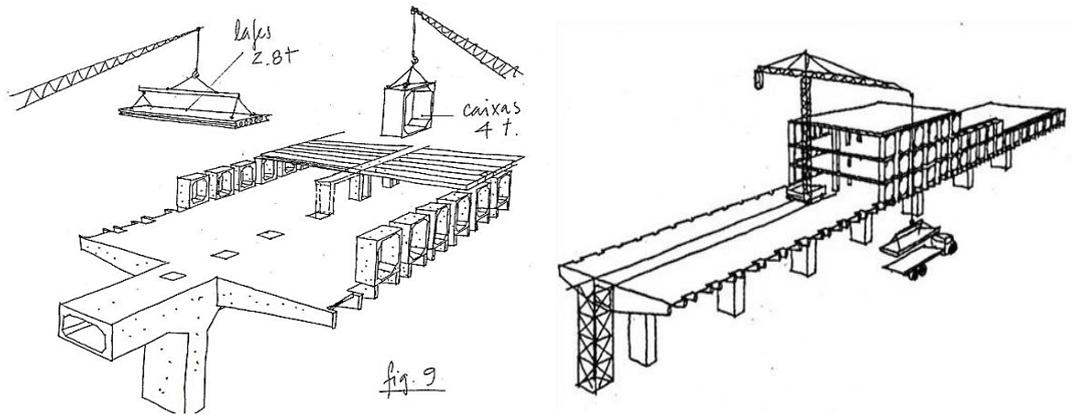


Fig. 33 Diseño del conjunto, y esquema de piezas y montaje de cajas y losas prefabricadas

Fuente: <<https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele>>

[Consulta: 16 de diciembre 2021]

- **Edifícios de Camargo Corrêa (Camargo Corrêa y Morro Vermelho) - 1974**

Este es un proyecto privado para la constructora del mismo nombre, Camargo Corrêa, sede en Brasilia. Ubicado en la Cuadra 1 del sector comercial Sur (SCS) del plano piloto, emplazado en una zona pública. Estos 2 edificios son oficinas tanto para la empresa como para alquiler. Ambos están separados 37 m. entre sí, pero están conectados a través de una cubierta en común en la planta baja, que marca sus ingresos.

Sobre su diseño, ambos bloques son iguales, poseen planta rectangular, 15 niveles y 3 sótanos comunes entre ambos con capacidad de 560 autos. Al igual, las circulaciones verticales y servicios, los ascensores, escaleras y servicios higiénicos, fueron colocados en un bloque aledaño al principal, el cual es totalmente cerrado y hormigonado in situ. Dejando así libertad para la ocupación de las plantas típicas de las oficinas, además de dotarles espacios diáfanos. En su fachada, igualmente que los proyectos anteriores,

utiliza la caja modulada, pero con la diferencia que estos tienen bordes curvos, pues fueron piezas hechas en fábrica, es decir con mayor tecnología, a diferencia de las otras que fueron realizadas en obra. Cabe adicionar, que se tiene 3 tipos de cajas<sup>16</sup>, tipo 1 para la planta baja, tipo 2 para la planta típica, y tipo 3 para la última planta (ver fig.34 se señala cada una).

Sobre el detalle de estas, otra diferencia es que poseen una abertura entre cajas que sirve para la ventilación (ver fig.34 lado derecho). Sobre los parasoles, estos poseen dos colores, en el edificio Morro Vermelho, color naranja; y en el edificio Correa, color verde. Además, que, de acuerdo al estudio solar, se le posiciona vertical en la fachada sur, y horizontal en la fachada norte, en ambos edificios. (ver fig.35)

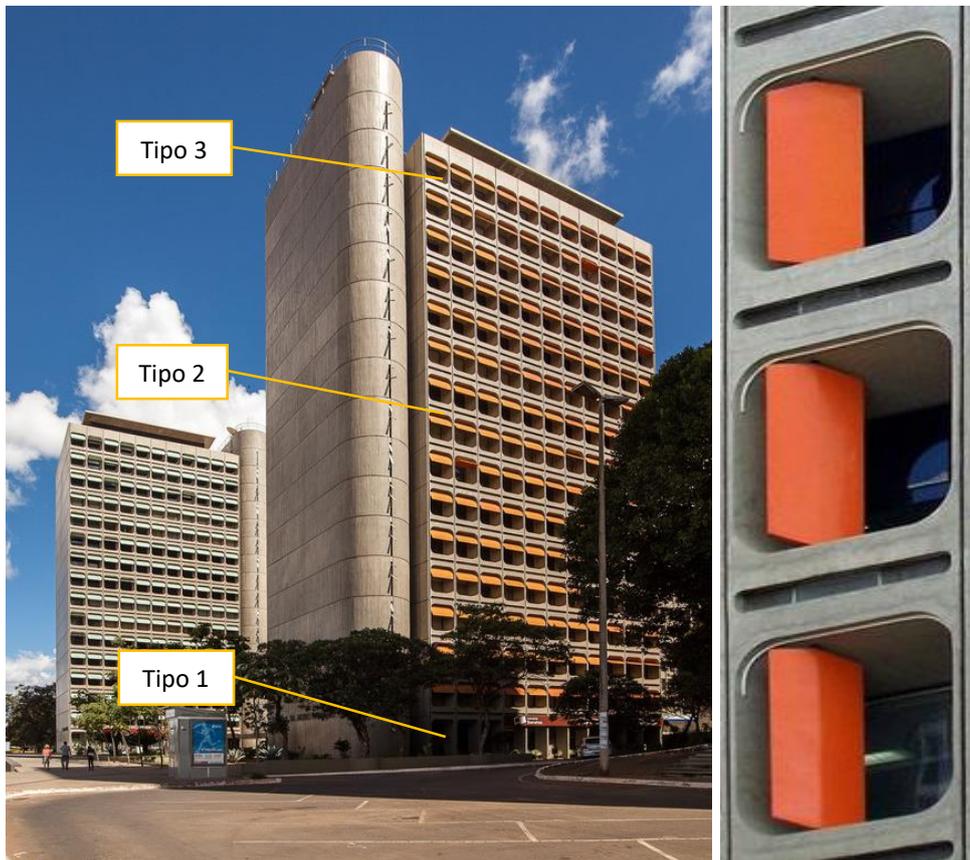


Fig. 34 Vista de diseño y detalles de los tres tipos de cajas prefabricadas en fachada  
Fuente: <<https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon> >  
[Consulta: 16 de diciembre 2021]

<sup>16</sup> Melo de Oliveira, F. (2013). *As Caixas en las fachadas de Lelé*. Tesis de Maestría. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya. pg. 42

Sobre su estructura y proceso constructivo, es similar a los otros proyectos que presentan esta pieza, en los cuales se tiene tres ejes estructurales. Dos son las fachadas con las cajas prefabricadas; y el tercero, el central de pórticos hormigonado en situ. Las losas alveolares que se apoyan en estos, en este caso tiene 6.60 ó 7.70 m. de largo. Igualmente, se hormigona in situ los espacios entre cajas para darle la estabilidad respectiva.

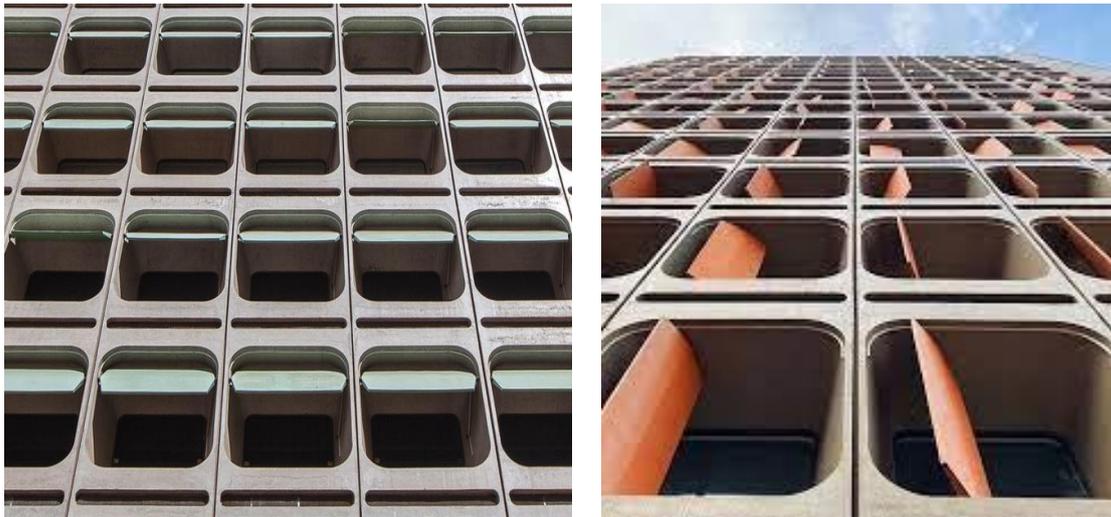


Fig. 35 Vista de orientación de parasoles en las fachadas

Fuente: < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon> >

[Consulta: 16 de diciembre 2021]

- **Distribuidora Planalto Ford – 1972**

Este proyecto fue realizado para la tienda de automóviles Ford, con sede en Brasilia, dentro del plano piloto. Sobre su emplazamiento, el terreno es alargado y en desnivel, por lo que se optó que la implantación sea en 4 niveles; los 2 bloques que lo componen son longitudinales, y de un solo nivel. Al igual que el proyecto de Disbrave, el elemento protagónico son las vigas sheds utilizadas, pero en este caso serán rectas, tipo “Λ”, sobre las características de estas, sus medidas son 3.00 m. ancho x 2.00 m. alto x 12.00 m. largo, que adicionalmente tendrán otra pieza, que protegerá las aberturas de las vigas para la iluminación cenital de forma indirecta, las aberturas estarán orientadas al sureste (ver fig. 36). Las vigas sheds también servirán de aleros para las fachadas este y oeste.

Por otro lado, otros elementos prefabricados utilizados son los paneles de concreto, totalmente ciegos, para los cerramientos. Además, de las columnas prefabricadas ubicadas cada 3.00 m. siguiendo el ritmo de las vigas sheds; que al igual que el proyecto de Disbrave, con las vigas de apoyo transversal, hormigonadas in situ, dan soporte a las vigas sheds (ver fig. 37).

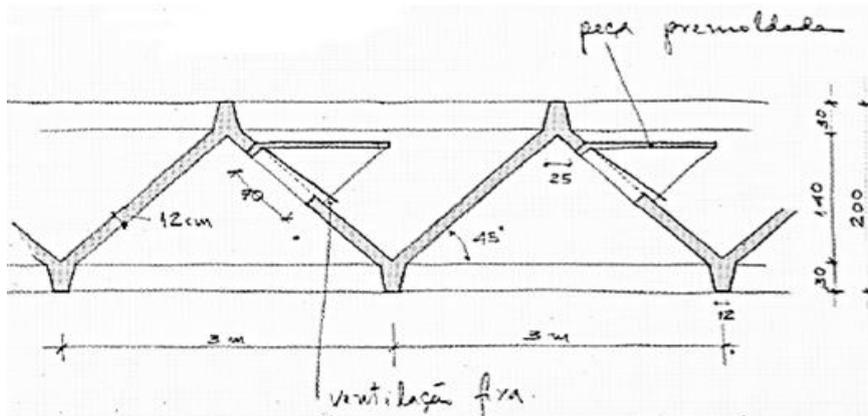


Fig. 36 Corte esquemático de sheds tipo A  
Fuente: WESTPHAL, 2007  
[Consulta: 16 de diciembre 2021]



Fig. 37 Vista de proyección de viga sheds como alero en fachada  
Fuente: < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon/537f916dc07a80d8590002b9-the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon-photo> >  
[Consulta: 16 de diciembre 2021]

## a. PREFABRICADOS DE ARGAMASA ARMADA

### i. Diseño y Obras:

Los siguientes proyectos se dan gracias a que João apuesta por un nuevo material, la argamasa armada, una variante del ferrocemento que es producto de investigación del ingeniero Frederico Schiel<sup>17</sup> y su equipo, con quien João trabaja en diversos proyectos. Más su aplicación se da porque el material responde a las necesidades y a la realidad de Brasil.

Sobre ello, en un inicio se verá su uso en piezas aisladas, pues todavía será producto de prueba, que posteriormente gracias al prototipo la Escuela transitoria de Abadiânia, donde se usa el material en todos los componentes en un proyecto arquitectónico, se valorará el potencial del material en edificaciones, pasando su uso de proyectos de escala pequeña hasta unos de escala urbana. Solo comentar, que los proyectos a mencionar son de carácter público y social, siendo colegios y guarderías; sólo se mencionará un hospital, pues se le utilizó en algunas piezas de la cubierta.

- **Hospital rede Sarah Kubitscheck-Sede Brasilia, 1976 - 1980**

Este proyecto es el primero de la cadena de sedes de la red Hospitalaria Sarah en construirse en todo Brasil, de los cuales João estará encargado como proyectista. Su ubicación es en el Sector Médico Hospitalario Sur de Brasilia, zona urbana, por lo cual denota que es en un terreno limitativo, que, a pesar de ocupar una cuadra total, por la extensión del programa y sumado a la existencia de 2 bloques que fueron previamente construidos en 1959, los cuales funcionan como centro de Rehabilitación del Hospital, el terreno queda pequeño. Por tanto, la propuesta es una ampliación de lo existente, en el que su diseño tuvo que adaptarse e integrarse.

Por otro lado, es importante mencionar, que la diferencia de esta sede de las otras, es que el resto poseen mayor área, y se dan en entornos naturales. Ello se ve reflejado en la solución arquitectónica. Respecto a ello, adicionar la aplicación de conceptos de diseño asesorados por el doctor

---

<sup>17</sup> Ingeniero, y profesor de la Escuela de Ingeniera de São Carlos de la Universidad de São Paulo, quien trabajo en diversos proyectos con el ingeniero italiano Pier Luigi Nervi, quien utilizaba el ferrocemento en sus obras.

Aloysio Campos de Paz, ya utilizados en el Hospital Regional Taguatinga; flexibilidad y extensión de espacios, mayor área verde, y creación de espacios libres terapéuticos para los internados; son puntos fundamentales, los cuales, las sedes de esta red siempre aplicarán.

Sobre su diseño, primero, se tiene 5 grandes zonas: zona quirúrgica, laboratorios, biblioteca y auditorio, servicios generales, e internamiento. Ubicándose en bloques horizontales, y solo internamiento en un bloque vertical. Solo comentar, que posee diferentes lenguajes arquitectónicos, pues el hospital fue construido en diferentes etapas (ver fig. 38).



Fig. 38 Vista área del conjunto y vista de los sheds vigas en cubierta

Fuente: < <https://www.sarah.br/a-rede-SARAH/nossas-unidades/unidade-brasilia/>>

[Consulta: 19 de diciembre 2021]

Sobre su prefabricación, todo el proyecto se le había propuesto ser, no obstante, el bloque vertical por cuestiones estructurales y económicas no se realizó, el resto sí. Utilizando prefabricados de argamasa armada en ciertos elementos, pues todavía estaba en proceso de pruebas e investigación para su perfeccionamiento de aplicación, pues será recién en la escuela transitoria de Abadiânia, que se le use completamente en todos sus componentes. Es por ello, que los elementos son: los sheds rectos, orientadas sus aberturas al sur-oeste, que presentan una cierta variación de los anteriores vistos, pues llevan una lámina metálica color verde en su superficie, colocada con fines térmicos (ver fig. 39 y fig. 40 lado izquierdo).

Un nuevo elemento la viga canal tipo “V”, conocido “viga calha”<sup>18</sup> en Brasil, de medidas 0.60 m. alto x 1.15 m. ancho, que funciona también como losa, canal de instalaciones y creación de terrazas jardín (ver fig. 39 y fig. 40 lado derecho). Otros elementos son los paneles de concreto ciegos y calados utilizados para los cerramientos de espacios interiores y exteriores. Cabe mencionar, estos primeros elementos lo hicieron en conjunto con el ingeniero Frederico Schiel, quien abaló la resistencia de los mismos.

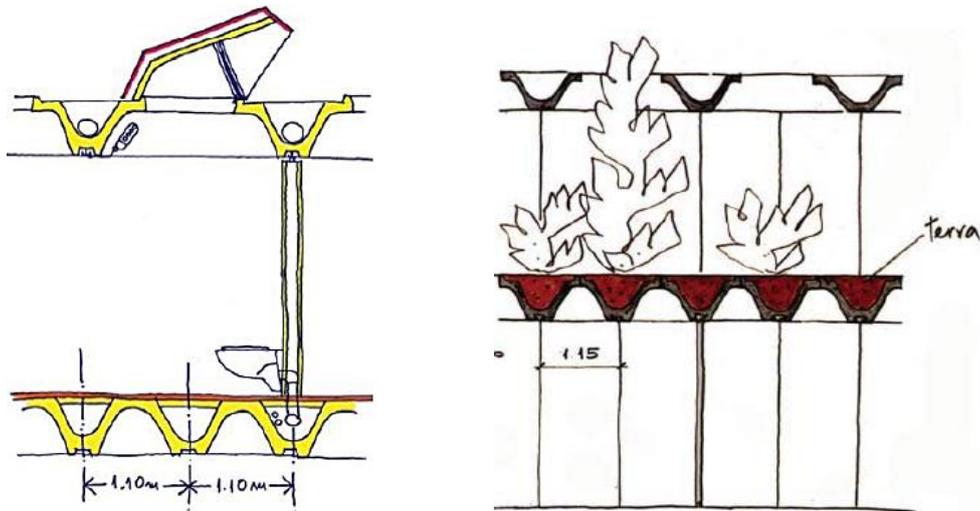


Fig. 39 Cortes esquemáticos de las vigas canal y sheds premoldados en cubierta  
Fuente: < <https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele> >  
[Consulta: 16 de diciembre 2021]



Fig. 40 Vista exterior e interior de los sheds lineales en cubierta  
Fuente: < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon> >  
[Consulta: 19 de diciembre 2021]

<sup>18</sup> Vilela Júnior, A. J. (2011) *A casa na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. Tesis de Maestría. Brasília: Universidad de Brasilia. Pg. 53

- **Escuela Transitoria en Abadiânia (1982 – 1984)**

Este es el primer proyecto completo de prefabricados de argamasa armada, después de la experimentación de algunos elementos en el hospital antes mencionado, y algunas obras de saneamiento en Salvador que se comentarán en el capítulo 7. Sobre esta escuela, su creación se da por la necesidad de dotar equipamientos educativos a pobladores agricultores de zonas rurales de Abadiânia, pero como este tipo de población no es perenne pues su estancia depende de demandas de trabajo, por tanto, se precisaba un equipamiento que pueda adaptarse a una población flotante y a emplazamientos efímeros. Así nace este prototipo, una escuela rural industrializada con la capacidad de ser flexible, extensible y desmontable. Cabe aclarar, el término transitorio le es otorgado ya que João comenta:

*"Siempre llamé esta escuela de argamasa armada, Escuela Transitoria, y no provisional, porque imaginé en 20 años ya habría cumplido su rol"*<sup>19</sup>

Es decir, esta escuela no se proyectó con una durabilidad eterna sino finita. João siempre fue consciente de que este proyecto respondía a una necesidad que posteriormente podía cambiar o no ser requerida. Por otro lado, este proyecto fue un trabajo de voluntariado pues fue realizado por un grupo participativo de diferentes profesionales, como médicos, profesores, etc.; comprometidos con el proyecto AMA "Acción en el Municipio de Abadiânia" que al final se volvió un proyecto participativo ejemplar pues todos estaban comprometidos con él, tanto que su construcción fue por los mismos agricultores. Ello, demostró que este tipo de proyectos con tecnología, pero de simplicidad de diseño, podía ser realizado por personal no especializado. En este caso, los agricultores fueron capacitados en corto tiempo a través de charlas y de un manual hecho por el mismo João llamado "Escola Transitória, modelo rural"<sup>20</sup>, el cual posee esquemas didácticos para facilitar su aprendizaje.

---

<sup>19</sup> VILELA, A. (2018) "Education on the production chain: Lelé's transitory schools in Brasil".  
<[https://www.researchgate.net/publication/326588600\\_Education\\_on\\_the\\_production\\_chain\\_Lele%27s\\_transitory\\_schools\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/326588600_Education_on_the_production_chain_Lele%27s_transitory_schools_in_Brazil)> [Consulta: 10 de febrero 2022]

<sup>20</sup> LIMA, J. (1984) Escola Transitória, modelo rural. Brasília: MEC/CEDATE

Sobre su diseño, el prototipo es un bloque longitudinal de 285 m<sup>2</sup> de área para un aforo de 70 alumnos, es de un solo nivel, y está orientado al norte y sur, sus aulas están directamente integrados con el exterior (ver fig. 41). Las características de su diseño responden a lograr el confort de sus interiores. Sobre sus espacios, estos son: 2 aulas flexibles, 4 servicios higiénicos, 1 depósito, 1 cocina, y una zona de recreo techado. Sobre su prefabricación, se trabajó el diseño con el módulo de 1,145 m. y submúltiplo 0.57,5 m., de los cuales se obtuvo un diseño de 16 piezas prefabricadas (ver fig. 42, como referencia de algunas piezas). Sólo agregar que en 45 días se construyó, incluye la fabricación de las piezas y el proceso constructivo de su montaje. Todo ello se detallará más en el capítulo 8.



Fig. 41 Vista de prototipo finalizado el montaje de piezas

Fuente: LATORRACA, 2010

[Consulta: 20 de diciembre 2021]

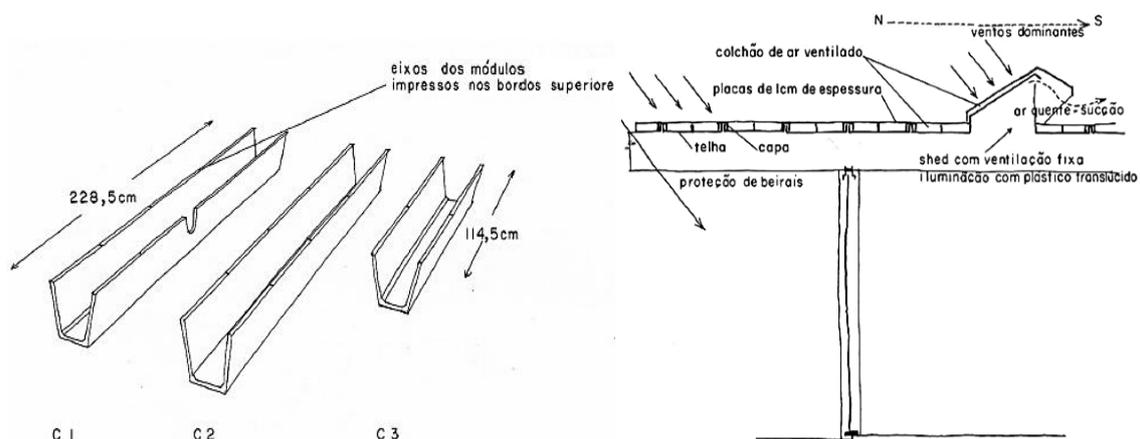


Fig. 42 Esquema de algunas piezas: canaletas de desagüe y sheds premoldados

Fuente: LIMA, 1984

[Consulta: 20 de diciembre 2021]

Cabe mencionar, previamente se construyó un prototipo de madera con las mismas características para hacer el comparativo respectivo de ambos materiales, es decir para hacer un estudio de factibilidad. (ver fig. 43) Como conclusión, la materialización de este prototipo hizo visible el potencial de la argamasa armada como material para futuras edificaciones.

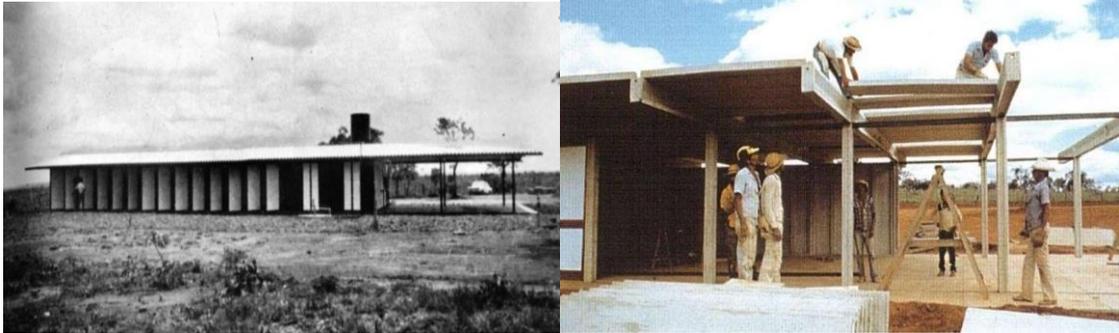


Fig. 43 Prototipo de madera y Prototipo de argamasa armada respectivamente

Fuente: LIMA, 1984

[Consulta: 20 de diciembre 2021]

- **Escuelas en Rio de Janeiro (1984-1986)**

Después de realizar el prototipo de Abadiânia, Darcy Ribeiro, amigo de João con quien ya había trabajado en la construcción de la UNB<sup>21</sup> y responsable ahora del programa de educación en Rio de Janeiro, comentó al gobernador de Rio, Leonel Brizola, sobre la innovación de este prototipo realizado en Goiás, por lo cual lo visitan, y al quedar conformes con lo visto, invitan a João a ser participe del nuevo proyecto de fortalecimiento de escuelas públicas en Rio de Janeiro, con el fin de replicar este caso en emplazamientos de características similares.

Estas escuelas se construyeron paralelamente al programa CIEPS, “Centro Integrado de Enseñanza Pública” de Rio de Janeiro, a cargo de Oscar Niemeyer; siendo ambos proyectos complementarios pues los prototipos realizados por João fueron implementados en las zonas de difícil acceso como las favelas y los morros, donde los CIEPS no se podían construir, ya que por su diseño demandaban 10,000 m<sup>2</sup> ó 5,000 m<sup>2</sup>.

---

<sup>21</sup> Siglas de la Universidad de Brasilia

Sobre su diseño, como se tenía límites con las fechas de entrega se realizaron 2 tipos. El primero, Modelo con patio, que era implementado en zonas de mayor área, poseían 2 niveles y terrazas accesibles (ver fig. 44); y el segundo, Modelo compacto, implementados en zonas de menor área y de solo un nivel (ver fig. 45). Se construyeron un total de 200 unidades, y se diseñaron 50 tipos de piezas prefabricadas. El proyecto terminó y la fábrica cerró cuando Brizola dejó su mandato.



Fig. 44 Vista de Prototipo 1 – Modelo con patio  
Fuente: VILELA, 2011, pg. 64  
[Consulta: 10 de febrero 2022]



Fig. 45 Vista de Prototipo 2 – Modelo Compacto  
Fuente: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/18.073/6891>>  
[Consulta: 10 de febrero 2022]

- **Guarderías “Creches MAIS” (1987)**

Estas guarderías son uno de los dos proyectos del programa MAIS “Movimiento de Acción Integrado Social” del estado de Salvador, que fueron implementados para dar atención a niños necesitados. Sobre su diseño, se tiene dos tipos, uno con patio y otro compacto, donde los bloques son simples, de planta rectangular, de un solo nivel, y lo resaltante es la cubierta, pues es conformada por piezas abovedadas premoldadas diseñadas para 4 diferentes tipos de vanos (ver fig. 46). Por otro lado, para darle el carácter de equipamiento de niños, se utilizó el color en el tratamiento de las fachadas, específicamente en las puertas, que fueron diseñadas por el artista Athos Bulcão (ver fig. 46).

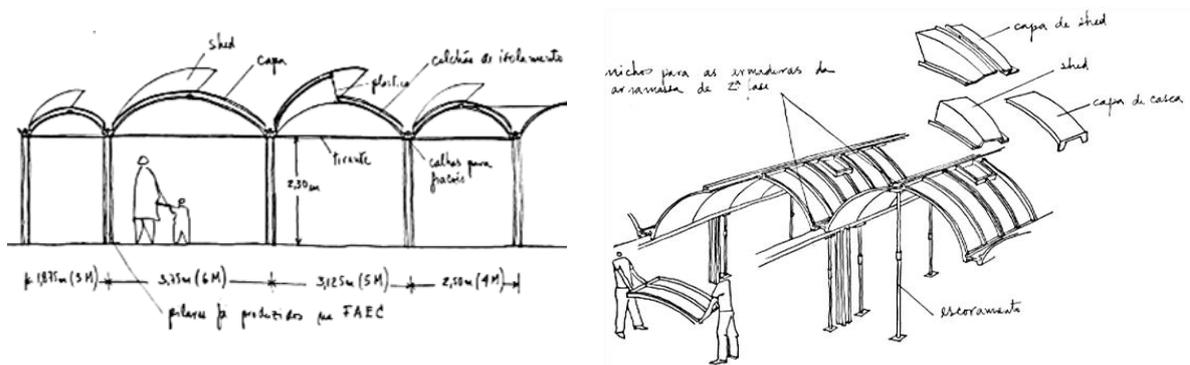


Fig. 46 Esquema del diseño de la cubierta y sheds curvos de las guarderías

Fuente: < <http://www.transfer-arch.com/materiality/lele/> >

[Consulta: 20 de diciembre 2021]



Fig. 47 Vista del tratamiento de puertas en fachada de Guardería

Fuente: < <http://www.transfer-arch.com/materiality/lele/> >

[Consulta: 20 de diciembre 2021]

Sobre sus espacios interiores, posee: 4 salas para niños de 2-6 años, 2 salas de cuna, despensa, cocina, lactario, closet de ropas, gabinete médico, sala de reuniones, administración, vestuario para personal, lavandería, patio interior de juegos y servicios higiénicos. Al igual que los prototipos de las escuelas, las salas siempre tienen conexión directa con el exterior.

Sobre su prefabricación, las nuevas piezas, las cubiertas abovedadas, son las primeras en este material que utiliza la curva, además que tendrán aislamiento de aire, pues serán conformadas por 2 piezas de argamasa armada separadas; las cuales responderán a vanos de 7 m. largo y 4 diferentes medidas de ancho: 1,85m., 2,50 m., 3,125 m. y 3,75 m.; también tendrán sheds curvos orientados al sur. Cabe adicionar, que las cubiertas abovedadas también funcionarán como aleros en las fachadas. Sobre la estructuración, las columnas son de los diseños utilizados en Abadiânia; y para la cubierta, como apoyo se utilizó tirantes de acero (ver fig. 48). Por otro lado, para los cerramientos se utilizaron paneles ciegos modulados de argamasa armada. Es decir, el proyecto es una solución mixta donde se utiliza la argamasa armada y el acero; además que para las uniones de las piezas utiliza la argamasa como elemento unificador. En total se construyeron 20 guarderías, y fueron realizadas por la Fábrica FAEC, cual João estaba a cargo, y se comentará sobre ella en el capítulo 7.

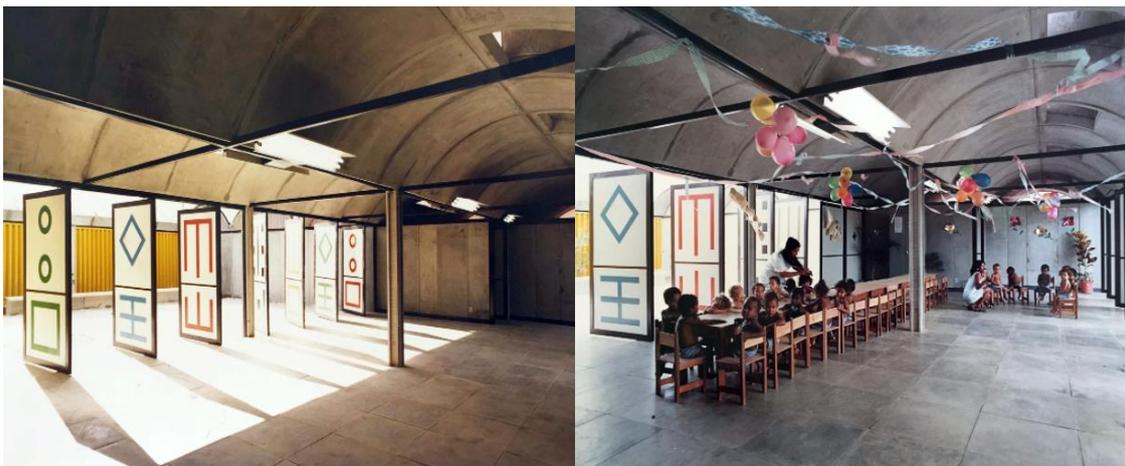


Fig. 48 Vista de interiores de las Guarderías

Fuente: < <http://www.transfer-arch.com/materiality/lele/> >

[Consulta: 20 de diciembre 2021]

- **Centros Integrados de Apoyo a la Crianza - CIAC (1990)**

Este proyecto era parte del programa educacional “Minha Gente” del Gobierno Federal de Brasil, el cual tiene como base lo realizado en los CIEPS de Rio de Janeiro, es decir integra servicios de educación, salud y asistencia social en un solo equipamiento; más es una continuación desarrollada que a diferencia de los anteriores proyectos, son de una escala mayor y engloban sus funciones, además que fueron proyectados a nivel nacional.

Es así que, su programación está compuesta por: Guardería para 200 niños, Escuela para primer y segundo grado con capacidad de 750 niños, Complejo Deportivo-Cultural, Auditorio, laboratorios, Servicio de atención médico-odontológico, y un Refugio pequeño para acoger 10 niños necesitados; todos estos se desarrollaban dentro de 5 bloques. Los cuales, en morfología, 4 bloques presentaban el diseño ya antes visto en los prototipos de escuela, es decir bloques lineales longitudinales que poseían sheds rectos en cubierta, teniendo desde uno a tres niveles; y el quinto bloque, el deportivo, que era el diferente tenía una forma piramidal o triangular. Sobre el emplazamiento de los bloques, dependía de la forma del terreno, más se priorizaba que sea de una manera longitudinal para que estos se conecten a través de una circulación lineal techada, que también servía como pasarela de los niveles superiores. (ver fig. 49) El carácter lúdico se logró al utilizar en sus componentes, 3 colores característicos de la bandera de Brasil, verde, azul y amarillo. (ver fig. 49)

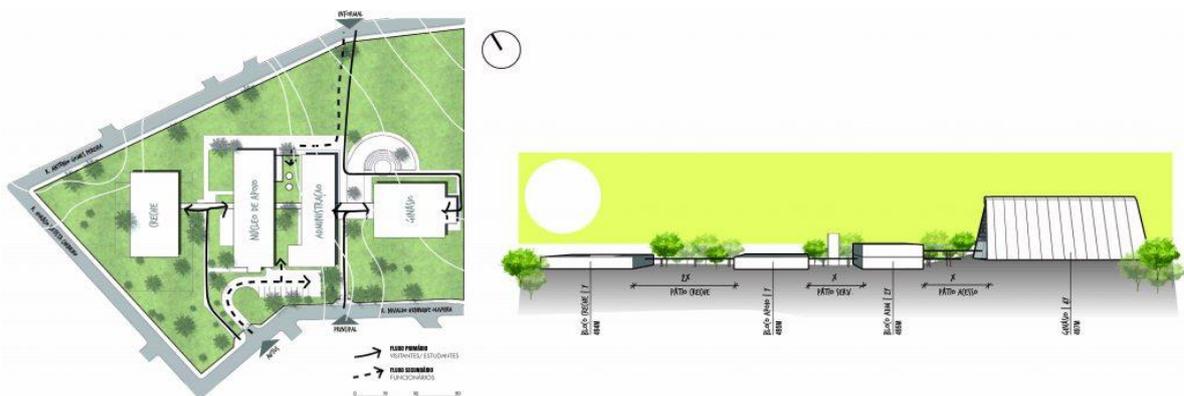


Fig. 49 Esquema de ubicación de los bloques que componen un CIAC

Fuente: XIMENES, 2020, pg. 107

[Consulta: 13 de febrero 2021]



Fig. 50 vista aérea de un CIAC  
Fuente: XIMENES, 2020, pg. 107  
[Consulta: 13 de febrero 2021]

Sobre su prefabricación, se diseñó un total de 200 piezas<sup>22</sup>, esto debido a considerar el clima, la geografía y la topografía de los emplazamientos a ubicarse, además que se poseía un programa de mayor complejidad. Sobre las nuevas piezas, las sobresalientes serían los sheds realizados tanto para el bloque deportivo y los bloques de aula (ver fig. 51). Sobre la modulación utilizada en la estructura fue 2.50 x 5.00 m.

Sobre su construcción, se tenía una meta de construir 5,000 unidades, aunque por cuestiones políticas, de corrupción específicamente, sólo se construyó 450 unidades, más previamente se hizo 2 prototipos, uno en Rio de Janeiro y otro en Brasilia<sup>23</sup>. Pero para especificar sobre esta problemática por la cual no se pudo finalizar el proyecto, fue porque existió una sobrevaloración del coste de la construcción, pues el valor estipulado por João fue de 200 \$ por m<sup>2</sup>, y las constructoras cobraban 500 \$ por m<sup>2</sup>, siendo un tema controversial pues se estaba utilizando el proyecto para lucrar, en beneficio de las constructoras. Agregar a ello, que las mismas no querían ser supervisadas en el proceso tanto de fabricación de piezas, ni de montaje, alterando así los filtros de calidad, afectando directamente a la construcción. Por todo ello, João y su equipo decidieron dar un paso al costado. Igualmente, el gobernador fue revocado por todo este tema de corrupción en 1992, siendo así truncado el proyecto.

<sup>22</sup> Latorraca, G. (1999). *João Filgueiras Lima, Lelé*. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi / Lisboa: Editorial Blau. Pg. 187

<sup>23</sup> Vilela Júnior, A. J. (2011) *A casa na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasilia. pg. 72

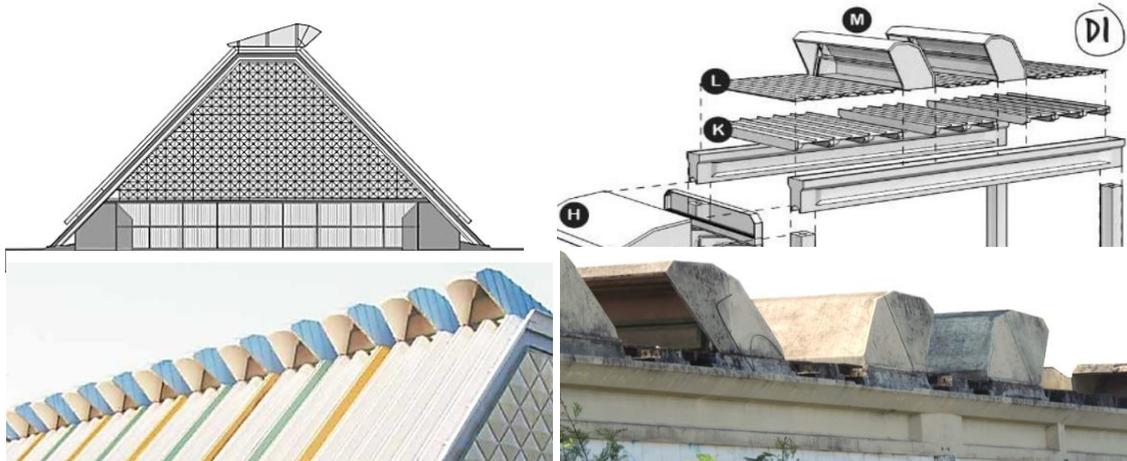


Fig. 51 Esquema y vista de los sheds en el bloque deportivo y bloque de aulas

Fuente: < [https://issuu.com/analiviafm/docs/ilovepdf\\_merged](https://issuu.com/analiviafm/docs/ilovepdf_merged) >

[Consulta: 13 de febrero 2022]

- **Centro de Atención Integrado del Niño y Adolescente-CAIC (1992)**

El proyecto CAIC es la continuación de los proyectos CIAC, sólo que cambio el nombre por el nuevo gobierno que estaba a cargo, el de Itamar Franco. Sobre algún cambio del proyecto, ya diseñado, sólo fue que en el bloque deportivo se empezaron a utilizar piezas de acero tanto en el cerramiento como la estructura, y poseían una forma solo triangular (ver fig. 52).



Fig. 52 Vista aérea de dos CAIC implantados en Maringá

Fuente: < <https://azmagazine.com.br/cap-da-uem-lidera-ideb-no-ensino-medio-e-divide-lideranca-nos-anos-finais-do-fundamental/> >

[Consulta: 13 de febrero 2022]

### 4.3 PREFABRICADOS DE ACERO

#### 4.3.1 Diseño y Obras:

Los siguientes proyectos corresponden a la tipología arquitectónica de hospitales, cuales fueron la especialidad en la carrera de João. Los sistemas constructivos utilizados son mixtos, pero prioritariamente se utilizó el acero, por ende, poseen un carácter industrial que en sus inicios son de diseño monótono y con los años adquirió mayor dinamismo, las sedes tienen un lenguaje arquitectónico característico de esta red, siendo protagónica la cubierta, específicamente los sheds perfeccionados en cada intervención. Más el diseño en general siempre fue enfocado en el confort térmico, priorizando la ventilación e iluminación de forma pasiva.

- **Hospital Sarah sede Fortaleza (1993-2001)**

Este proyecto fue la quinta sede en construirse de esta red hospitalaria, ubicado en el estado de la Fortaleza en la Av. Juscelino Kubitschek 4500. Su emplazamiento es en una zona urbana rodeado de un gran parque, por lo que tiene todos los frentes libres. Su planteamiento dejó como área libre 1/3 del terreno, por lo que su composición es compacta teniendo bloques mixtos, un bloque vertical y el resto horizontal (ver fig. 53).



Fig. 53 Vista aérea del conjunto Hospital Sarah Fortaleza

Fuente: <[https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/polopoly\\_fs/1.1127549!/image/image.jpg](https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/polopoly_fs/1.1127549!/image/image.jpg)>

[Consulta: 13 de febrero 2022]

Sobre la programación, en el bloque vertical se encuentra el área de internamiento, cual posee 7 niveles y tiene una capacidad de 162 camas, además del jardín interno donde se realiza rehabilitación y actividades de ocio para los pacientes. Los demás bloques poseen planta baja, y se encuentra la zona ambulatoria, fisioterapia, ortopedia, laboratorios, zona quirúrgica, biblioteca y el centro de creatividad; en el sótano de estos, están los servicios generales, abastecimiento y el aire acondicionado.

Sobre la prefabricación, en los bloques horizontales, el elemento protagónico son los sheds curvos que poseen una forma convexa orientados al sur-oeste, diseñados con dimensiones y ángulos específicos, que adicionalmente poseen una pieza externa, de color azul, como protección del ingreso de la radiación solar a los interiores, con parasoles horizontales (ver Fig. 54 y 55). Cada shed, está conformado en su estructura por 2 arcos de armadura metálica, y su cerramiento por chapas metálicas (ver fig. 55). Otro elemento, son los ductos metálicos de entrada de aire nebulizado de color azul, que ventilan a través de galerías los espacios de los bloques horizontales, estos están ubicados al sur- este al lado del espejo de agua. Además de las estructuras metálicas como las columnas, y vigas canal tipo "U" para el desfogue de las aguas pluviales en cubierta.

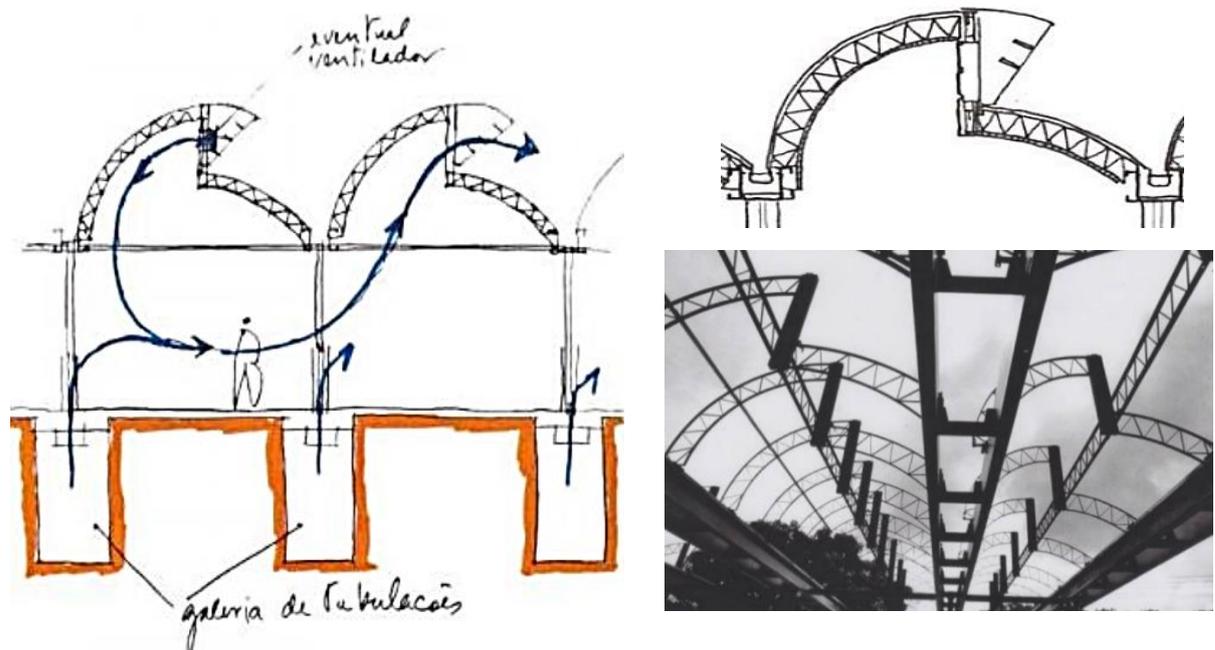


Fig. 54 Diseño y montaje de la estructura de los sheds

Fuente: RIGUETI, 2011, pg. 51

[Consulta: 15 de febrero 2022]



Fig. 55 Vista de los sheds de acero en cubierta  
Fuente: <<https://www.bicubik.photo/salud/>>  
[Consulta: 15 de febrero 2022]

En el bloque vertical, los elementos prefabricados son los aleros metálicos de color amarillo en la fachada sur-oeste; y los componentes del espacio virtual que integra todos los niveles, las columnas-vigas metálicas en arco, los parasoles metálicos para el cerramiento en fachada que aporta protección del sol y las lluvias, además de propiciar la ventilación. Por último, en la cubierta se utiliza las planchas metálicas (ver fig. 56). Como cerramientos externos se utilizó paneles de argamasa armada.

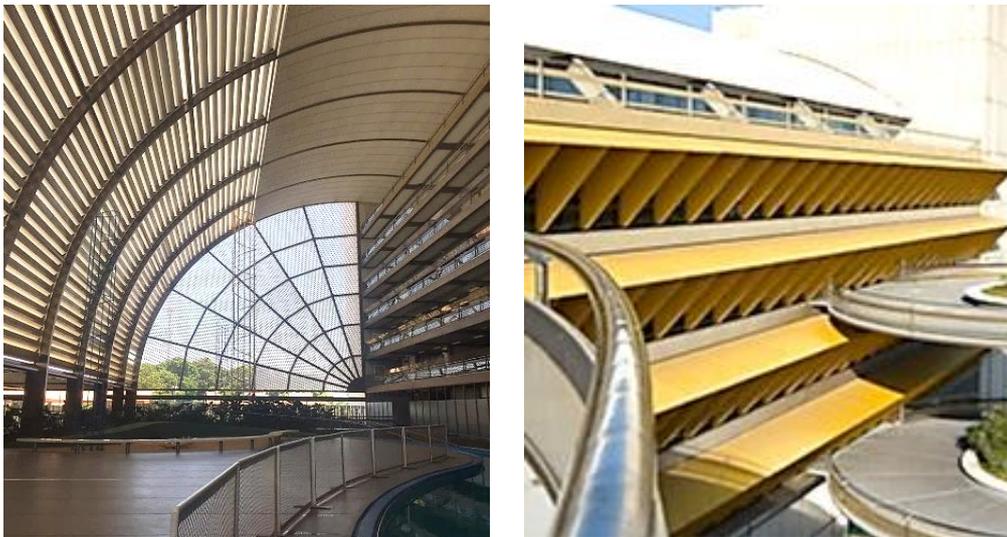


Fig. 56 Estructuras metálicas en estructuras, cerramientos y aleros en fachada  
Fuente: <<https://www.flickr.com/photos/sebastiancrespocamacho/5563044833>>  
[Consulta: 15 de febrero 2022]

- **Hospital Sarah sede Brasilia Lago Norte (1997-2003)**

Esta sede es la extensión de la sede ubicada en el plano piloto de Brasilia, construida en 1946, comentada en la pg. 48. La cual no poseía áreas libres para los tratamientos de rehabilitación de los pacientes ni un área dedicada a la investigación, por ello se construyó esta, más alejada, al lado del Lago Paranoá. Ha sido diseñada para integrarse con su entorno, por lo cual se ha priorizado que los interiores como exteriores se integren espacial y visualmente, dotando para un mejor emplazamiento mayor porcentaje de área libre, sectorizando la programación en tres grandes bloques; de morfología lineal, dos de ellos; y circular, el tercero. (ver fig. 57)



Fig. 57 Vista aérea del conjunto hospitalario

Fuente: < <https://www.sarah.br/media/2993/20180129-relatorio2017-webcc.pdf> >  
[Consulta: 15 de febrero 2022]

Sobre la programación, en el bloque de mayor jerarquía, aledaño al lago, se encuentra el gimnasio, rehabilitación, fisioterapia, hidroterapia, internamiento para 180 pacientes, el muelle para los deportes acuáticos, y servicios generales. En el otro bloque lineal se encuentra el área educativa, biblioteca, auditorio y residencia médica; y finalmente en el bloque circular, la escuela de niños especiales. Además, de los anfiteatros al aire libre. Cabe mencionar, que el terreno tiene desnivel de 20 m. aproximadamente.

Sobre la prefabricación, los pilares son tubulares (tipo cuadrados y rectangulares), y las vigas rectas (tipo "I") o curvas (tipo arco), del cual, en el bloque principal, en la cubierta de mayor altura (ver fig. 58), las armaduras/celosías curvas están separadas cada 3.75 m. y soportan luces de 25 m.; igual es en la cubierta abierta del muelle, son arcos metálicos formados por 2 piezas soldadas, separados cada 3.75 m. y soportan luces de 28.75 m.; el resto del bloque y el otro lineal, están conformados en cubierta por sheds curvos (ver fig. 58), vigas metálicas de celosía de sección continua con alero incluido, que sumado a los parasoles horizontales metálicos móviles, de color amarillo (ver fig. 59), dan protección de la radiación solar directa; para el cerramiento de los sheds se utilizó chapas metálicas (ver fig. 60), los sheds están orientados al sur-este.

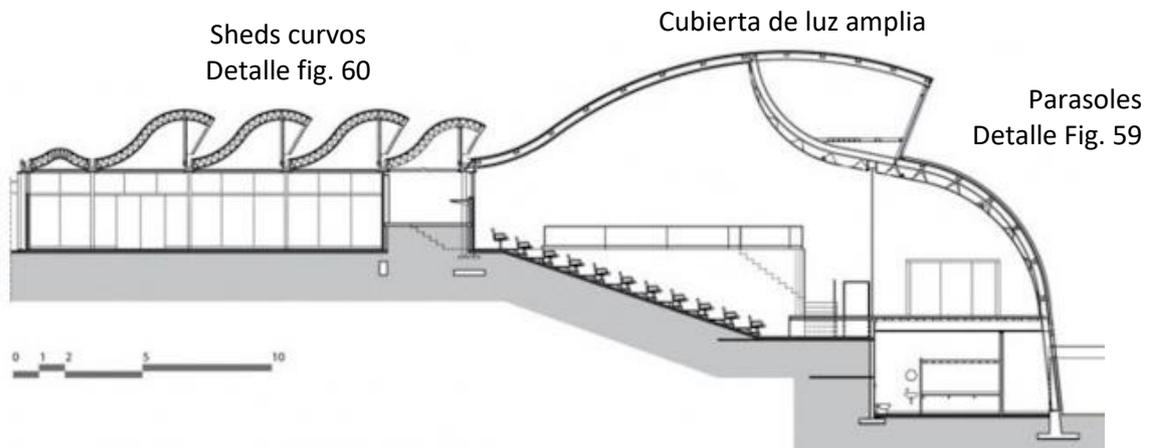


Fig. 58 Corte esquemático donde se ve la variedad de sheds

Fuente: <[http://rmmlarquitectura.blogspot.com/2016/12/v-behaviorurldefaultvmlo\\_7.html](http://rmmlarquitectura.blogspot.com/2016/12/v-behaviorurldefaultvmlo_7.html)>  
[Consulta: 15 de febrero 2022]

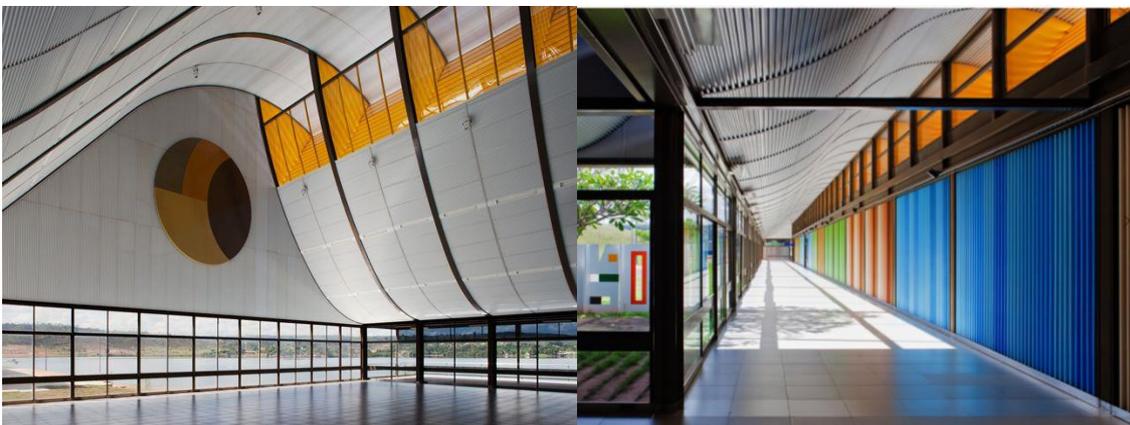


Fig. 59 Vista de espacios interiores donde se encuentran los sheds, detalle de parasoles

Fuente: <<https://www.nelsonkon.com.br/centro-de-reabilitacao-sarah-kubitschek-lago-norte/>>  
[Consulta: 15 de febrero 2022]



Fig. 60 Esquema y montaje de estructuras de los sheds  
Fuente Fig. A: PERÉN, 2006, pg. 165, Fig. B: RIGUETI, 2011, pg. 61  
[Consulta: 15 de febrero 2022]

En el caso del bloque circular de 54 m. de diámetro, está compuesto por 64 vigas de celosías/armaduras curvas colocadas de forma radial; y para su cerramiento en la cubierta se utilizó chapas de aluminio pintado en blanco; además cuenta con 1 anillo metálico superior y otro anillo de concreto en la base, donde las zapatas aisladas de concreto son visibles en la base de cada estructura de acero (ver fig. 61). Cabe mencionar, para las divisiones interiores se utilizó paneles de argamasa armada y paneles metálicos de diseño artístico de Athos Balcão, artista brasileño. Por otro lado, todas las piezas prefabricadas fueron realizadas por la fábrica CTRS, cual es propia de la red de los hospitales Sarah, sobre esta se hablará en el capítulo 7.



Fig. 61 Montaje y vista de estructuras de bloque circular  
Fuente: <<https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/14305-arquitetura-uma-experiencia-na-area-da-saude>>  
[Consulta: 15 de febrero 2022]

- **Hospital Sarah sede Rio de Janeiro (2004-2009)**

Esta sede es el Centro Internacional de Neurorehabilitación y Neurociencia, que en un principio se iba a construir en la isla Pombeba pero por cuestiones de porcentaje permitido de ocupación de la isla fue trasladado a una zona urbana cerca de la laguna Jacarepagua. Su terreno posee un área de 80 000 m<sup>2</sup>. y se encuentra rodeado de áreas verdes. Cabe mencionar, que es el último proyecto en el que João participa con la red Sarah ya que posteriormente la fábrica CTRS, propia de la red, sólo se dedicaría a mantenimiento de los mismos y no realizaría otros proyectos.

Sobre su diseño a comparación de las otras sedes posee una mayor plasticidad orgánica, específicamente en la cubierta, más ello se da respetando los criterios de diseño bioclimático y funcional de la tipología. Al igual que los demás proyectos se prioriza la ocupación horizontal, siendo compuesto por 4 bloques (ver fig. 62), el primero, el alargado es la zona de servicios técnicos, los dos centrales, Internamiento y Servicios generales, y el cuarto, el bloque circular irregular es el auditorio, debajo de este se encuentra el Centro de estudios, Residencia Médica y la Biblioteca. Este proyecto posee 3 niveles (sótano, planta baja y primera planta).



Fig. 62 Vista aérea del conjunto hospitalario

Fuente: <[http://rmmlarquitectura.blogspoturldefaultvml0\\_7.html](http://rmmlarquitectura.blogspoturldefaultvml0_7.html)>

[Consulta: 15 de febrero 2022]

Sobre la prefabricación y la construcción, para el diseño se utilizó el módulo de 0.625 m. en base a la medida de la losa de argamasa armada. Por otro lado, para los tres bloques centrales por las características del terreno y para evitar inundaciones por la laguna aledaña en épocas de lluvia, se dotó de un piso técnico de altura de 2.00 m., que además se le utiliza para instalaciones como ductos y aire acondicionado. Es decir, este piso es la base, donde las estructuras son pilares tubulares (tipo cuadrado) colocados cada 5 m. que, sumado a las vigas metálicas, se apoyan las losas de argamasa armada, de diferentes tamaños de vano (2.50, 3.125, 3.75 y 5.00 m.), su uso depende de los espacios a ser ubicados. Luego, estos pilares se proyectan hacia los demás niveles, y solo cada 15 m. para la cubierta que está conformada por los sheds de diferente tamaño, cabe mencionar que existe un colchón de aire como aislamiento con un mínimo de separación de 4 m. , que es un espacio entre la cubierta y la primera planta, donde el techo de esta última, está conformado por lamas horizontales tanto metálicas o de policarbonato que abren o cierran de acuerdo a las necesidades de ventilación de los espacios de acuerdo a las estaciones del año (ver fig. 63).

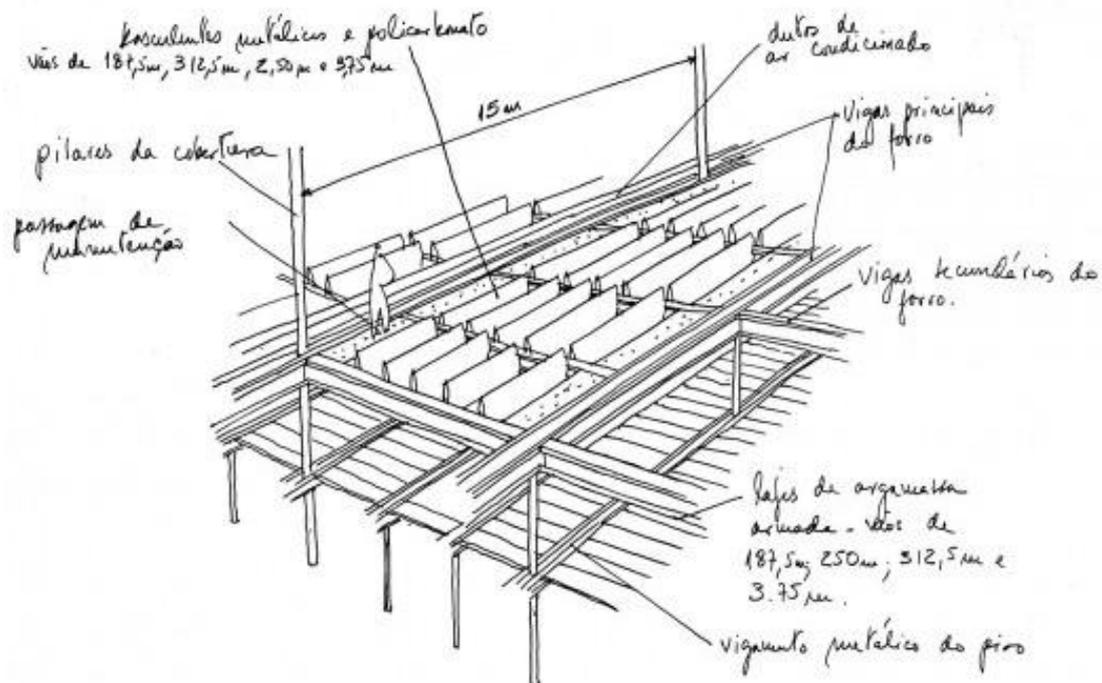


Fig. 63 Esquema de los componentes del piso técnico y techo de la primera planta  
<https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/entrevista/15.058/5170LIMA?page=4>

[Consulta: 15 de febrero 2022]

Igualmente, en los espacios verdes interiores, hay otros elementos de separación, que son arcos móviles que poseen vigas curvas metálicas. Sobre los sheds, están compuestos por vigas de armadura/celosías curvas orientados tanto al este como oeste para propiciar la ventilación natural; para su cerramiento se utilizó chapas de aluminio onduladas, y poseen parasoles horizontales metálicos para la protección de la radiación solar. Otro elemento utilizado son las vigas canal rectas tipo “U”, donde las lluvias son canalizadas para su utilización de regadíos en las áreas verdes aledañas. (ver fig. 64 y fig. 65) donde se aprecia los componentes comentados.

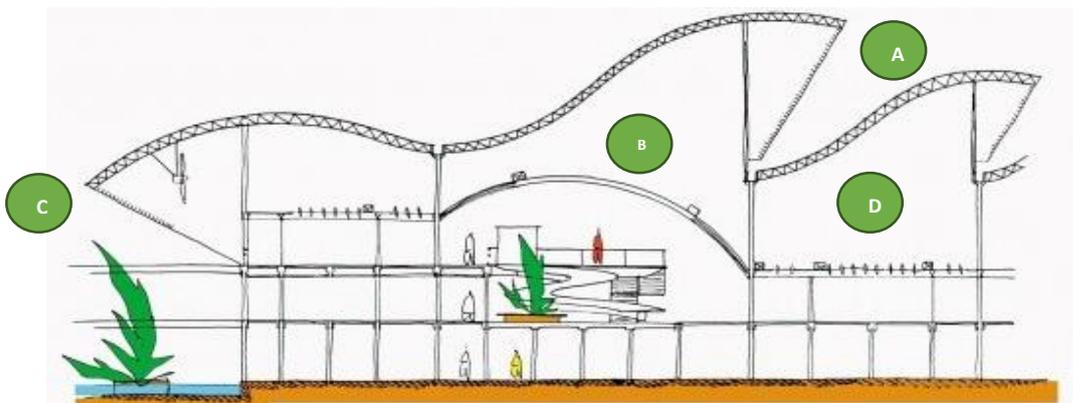


Fig. 64 Corte esquemático del bloque

Fuente: <<https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/entrevista/15.058/5170LIMA?page=4>>  
[Consulta: 15 de febrero 2022]



Fig. 65 vistas de los elementos prefabricados utilizados en estructuras, cubierta, fachada e interiores

Fuente: Fig. A y C <[https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ\\_k7r0cw](https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ_k7r0cw)> ;

Fig. B PERÉN, 2006 pg.213; Fig. D LUKIANTCHUKI, 2010 pg.199

[Consulta: 15 de febrero 2022]

Por último, el bloque circular irregular posee 36 m. de diámetro en su base, y está compuesto en su estructura por: 2 anillos, uno de concreto para su base donde parten columnas compuestas (2 elementos curvos verticales unidos por viguetas horizontales), que posteriormente son unidas con vigas radiales (ver fig. 66). Y un anillo metálico superior, donde se ubica una semi esfera metálica de 13 m. de diámetro que puede abrirse mecánicamente.

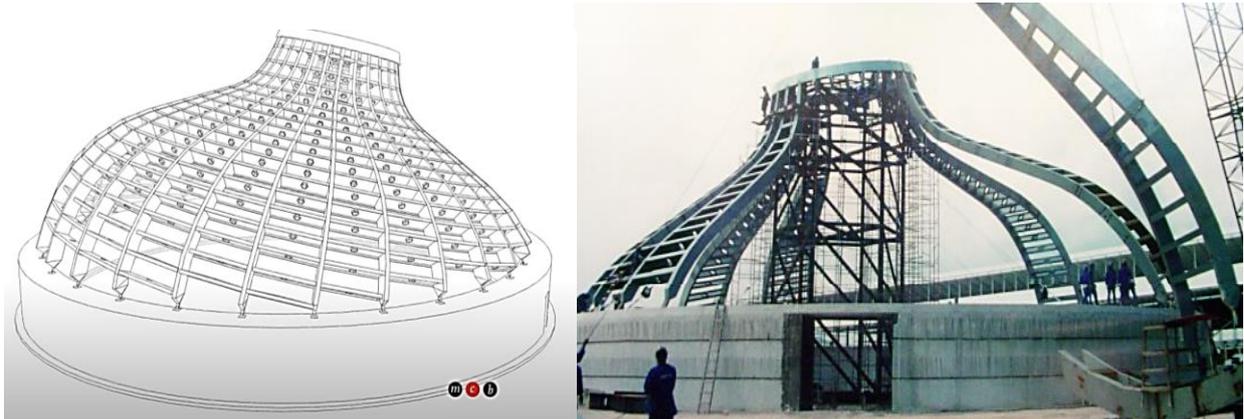


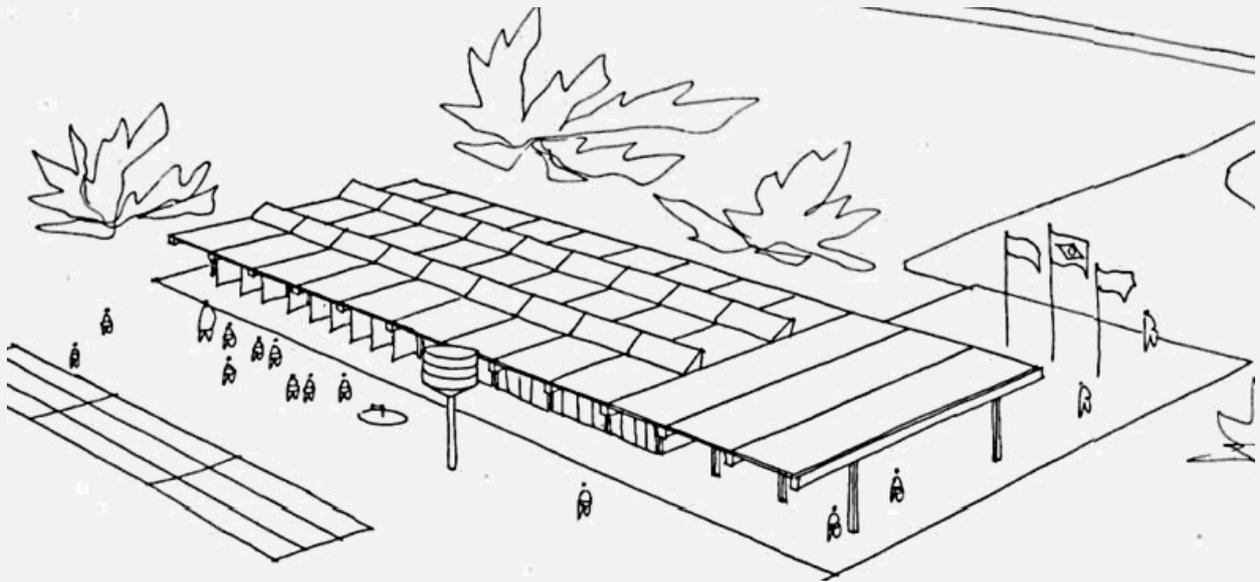
Fig. 66 Vista del bloque circular "Auditorio"

Fuente: <[https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ\\_k7r0cw](https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ_k7r0cw)>

[Consulta: 15 de febrero 2022]

Por otro lado, con respecto a la estructura general del proyecto, todos los componentes metálicos están pintados en blanco; en los interiores para las divisiones se utilizó paneles de argamasa armada en algunos casos simples o dobles, de acuerdo al espacio a ubicarse, así como también elementos verticales metálicos de separación diseñados por Athos Balcão. En general, todas las piezas fueron producidas en Salvador, donde se encuentra la fábrica CTRS, y fueron trasladadas por vía terrestre por lo que fueron fabricadas pensando en la movilidad de las mismas, es decir piezas descompuestas de medidas precisas, que para su montaje se utilizó grúas. Cabe aclarar, para la finalización de la construcción de la obra duró 5 años, esto debido a que se realizó por etapas y por un tema de presupuesto.<sup>24</sup>

<sup>24</sup> Verniz Debora, (2012) *Industrialização das construções complexas: Estudo de Obras hospitalares*. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Pg.55



## 7. JOÃO Y SU INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍA CONSTRUCTIVA

## 7.1. DESARROLLO DEL MATERIAL ARGAMASA ARMADA

La argamasa armada es un material derivado del ferrocemento<sup>25</sup>, cual fue producto de la investigación por un grupo de ingenieros de la Escuela de Ingeniería São Carlos de la Universidad de São Paulo (EESC - USP), específicamente Frederico Schiel y Dante Martinelli, quienes asistieron a un curso dado por el ing. Nervi en São Paulo, que al quedar maravillados con este material decidieron hacer pruebas de este en los laboratorios de la facultad mencionada, no obstante haciendo variación en la proporción de sus componentes<sup>26</sup>. Ello, con el fin de adaptarlo a la realidad brasileña, sea en economía, uso y contexto, para posibles aplicaciones; en ese entonces, el material estaba a un nivel embrionario de prueba, es decir su conocimiento y desarrollo sólo era por parte de los implicados. Más fue patentado por la facultad para diferenciarlo del ferrocemento.

Sin embargo, como todo material pasó por un proceso de estudios y pruebas, de los cuales en sus inicios dentro de sus componentes (cemento, arena, agua y armadura), en esta última, se utilizó telas tejidas de alambre recosido, de ello, la primera aplicación se dio en una cubierta plana de 1000 m<sup>2</sup>, en 1960, dentro de la misma facultad EESC- USP.<sup>27</sup> Luego en 1966, siguiendo las investigaciones y pruebas se reemplazó ese componente por mallas de acero soldadas, cuando se empezó a estudiar formas curvas y piramidales para la cubierta del Centro de Investigación del Cacao en Itabuna del estado de Bahía<sup>28</sup>. (ver Fig. 67) como referencia de otras pruebas formales en cubierta. Posteriormente en 1970, por cuestiones laborales el ingeniero Frederico Schiel conoce a João, introduciéndole al conocimiento de este nuevo material, quien ve su potencial y lo utiliza para diseñar y producir piezas prefabricadas ligeras para diversos proyectos en Salvador, Rio de Janeiro, Brasilia, etc.; siendo en sus inicios piezas aisladas para saneamiento y urbanización hasta

---

<sup>25</sup> Material estructural ligero desarrollado por el ingeniero italiano Pier Luigi Nervi en los años 50 y 60 del siglo XX, quien lo utilizó con un enfoque de prefabricación en diversos de sus proyectos.

<sup>26</sup> La composición del ferrocemento es cemento, arena y armadura (fierros o mallas de acero).

<sup>27</sup> CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1, Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS. Pg. 09

<sup>28</sup> HANAI, J. (1996) *Argamassa Armada Volume 2, Projeto Estrutural e dimensionamento com telas soldadas*. São Paulo: IBTS, Pg. 21

desarrollar su diversificación en componentes para proyectos complejos, todo ello producido en las fábricas a comentar en este capítulo, y ya comentadas en las obras del anterior. Por último en 1984, cuando fue fundado el “Instituto Brasileiro de Telas Soldadas” (IBTS) se empezó a producir mallas de acero especialmente para ser utilizadas por la argamasa armada<sup>29</sup>, es decir con características precisas para su uso industrial

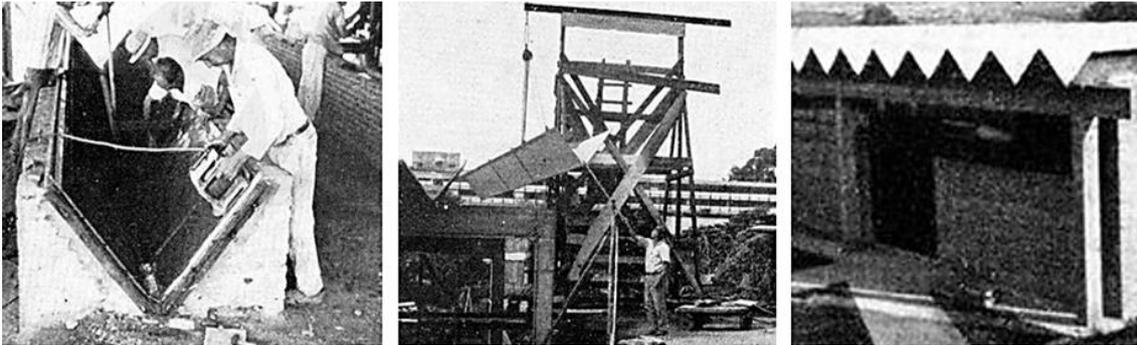


Fig. 67 Primeras experimentaciones en piezas para cubierta en EESC - USP

Fuente: Revista ACROPOLE nº369, 1969

[Consulta: 16 de abril 2022]

Sólo resaltar, que João es quien desarrolla el material en su máxima expresión, no sólo porque pasa su uso de una escala artesanal y de laboratorio a una escala industrial y a nivel nacional; sino porque da una nueva opción de materialidad en prefabricados ligeros dentro del sistema constructivo en Brasil, dejando claro con su obra que la prefabricación no es una limitación en el diseño, ya que junto con su equipo diseña un sinfín de piezas llegando a ser más de 500 componentes. Además, fue bajo su supervisión y visto bueno que otras fábricas fueron instaladas en otros estados de Brasil, pues dio el formato y diseño básico para que estas puedan funcionar y producir<sup>30</sup>. No obstante, no olvidemos que su real interés era darle un enfoque social al uso de este tipo de prefabricados, a través de su obra, pues priorizó su uso en diversos proyectos sociales en beneficio de los más necesitados. Con ello clarifica, la importancia de la investigación y uso de la tecnología de forma equitativa, es decir que deba ser accesible para todos.

<sup>29</sup> CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1 Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg. 06.

<sup>30</sup> CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1 Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg. 12.

### 7.1.1. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Primeramente, como ya se ha comentado para adaptarlo a la realidad brasileña se tuvieron que hacer diversas variaciones tanto en la dosificación de sus componentes como en el proceso constructivo, ello con el fin que su coste y producción sea viable para su utilización a nivel industrial. Cabe aclarar, que existe una composición estandarizada para la producción de la argamasa armada, pero su aplicación en piezas prefabricadas, la composición final dependerá del diseño y la función que tendría la pieza, ello para responder correctamente a las necesidades de su creación, pudiendo ser piezas estructurales, portantes o simples componentes.

Entonces, para precisar la composición base de la argamasa armada “cemento, agregado fino, agua y armadura”<sup>31</sup>, según la normativa brasileña NBR-11173<sup>32</sup> y NBR-11578<sup>33</sup>, se especifica lo siguiente:

- El cemento a utilizar es Portland, tipo específico CII-E 32; y se exige un alto contenido en la mezcla entre 500 a 680 kg/m<sup>3</sup><sup>34</sup>. (ver fig. 68)
- La armadura puede ser difusa, que es una malla de acero de diámetro pequeño que oscila entre 2,0 a 2,5 mm (ver fig. 68), o discreta, que es formada por barras de acero de mayor diámetro entre 3,4 a 4,2 mm, colocados en regiones de acuerdo a solicitud; la cantidad de la armadura utilizada es de 250 kg/m<sup>3</sup><sup>35</sup>.
- Las mallas de acero soldadas a utilizar son Acero tipo CA-60<sup>36</sup> (ver fig.69), tabla donde se detalla las medidas y características de separación entre fierros y diámetros de los mismos, siendo utilizado mayormente EQ98, de 2,5 mm de diámetro y 5,0 cm. de separación. Según la tabla, las mallas pueden ser cuadradas y rectangulares.

---

<sup>31</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas (1990), *Projeto e execução de argamassa armada*, Rio de Janeiro: ABNT. <<https://www.passeidireto.com/arquivo/36559490/nbr-11173-nb-1259-projeto-e-execucao-de-argamassa-armada>> [Consulta: 26 de Abril de 2022]

<sup>32</sup> IBIDEM

<sup>33</sup> Associação Brasileira de Normas Técnicas (1991), *Cimento Portland composto*, Rio de Janeiro: ABNT. <[NBR 11578 - 1991 - Cimento Portland Composto | Passei Direto](#)> [Consulta: 27 de Abril de 2022]

<sup>34</sup> Es el doble de dosificación utilizado en los hormigones estructurales comunes.

<sup>35</sup> De ello debemos comentar que durante la fabricación de las primeras piezas de argamasa armada en las obras de Joao se utilizó menos dosificación, para hacerlos económicamente viables, utilizando 100-180 kg/m<sup>3</sup> hasta en algunos casos usar 50 kg/m<sup>3</sup> en lo más bajo.

<sup>36</sup> En el caso de Joao, se utilizaron en las primeras piezas de la fábrica de RENURB, el acero tipo CA-50.

- Los agregados que se utilizan pueden ser finos con un diámetro igual o inferior a 4,8 mm, y también agregados gruesos con un diámetro máximo es de 9,5 mm de dimensión (ver fig. 67).
- Respecto a la dosificación de la argamasa, en el agregado/cemento es de 2 - 3,2 a uno; y en el agua/cemento es de 0,35 – 0,45. Con ello, la resistencia que llega alcanzar a la compresión simple es de 30 – 60 MPa., lo mínimo exigido en la norma es de 25 MPa. Y la resistencia a tracción simple de 3 – 5 MPa<sup>37</sup>.

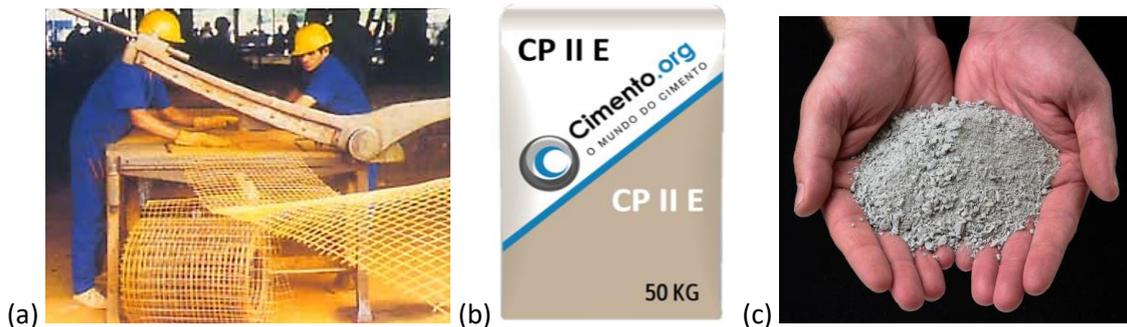


Fig. 68 componentes: Malla de acero / Cemento Portland/ Polvo de piedra  
Fuente: (a) CAMPOS, 1994, pg.18; (b) [CP II E - Cimento Portland composto com escória](#) ;  
(c) <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/mineracao/mineracao-santiago-ltda/produtos/cimento-e-mineracao/po-de-pedra-preco>  
[Consulta: 19 de abril 2022]

Tabela de Telas Soldadas para Argamassa Armada Aço CA 60								
ORDEM	DESIGNAÇÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS		DIÂMETRO DOS FIOS		SEÇÃO DOS FIOS		PESO kgf/m <sup>2</sup>
		LONG. TRANSV. cm	cm	LONG. TRANSV. cm	cm	LONG. TRANSV. cm	cm	
01	EQ98	5,0	x 5,0	2,5	x 2,5	0,98	x 0,98	1,54
02	EQ120	5,0	x 5,0	2,76	x 2,76	1,20	x 1,20	1,89
03	EL126	2,5	x 5,0	2,0	x 2,0	1,26	x 0,63	1,48

Nos projetos em argamassa armada a tela soldada mais utilizada é a EQ-98, fornecida em rolo com 60 metros de comprimento e 1,20 metros de largura.

Fig. 69 Tabla de los tipos de mallas de acero utilizados en la argamasa armada  
Fuente: HANAI, 1996, pg.19  
[Consulta: 19 de abril 2022]

<sup>37</sup> HANAI, J. (1996) *Argamassa Armada Volume 1 Projeto Estrutural e dimensionamento com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg. 20.

Con respecto a las características se especifica lo siguiente:

- Las piezas son de pequeña espesura oscilando entre 15 mm a 35 mm<sup>38</sup>, normalmente el espesor promedio es de 25 mm., ello se logra ya que las mallas de acero soportan fuerzas a tracción y limitan fisuras, además que el cemento usado es de valor resistente.
- Si la pieza tiene una función estructural sea viga, columna, etc. esta debe tener un espesor mínimo de 40 mm<sup>39</sup>.
- El recubrimiento de la malla de acero varía según donde la pieza vaya a ser ubicada, siendo 4 mm en espacios protegidos y 6 mm en caso de estar en ambientes expuestos, ello para evitar su corrosión.<sup>40</sup>
- El peso de las piezas por sus características es ligero, más se recomienda que máximo sea hasta 100 kg, para que puedan ser trasladadas y montadas manualmente por los usuarios.<sup>41</sup>
- Al cumplir lo comentado del peso, se le considera dentro de los sistemas constructivos leves.
- Al ser un material moldeable se pueden obtener formas orgánicas, curvas, pliegues, doblados, etc. <sup>42</sup>
- Las piezas pueden ser fácilmente recuperadas y no exigen mantenimiento regular.

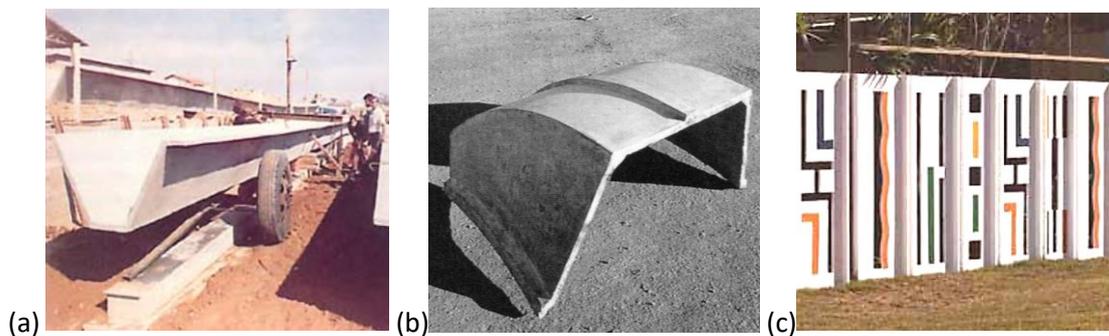


Fig. 70 Tipos de piezas: estructurales (viga)/ portantes (shed)/ componente (panel)  
Fuente: (a) HANAI, 1996, pg. 07 (b) ENAC, 2016, pg. 09 (c) VILELA, 2011, pg. 69

[Consulta: 30 de abril 2022]

<sup>38</sup> CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1 Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg.17

<sup>39</sup> IBIDEM, pg. 05

<sup>40</sup> IBIDEM, pg. 17

<sup>41</sup> En el caso del prototipo de escuela realizado en Abadiânia, la viga pesaba 380 kg., pero estaba compuesta en 2 elementos que cada uno pesaba 190 kg., esta fue la excepción de mayor peso por pieza.

<sup>42</sup> HANAI, J. (1996). *Guia na elaboração de projetos de pesquisa na área da tecnologia*. Material de apoio. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Estruturas.

## 7.1.2. DISEÑO, PRODUCCIÓN Y USO DE PIEZAS PREMOLDADAS

### 7.1.2.1. DISEÑO DE PIEZAS PREMOLDADAS

Como ya se ha comentado el diseño de las piezas depende de la funcionalidad que tendrían, pero la génesis formal viene desde el diseño y visión del proyectista, en este caso de cómo João concibe el proyecto. Para tener una idea ver fig. 71, donde el diseño de una pieza premoldada, debía cumplir la función de muro interno en el patio del Centro Cultural “Casa do Benim” en Salvador; a cual se le dio la característica de ser plisado. Luego se dotó de medidas precisas, los tipos de piezas que serian, en esta caso de 2, 3 y 4 olas, y se cuantificó las cantidades para su industrialización. Posteriormente, se dio su fabricación y montaje en la zona.

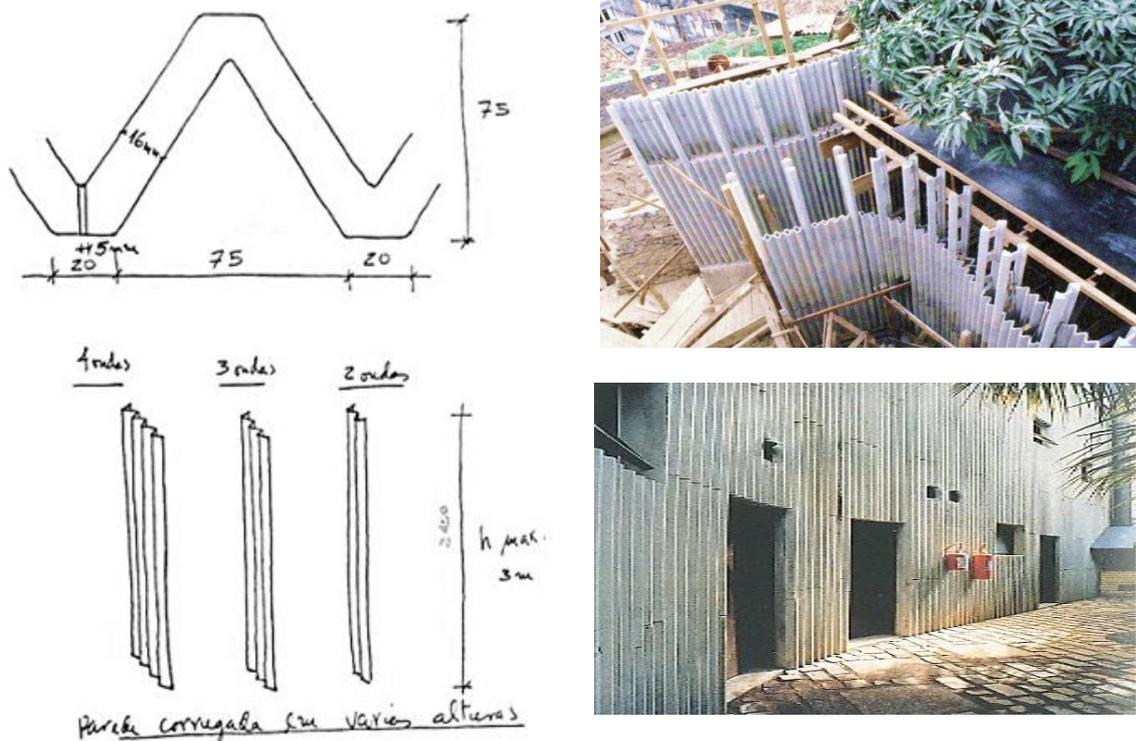


Fig. 71 Diseño y bosquejo de una pieza premoldada, y su posterior utilización en obra  
Fuente: < <http://paradisebackyard.blogspot.com/2016/01/joao-filgueiras-lima.html> >  
[Consulta: 19 de abril 2022]

En este caso, el diseño de la pieza es simple y sirve como ejemplo; más el proceso constructivo de la misma pieza es aún más complejo. A continuación, se detallará el proceso constructivo de la argamasa armada de una forma general, no teniendo una pieza específica de diseño.

### 7.1.2.2. PRODUCCIÓN Y USO DE PIEZAS PREMOLDADAS

Para la producción de las piezas, como bien se ha comentado previamente estas se dan en fábricas que dependiendo del proyecto han sido construidas in situ o abastecidos por otras ubicadas en el mismo u otro estado brasileño. Ello, se detallará en el subcapítulo de creación de fábricas tecnológicas. Más, para entender el proceso constructivo de las piezas, previamente es necesario saber la programación y distribución base de una fábrica de premoldados de argamasa armada. Y como fue el mismo João, quien dio el visto bueno de las mismas creadas en Brasil, dotó la información necesaria para ello, a continuación se detallará al respecto para tener una noción de lo que precisa una para su funcionamiento. Por tanto, la programación es:

- Zona de preparación de armaduras
- Zona de preparación de formas
- Zona de preparación de argamasa
- Zona de vertido de argamasa
- Zona de curado de piezas (zona húmeda de tanques de agua)
- Zona de desmoldeo de piezas
- Zona de inspección de piezas y reparo
- Almacenaje y patio de desembarque de piezas
- Almacén de insumos

Adicionalmente, para tener una noción base de su distribución ver fig. 72.

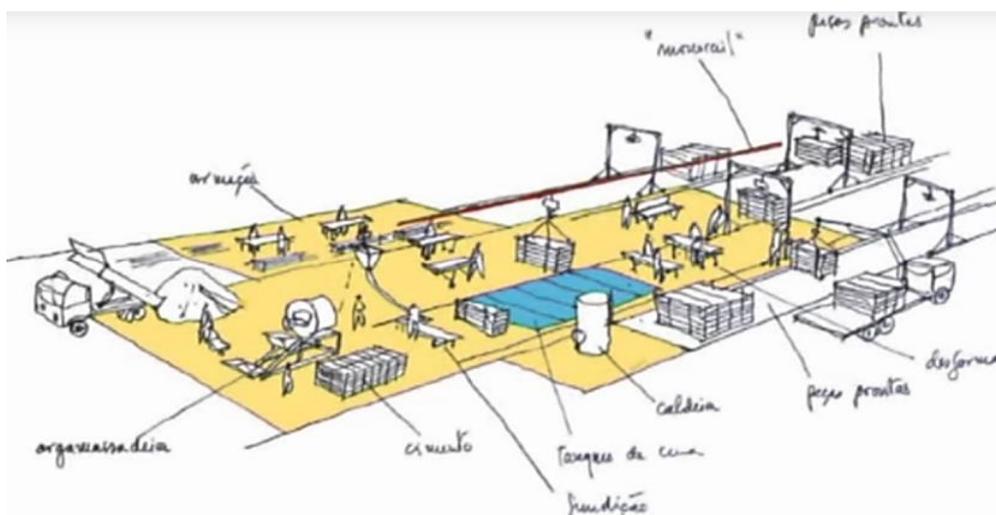


Fig. 72 Bosquejo de distribución de Fábrica de prefabricados de argamasa armada

Fuente: SILVA, 2017, pg.81

[Consulta: 19 de abril 2022]

Lo comentado refiere a la producción de la argamasa armada, más es preciso tener otras producciones como de metalurgia pesada y de plástico. Ya que, para el proceso constructivo de las piezas premoldadas se necesita algunos elementos de estos materiales. Como los moldes de acero de las piezas y los espaciadores de plástico a utilizar en los recubrimientos. Por tanto, ya teniendo claro la espacialidad necesaria para la producción. A continuación, se detallará el proceso constructivo de la argamasa armada.

#### - **Fabricación de los moldes de acero**

Como se ha comentado se necesita un área de producción de piezas de metalurgia pesada para la creación de moldes según diseño. Este es el primer paso que se necesita realizar para poder producir las piezas de argamasa armada. Existen dos tipos de moldes: los simples y dobles. El simple está compuesto por un elemento de acero, donde el premoldado tiene una cara expuesta. Los dobles están compuestos por dos elementos de acero ya que el diseño necesita envolver todo el premoldado. El sistema de cerramiento en este caso, son a través de tornillos.<sup>43</sup>



Fig. 73 Moldes de acero simple y doble respectivamente

Fuente: CAMPOS, 1994, pg.23 y 25

[Consulta: 07 de mayo 2022]

#### - **Preparación de moldes de acero para uso**

Previamente a la utilización de los moldes para tener mayor facilidad en el desmolde de la pieza, es necesario aplicar cera compuesta por hidrocarburos parafínicos en todos los lados donde se verterá la argamasa.

---

<sup>43</sup> TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo, pg. 53-54

### - Preparación de la estructura de acero

Para ello, del almacenaje de insumos donde la malla o fierros de acero a utilizar se encuentran enrollados, pasan por cinco procesos específicos. El primero, el aplanado, donde los elementos deben volver a su forma lineal base, por tanto pasan por una maquinaria de calandrado. Segundo, el cortado, donde los elementos ya planos son cortados con medidas específicas según diseño, por maquinaria específica de corte de acero. Tercero, el doblado, donde con maquinaria de doblado con apoyo del operario se le da la nueva forma a la malla y fierros de acero. Cuarto, montaje de la estructura sea sólo de malla o apoyada con fierros usando para ello alambres y según se especifique en diseño. Quinto, colocación de espaciadores de plástico en la estructura, para posteriormente cumplir con el recubrimiento de la armagasa en el modo de acero; y lista la armadura.



Fig. 74 Los 5 procesos para dar forma a la estructura de acero

Fuente: CAMPOS, 1994, pg.17, 18

[Consulta: 07 de mayo 2022]

### - Colocación de armadura en los moldes de acero

Luego, para comprobar que la estructura respeta las medidas y forma según diseño se le coloca en los moldes de acero. Y, si en todo caso hubiera alguna imperfección se procederá a su corrección. Las armaduras conformes procederán a quedarse en el molde y pasarán al vertido del relleno con argamasa.

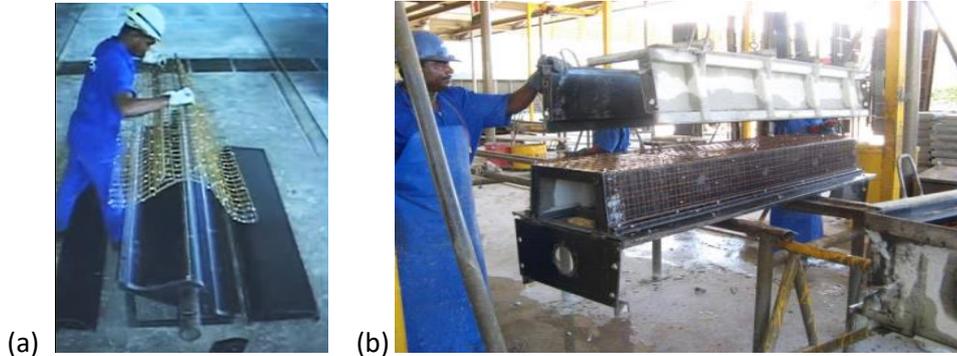


Fig. 75 Comprobación de las piezas en molde por operarios

Fuente: (a) < <https://www.youtube.com/watch?v=ZnrKS3o4XYc> > (b) TRIGO, 2009, pg.60  
[Consulta: 07 de mayo 2022]

### - Preparación de la argamasa

En este paso, con los insumos y proporciones ya comentados para su preparación en las páginas 73 y 74, se procede a su explicación. Primeramente, se mezclan en seco los agregados, el cemento y la arena, que se encuentran en un recipiente que mecánicamente son llevados a la mezcladora. Luego, el agua es dosificada en esta, mecánicamente a través de un controlador, y si fuera necesario se agrega fibras de acero, ello será especificado en diseño de acuerdo a función de la pieza. Normalmente, la capacidad de la mezcladora es de 10 m<sup>3</sup>/hora. Luego de obtener una homogenización se procede a guardar momentáneamente.



Fig. 76 Mezcladora motorizada de argamasa armada

Fuente: < <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/12.134/3975> >  
[Consulta: 08 de mayo 2022]

### - **Vertido de la argamasa en molde de acero**

De este almacenado momentáneo, la argamasa es bombeada para salir a través de una manguera especial que es manipulada por un operario. El vertido va a depender del tipo de pieza, sea horizontal o vertical. En el primer caso, esta es ubicada en mesas vibratorias donde el operario procede a rellenar el molde con cuidado, es importante especificar que las piezas horizontales son piezas simples, por lo que una cara es expuesta, y en este proceso un operario con una paleta homogeniza las superficies. En el segundo caso, para el vertido, el operario debe encontrarse en una plataforma a 3 m. sobre el nivel del piso donde se encuentre la pieza, cabe especificar que la manguera utilizada es corta para tener un mayor control, a diferencia de la otra para piezas horizontales que son largas. Como en el proceso de vertido se debe tener cuidado para evitar burbujas de aire, la pieza vertical es rellenada desde los alrededores del molde. Terminando ello, se tendría ya una pieza de argamasa armada para proceso de curación.



Fig. 77 Vertido en los dos tipos de moldes, horizontal y vertical  
Fuente: TRIGO, 2009, pg.64 y 65  
[Consulta: 07 de mayo 2022]

### - **Curado de la pieza de argamasa armada**

Una vez terminado el paso anterior de relleno se procede inmediatamente al curado por inmersión, donde la pieza es sumergida dentro de tanques de agua de profundidad que se ubican en el suelo a nivel de terreno. Cabe mencionar, que se precisa que el agua este a 60 Cº para su correcto

curado. Por otro lado, según experiencia en fábricas, pueden haber casos que después de 4 horas sumergidas las piezas pueden ser desmoldadas.<sup>44</sup>



Fig. 78 Curado de las piezas en los tanques de agua  
Fuente: CAMPOS, 1994, pg.24 y 21  
[Consulta: 07 de mayo 2022]

#### - Desmolde de pieza de argamasa armada

Pasado el tiempo requerido para su curado, las piezas son retiradas de los tanques y aún estando calientes son desmoldados. si en caso hubiera alguna complicación se utiliza un martillo de goma para dar pequeños golpes en el molde para la liberación de la pieza.



Fig. 79 Desmolde de viga por operarios  
Fuente: < <https://lzdarquitetos.com/caa.html> >  
[Consulta: 07 de mayo 2022]

<sup>44</sup> TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo, pg. 66

- **Control de calidad de la pieza de argamasa armada**

Posteriormente, las piezas pasan inspección visual para encontrar posibles fallas, que podrían ser: recubrimiento incorrecto es decir se ve la armadura en alguna parte de la pieza, fisuras, roturas, y texturas de segregación de material. En estos casos, para su corrección se utiliza como mortero la argamasa mezclado con un adhesivo de PVA, en base a acetato de polivinilo.



Fig. 80 Inspección visual por supervisores

Fuente: < <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitectos/12.134/3975> >

[Consulta: 16 de abril 2022]

- **Transporte de pieza de argamasa armada**

Cuando las piezas hayan pasado el visto bueno de inspección, estas son transportadas y almacenadas en el patio exterior de forma apilada sin tocar el piso, con soportes diseñados para ello y su separación de otras piezas, para su posterior transporte de las piezas a obra.

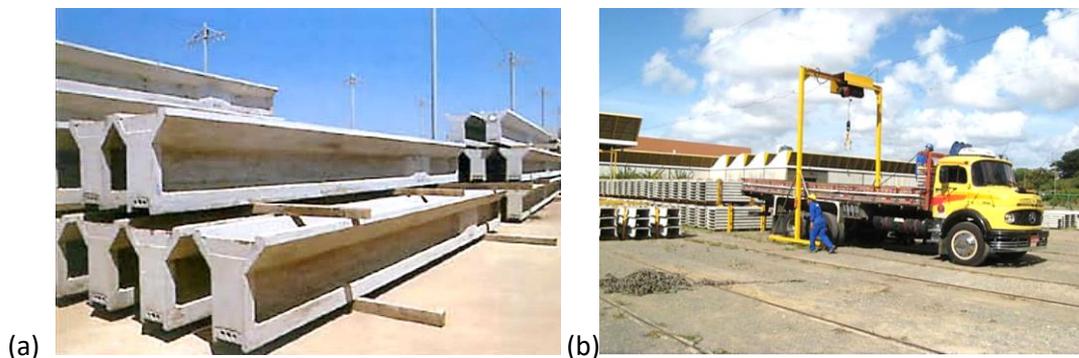


Fig. 81 Almacenaje de piezas y transporte  
Fuente: HANAI, 1996, pg.08; TRIGO, 2009, pg.72  
[Consulta: 16 de abril 2022]

### 7.1.2.3. MONTAJE Y USO DE PIEZAS DE ARGAMASA ARMADA

Posteriormente, en obra se procede al montaje de la pieza sea como estructura de pórticos (zapatas, columnas, vigas), autoportante (piezas), o componentes (losetas, muros internos o externos, mobiliario urbano) (ver fig. 82) en este caso, las piezas son secas. En algunos casos para las uniones se utiliza la argamasa como mortero vertido in situ. (ver fig. 82)



Fig. 82 Montaje y uso de las piezas

Fuente: <<https://lzdarquitetos.com/caa.html>>  
[Consulta: 16 de abril 2022]

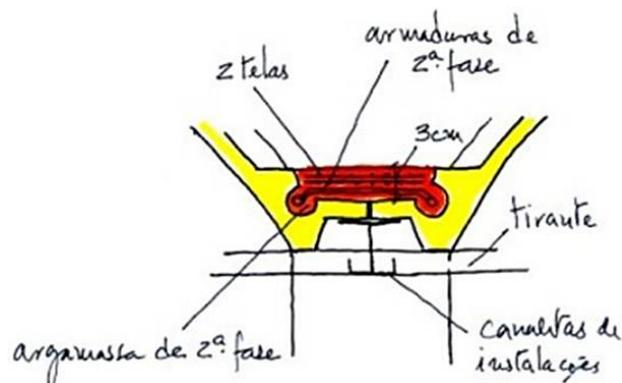


Fig. 83 Detalle de uso de argamasa para uniones de pieza en cubierta

Fuente: [https://www.researchgate.net/publication/326588600\\_Education\\_on\\_the\\_production\\_chain\\_Lele%27s\\_transitory\\_schools\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/326588600_Education_on_the_production_chain_Lele%27s_transitory_schools_in_Brazil)  
[Consulta: 16 de abril 2022]

## 7.2. CREACIÓN DE FÁBRICAS CONSTRUCTORAS TECNOLÓGICAS

Para la construcción de las diferentes obras en base al material de la argamasa armada y acero, ya que en algunos casos se utilizaron sistemas mixtos de construcción, se crearon exclusivamente fábricas para la producción de las piezas a utilizar, las de mencionar fueron en algunos casos creadas in situ, y otras en el mismo estado pero fuera de la obra; todo ello se detallará cuando se mencione cada una de las mismas.

### 7.2.1 CEPLAN

**(Centro de Estudios y Planeamiento Arquitectónico y Urbanístico):**

Si bien es cierto CEPLAN no fue creado para ser una fábrica, es importante mencionarlo ya que fue el primer grupo de profesionales técnicos conformado para desarrollar los primeros proyectos prefabricados de hormigón a implementar en Brasil, a través del planeamiento, diseño y construcción de la Universidad de Brasilia. Ello bajo la responsabilidad de Oscar Niemeyer, y él teniendo como mano derecha a João. El grupo técnico, además de los mencionados, estuvo conformado por: Alcides da Rocha Miranda, Glauco Campelo, Ítalo Campofiorito, Carlos Machado Bittencourt, Virgilio Sosa, Abel Carnaúba, Oscar Kneipp, Evandro Pinto, entre los más importantes. No obstante, João dejó proyectado construir una fábrica de prefabricados de hormigón que funcionaría en conjunto con Ceplan, más no se realizó por el golpe de estado que ocurrió en esos años. Por otro lado, actualmente CEPLAN cambio de nombre por Centro Oscar Niemeyer.



Fig. 84 Miembros del equipo CEPLAN

Fuente: SILVA, 2020, pg.79

[Consulta: 17 de abril 2022]

### 7.2.2. RENURB - Compañía de Renovación Urbana de Salvador

Es la primera fábrica experimental de prefabricados de argamasa armada creada para diversos proyectos a realizar en el estado de Salvador, entre los años de 1978 hasta 1982 bajo la responsabilidad de João. La creación de la misma se da por la necesidad de utilizar sistemas constructivos ligeros para proyectos de saneamiento básico, canalización y urbanización de diversas favelas en beneficio de los pobladores más necesitados; que por las características de la zona se precisaba que tanto la construcción como la materialidad a utilizar no fuera invasiva, ya que no se quería reubicar a los habitantes, ni utilizar maquinaria pesada por el tipo de terreno, además de querer que el proyecto sea de bajo costo. Esta es la primera fábrica en hacer pruebas de aplicación de este material en piezas aisladas autoportantes específicamente para muros de contención, canales, y vías para peatones sea rampas y escaleras drenantes. Por otro lado, en este proyecto se tuvo la participación del ingeniero Frederico Schield para el cálculo estructural.

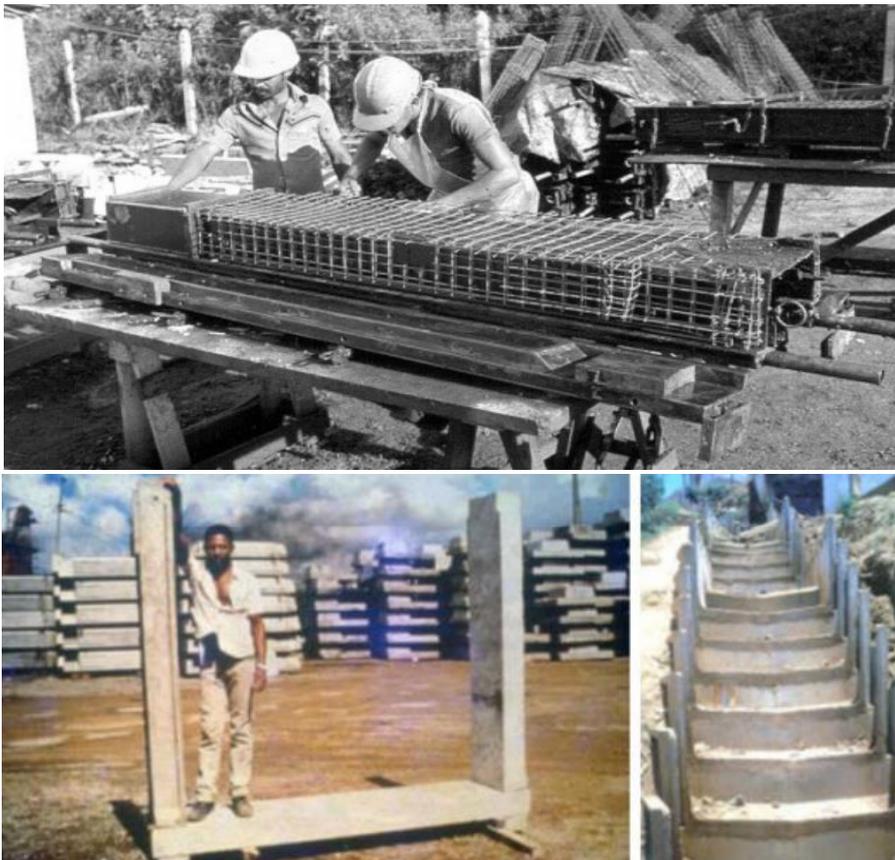


Fig. 85 Armado de mallas de armaduras y almacenaje de piezas en fábrica RENURB  
Fuente: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/18.073/6891?page=2>>

[Consulta: 16 de abril 2022]

### 7.2.3. FAEC – Fábrica de Equipamientos Comunitarios de Salvador

Es la segunda fábrica en construirse en Salvador a cargo de João, que funcionó desde 1985 a 1989, después de un corto periodo de cierre de la anterior, Renurb, a causa de cambios en la gestión municipal. Esta fue creada con el fin de continuar y realizar diversos proyectos con argamasa armada en beneficio de las personas más necesitadas, como en: guarderías (comentadas en las pgs. 52 y 53), escuelas (ver fig.86), puentes peatonales, y equipamientos públicos; es decir, en edificaciones totalmente construidas con este material, esto tras el éxito del prototipo de la Escuela transitória de Abadiania de 1984 (cual se detallará en el siguiente capítulo), y a las escuelas en Rio de Janeiro (comentadas en las pgs. 55 y 56). Cabe aclarar, que esta fábrica es del estado y su financiamiento depende de este.

Por otro lado, como los proyectos presentan mayor complejidad se obtuvo nuevos diseños y elementos prefabricados, a base de los avances y tecnologías adquiridas, específicamente porque la fábrica implementa un sector de metalúrgia pesada, ya que para diversos proyectos se utilizaron sistemas constructivos mixtos, acero y argamasa armada; por ende se necesitó ello para producir estas nuevas piezas prefabricadas de acero (ver fig. 87), además de la fabricación de moldes de acero para las piezas prefabricadas de argamasa armada (ver fig. 88). Con implementación de estos, se obtuvieron piezas con mayor precisión, calidad y menor espesor.



Fig. 86 Escuelas construidas con la fábrica FAEC

Fuente: < <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/minhacidade/15.179/5587> >

[Consulta: 14 de mayo 2022]



Fig. 87 Prefabricados metálicos para uso de puentes peatonales y estaciones de transporte

Fuente: <<https://paradisebackyard.blogspot.com/2016/01/joao-filgueiras-lima.html>>

[Consulta: 16 de abril 2022]

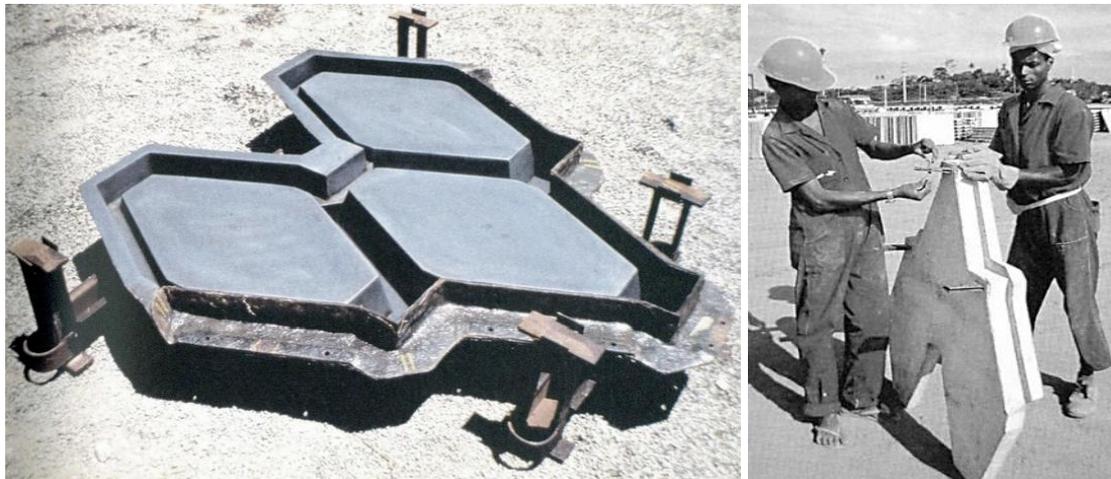


Fig. 88 Moldes metálicos para piezas de argamasa armada realizados en FAEC

Fuente: <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/18.073/6891?page=2>>

[Consulta: 16 de abril 2022]

#### 7.2.4. CTRS – Centro de Tecnología de la Red de Hospitales Sarah

Esta es la fábrica de prefabricados más importante creado en Brasil, cual se implementó en 1993, y estuvo a cargo de João hasta el año 2000. Actualmente sigue vigente, pero con una capacidad de producción menor. Sobre sus características, posee un área de 20,000 m<sup>2</sup>, y se ubica al lado de la sede del Hospital de la Red Sarah en Salvador (ver fig. 89). Su creación fue para la construcción de las sedes de esta red de hospitales en los diversos estados del país, en total 9, en: São Luis, Salvador, Brasilia, Brasilia Lago Norte, Bello Horizonte, Fortaleza, Rio de Janeiro, Macapá, y Belém; algunas sedes mencionas y detalladas dentro de las págs. 60 a la 69.



Fig. 89 Vista aérea de la Fábrica CTRS al lado del hospital, y vista exterior en contexto

Fuente: (a) Google maps, (b) LUKIANTCHUKI, 2010, pg. 77

[Consulta: 16 de abril 2022]

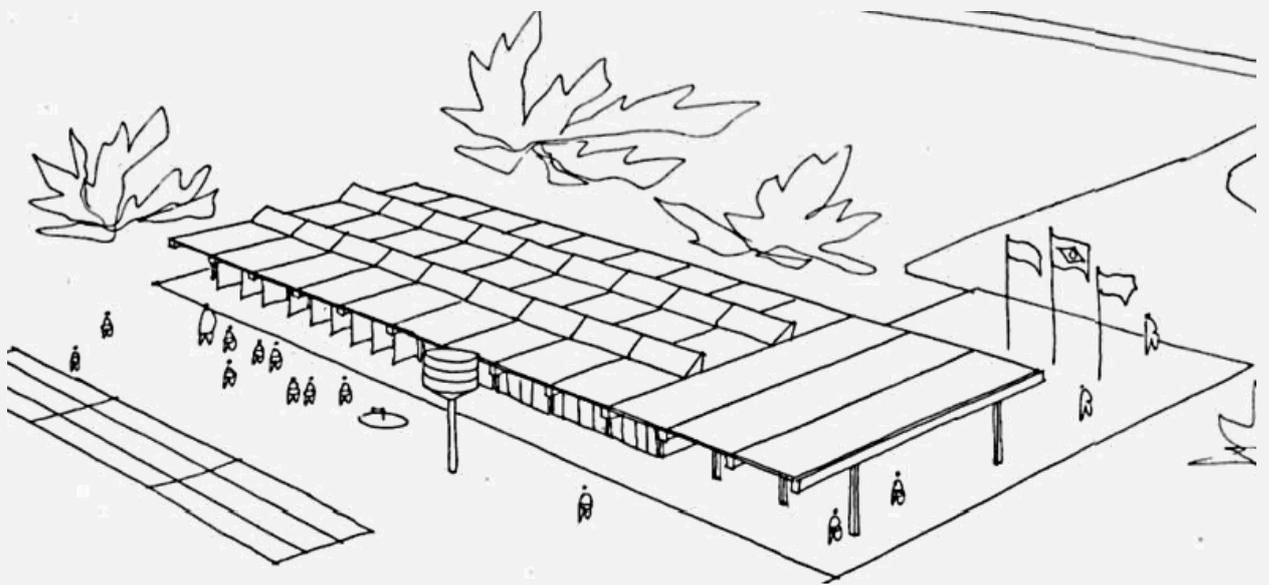
La fábrica posee 5 diferentes áreas de producción de materiales: argamasa armada, metalurgia pesada, metalurgia leve, carpintería, y plásticos (ver fig. 90). Lo cual demandó en su momento tener 800 trabajadores, actualmente sólo cuenta con 230. Ello, porque a la fábrica al finalizar la construcción de todas las sedes, el estado le prohibió ser partícipe de otras construcciones externas, paradójicamente cuando fue el mismo quien a través de esta realizó algunas construcciones de sus sedes. A ello, debemos agregar que, al haber sido financiada por el gobierno federal a través del Ministerio de Salud, debía cumplir ello. Por lo que, actualmente sólo se dedica a la ampliación y mantenimiento de los hospitales; y el área de producción de argamasa armada está paralizado. A eso sumarle que los prefabricados producidos son de un sistema cerrado, ya que su módulo de diseño, 62.5 cm, era incompatible con los de sistemas abiertos. Esta, fue la razón por la cual João sólo permaneció a cargo de la fábrica CTRS hasta la construcción de la última sede en Rio de Janeiro.



Fig. 90 Vista interiores de la Fábrica CTRS (a) metalurgia pesada, (b) argamasa armada

Fuente: LUKIANTCHUKI, 2010, pg. 77

[Consulta: 16 de abril 2022]



## 8. APORTE DE SU OBRA: ESTUDIO DE CASO ESCUELA TRANSITÓRIA DE ABADIÂNIA

### 8.1. ARGAMASA ARMADA: ESCUELA TRANSITÓRIA EN ABADIÂNIA

Esta obra es el primer prototipo de escuela realizado con prefabricados de argamasa armada en Brasil, específicamente en Abadiânia en la ciudad de Goiás, fruto del proyecto “Acción en el Municipio de Abadiânia” (AMA), iniciativa de la municipalidad que convocó un voluntariado de profesionales de diferentes especialidades para un proyecto social, entre ellos João, que, sumado al apoyo económico y técnico de la Universidad Católica de Goiás, y la mano de obra de los agricultores de la zona rural, los cuales sus hijos eran los beneficiados, materializaron la propuesta. Lo resaltante es que hubo todo un equipo comprometido que logró hacer del proyecto un éxito, confiando aún cuando se desconocía de esta tecnología, y se incluía a personas no especializadas en la producción y construcción.

Cabe mencionar, que previo a este prototipo se realizó otro de madera en 1983 en Goiás, por los mismos implicados, que, a diferencia del prototipo de argamasa armada de 1984, tenía la cubierta a dos aguas y no poseía sheds en la misma (cual brinda iluminación y ventilación). Por tanto, el diseño, las piezas, las uniones y el proceso constructivo son diferentes. Se escogió la madera para el primer prototipo, ya que era mucho más sencillo el proceso de su montaje, además que sirvió como modelo para capacitar y acercar a los agricultores a la prefabricación, ya que ellos serían la mano de obra en la construcción del otro prototipo, ello fue un requisito de la Municipalidad a João para construir ambas escuelas. Además, que para el estudio del proyecto se realizó un manual gráfico por João.



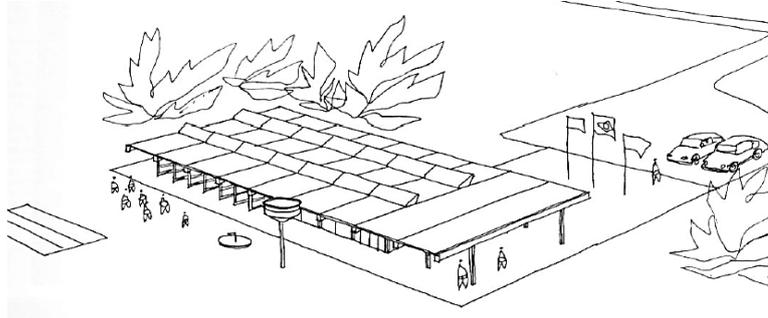
Fig.91 (a) Vista exterior de prototipo de madera, (b) vista interior del mismo

Fuente: Latorraca, 1999

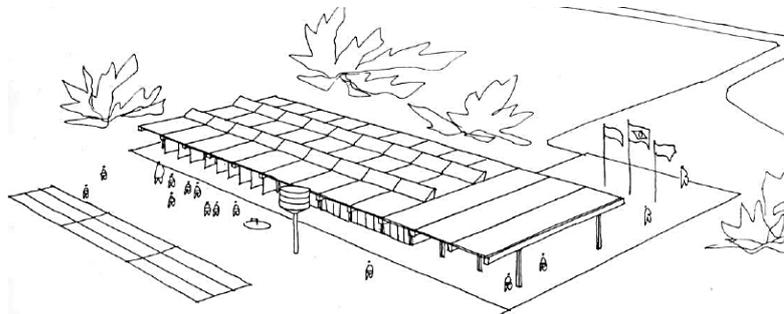
[Consulta: 20 de agosto 2022]

Cabe adicionar, que la construcción del prototipo de argamasa armada en Abadiânia, es el segundo de los cuatro diseñados por João. Cuales fueron:

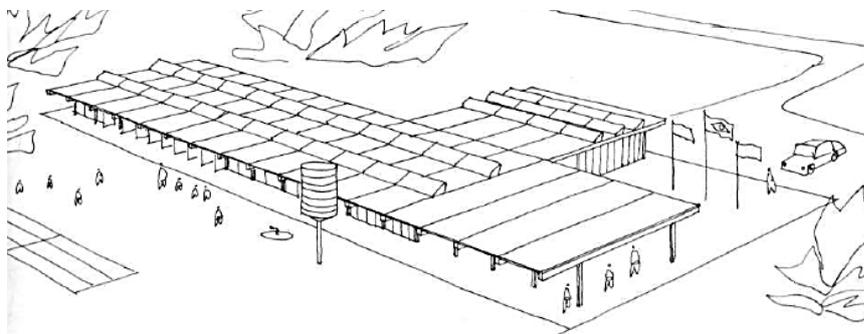
- 1° Prototipo: escuela rural para 50 alumnos.



- 2° Prototipo: escuela rural para 70 alumnos.



- 3° Prototipo: escuela rural para 120 alumnos con puesto de salud.



- 4° Prototipo: Escuela urbana para 160 alumnos.

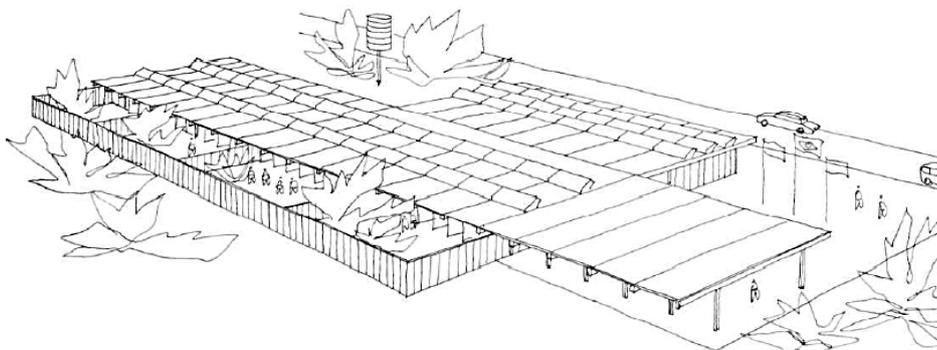


Fig.92 Bosquejos de los prototipos hechos a mano alzada por João

Fuente: LIMA, 1984

[Consulta: 20 de agosto 2022]

### 8.1.1 DESCRIPCIÓN Y ESTRATEGIAS DE DISEÑO

El prototipo ejecutado para 70 alumnos fue diseñado para responder una necesidad latente en su momento en Goiás, cual era dotar de un equipamiento educativo multiuso rural para la comunidad de agricultores e hijos, que son habitantes flotantes ya que por su trabajo migran, pues no son perennes en un solo lugar, es decir son efímeros. Por tanto, el equipamiento debía responder a esta característica, que servía para una función y necesidad finita, ya que con la hipótesis de que en 10 años después se urbanizaría esas áreas y las necesidades cambiarían, João para el diseño del prototipo consideró lo siguiente:

- Flexibilidad espacial (adaptación según necesidad),
- Simplicidad (para su fabricación y construcción), y
- Desmontaje (para su reúso en otro lugar o desuso)

Enfatizando el desmontaje, ya que se quería evitar la pérdida o abandono de la infraestructura si se seguía sistemas constructivos convencionales. A ello sumarle, que la Municipalidad era de bajos recursos económicos, es decir, el presupuesto debía responder a tal realidad para su viabilidad, es por ello, que se consideró la prefabricación para la construcción del prototipo. No obstante, como la zona se encontraba alejada y para el abastecimiento de los insumos tardaría como 5 días en su transporte desde Brasilia, se hizo una fábrica artesanal, bajo supervisión de João, para producir las piezas prefabricadas y no transportarlas desde la capital. De no hacerlo, ello impactaría en la economía y el retraso de la obra.



Fig.93 Ubicación de Abadiânia respecto a Brasilia y vista de su Fábrica artesanal

Fuente: (a) Google Maps, (b) ENAC, 2016, pg. 03

[Consulta: 22 de agosto 2022]

Sobre el diseño del prototipo específicamente, es un bloque lineal longitudinal orientado de norte a sur, de un solo nivel con área de 285 m<sup>2</sup>. Sus medidas son: 5.725 m ancho x 27.48 m largo x 3.50 m alto., que responde a la utilización del submódulo de 57,5 cm. y módulo 114,5 cm. para su diseño; sobre ello, estas medidas son inusuales en la prefabricación pues se aconseja trabajar con múltiplos de 60 o 1.20 cm. Por otro lado, sobre su programación esta escuela rural contiene:

- 2 salas de 46 m<sup>2</sup> cada una (separadas por divisiones móviles)
- 1 sala de profesores (7,90 m<sup>2</sup>)
- 1 cocina (7,90 m<sup>2</sup>)
- 4 servicios higiénicos (21 m<sup>2</sup>)
- circulación y área de recreo cubierto (155 m<sup>2</sup>).

Todos estos espacios están conectados directamente al exterior. Además, a ello se consideró implementar formas pasivas para lograr el confort interno, las cuales fueron: dotar aleros de 2.00 m. en los lados longitudinales para protección solar de las fachadas. Dar abertura en los muros tanto en su parte baja y alta con el fin de ventilar. Y en la cubierta plana, a través de las piezas prefabricadas (llamadas tejas) se crea un colchón de aire para el aislamiento térmico, y se usa los sheds orientados al sur para captar iluminación indirecta y ventilación hacia el interior.

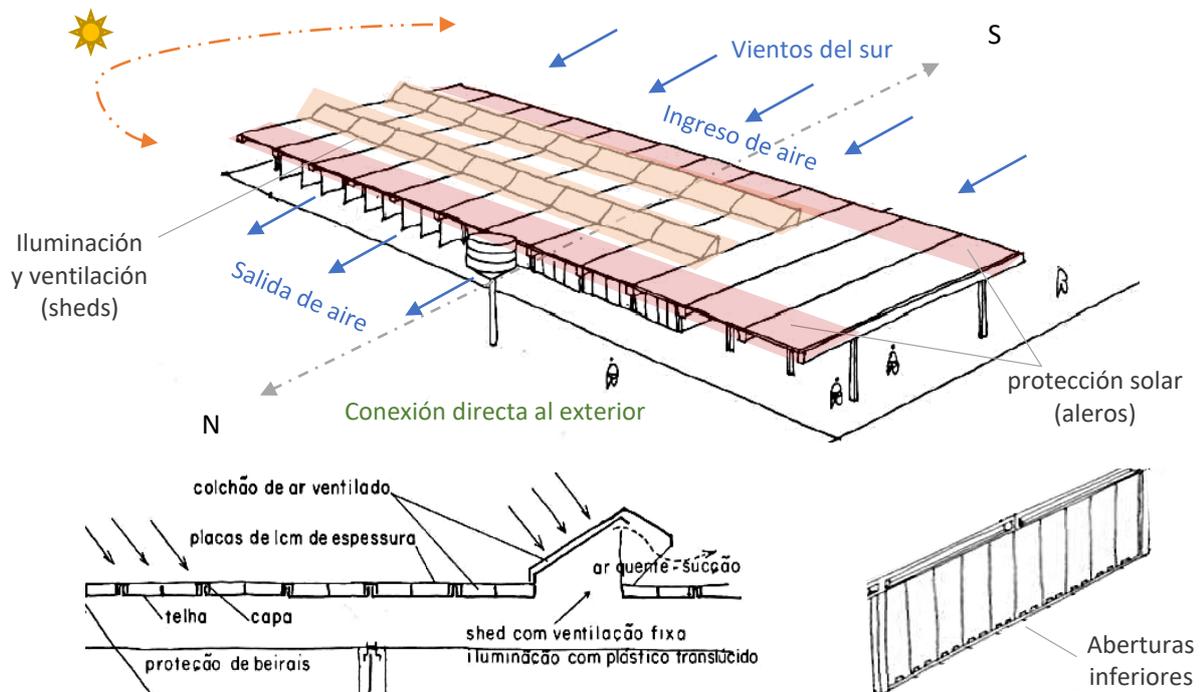


Fig.94 Esquema de estratégias de diseño I  
Fuente: Elaboración propia en base a LIMA, 1984  
[Consulta: 20 de agosto 2022]

Sobre el emplazamiento, con el fin de no generar excavaciones o movimiento de tierras con maquinarias para la implementación del prototipo se consideró que el diseño sea para terrenos planos y llanos. Además, que incorpore la recolección de aguas pluviales, canalizando desde la cubierta hasta el reservorio para su posterior uso. (ver fig. 95)

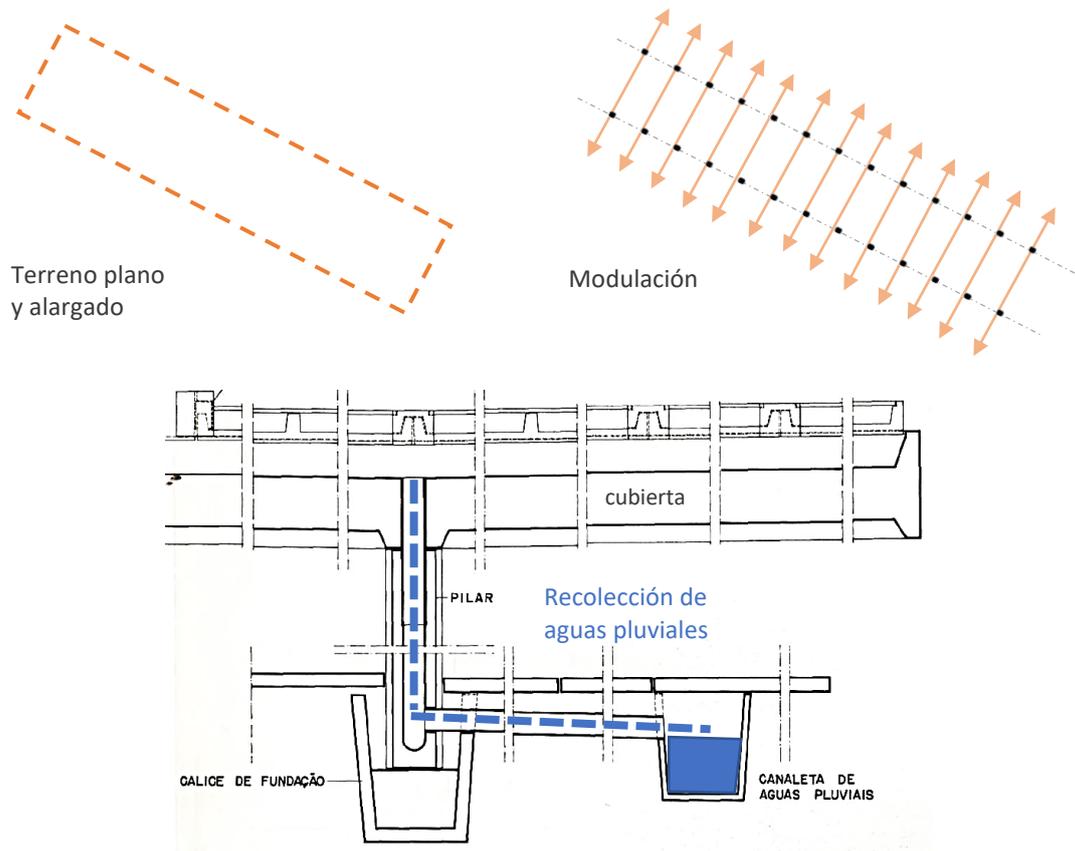


Fig.95 Esquema de estrategias de diseño II  
Fuente: Elaboración propia en base a LIMA, 1984  
[Consulta: 22 de agosto 2022]

Entonces, definido su arquitectura y la compatibilización con las otras especialidades se tienen los planos definitivos. (ver fig. 96 y 97)

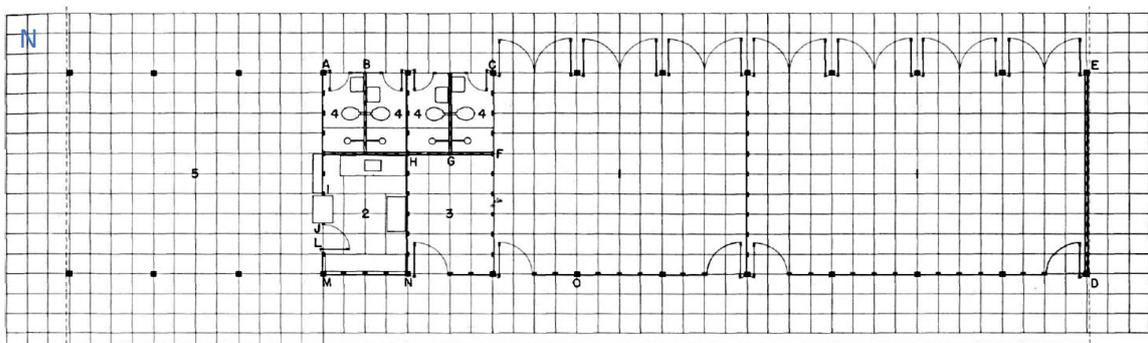


Fig.96 Planta de distribución del Prototipo de argamasa armada  
Fuente: LIMA, 1984  
[Consulta: 22 de agosto 2022]

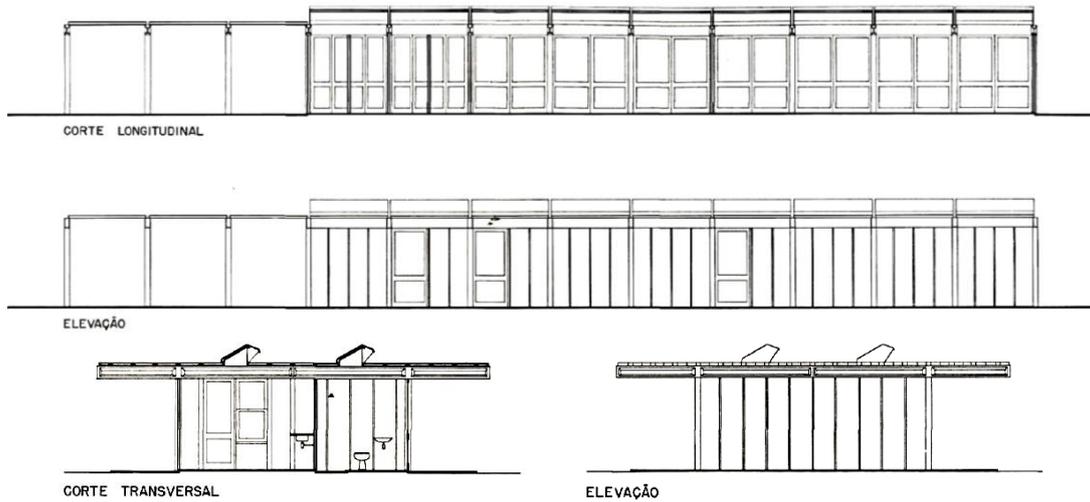


Fig.97 Cortes y Elevaciones del Prototipo de argamasa armada  
Fuente: LIMA, 1984  
[Consulta: 22 de agosto 2022]



Fig.98 Vistas externas e internas del Prototipo finalizado  
Fuente: (a, c, d) LIMA, 1984; (b) TRIGO, 2009, pg. 113  
[Consulta: 20 de agosto 2022]

## 8.1.2 PIEZAS, ESTRUCTURAS Y MONTAJE

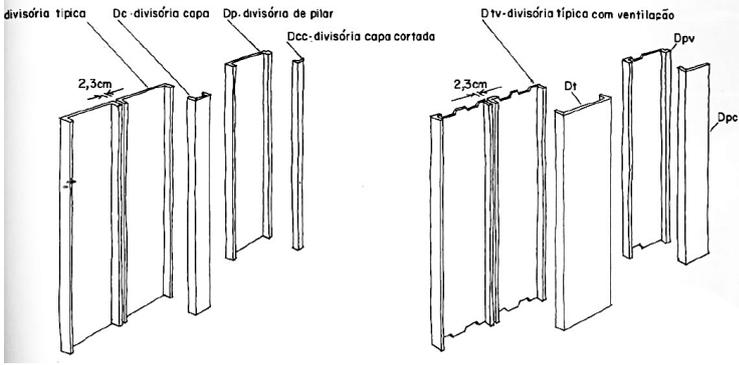
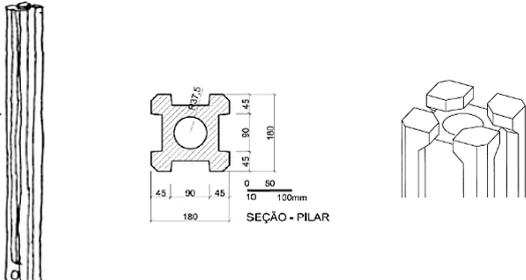
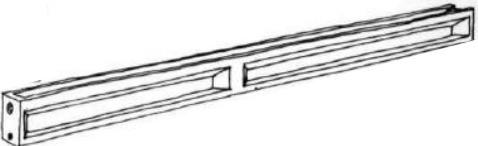
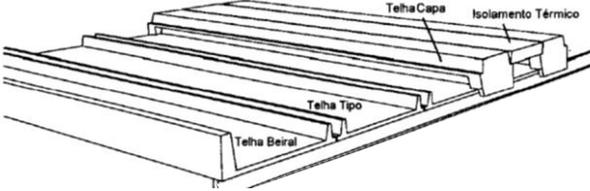
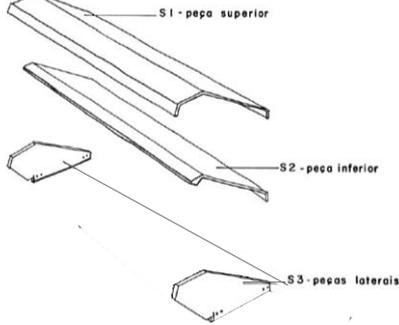
### 8.1.2.1 PIEZAS PREFABRICADAS

Según el Manual desarrollado por Joao<sup>45</sup> para la construcción del prototipo, se diseñó 20 componentes, que debían tener la característica de no pesar más de 100 kg. para ser transportados y manipulados por humanos. No obstante, se hizo una excepción con la viga ya que pesaba 184 kg. Otra consideración fue que las piezas no sean demasiada largas por las mismas razones, por lo que el elemento más largo fue la viga con 4.875 m. Agregar a ello, el sistema de prefabricación utilizado es cerrado, ya que tuvo su propia fábrica. Las piezas diseñadas se detallarán a continuación:

**Tabla de piezas prefabricadas del prototipo**

Tipo de pieza de argamasa armada	Imagen/Esquema
<p><b>Canaleta de aguas pluviales</b></p> <p>(ubicada en el perímetro del prototipo) (3 piezas diseñadas)</p>	<p>eixos dos submódulos de 57,25cm impressos nos bordos superiores.</p> <p>228,5cm</p> <p>114,5cm</p> <p>22 cm</p> <p>2</p> <p>18 cm</p> <p>seção padroniza</p> <p>C 1 C 2 C 3</p>
<p><b>Cáliz de zapata</b></p> <p>(1 pieza diseñada)</p>	<p>85cm</p> <p>85cm</p> <p>pilar cálice</p>
<p><b>Zócalos "rodapé"</b></p> <p>(uso para colocación de placas simples, dobles o pilares) (4 piezas diseñadas)</p>	<p>Rt - rodapé típico</p> <p>Rp - rodapé de pilar</p> <p>Rpd - rodapé de pilar parede dupla</p> <p>Rtd - rodapé típico parede dupla</p>

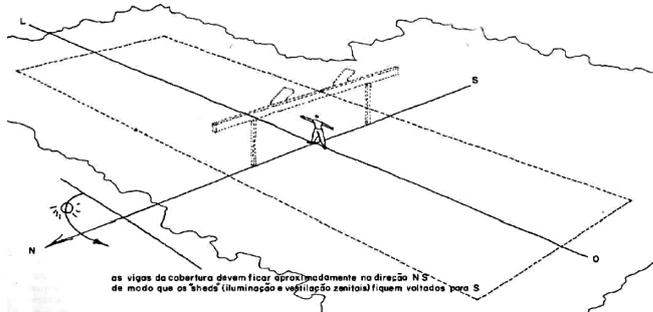
<sup>45</sup> LIMA, J. (1984) Escola Transitória, modelo rural. Brasília: MEC/CEDATE

Tipo de pieza de argamasa armada	Imagen/Esquema
<p><b>Placas divisoras</b></p> <p>(forman los muros sean simples o dobles) (7 piezas diseñadas)</p>	
<p><b>Pilar</b></p> <p>(1 pieza diseñada)</p>	
<p><b>Viga</b></p> <p>(1 pieza diseñada)</p>	
<p><b>Tejas "telha"</b></p> <p>(forman la cubierta plana) (4 piezas diseñadas)</p>	
<p><b>Sheds</b></p> <p>(3 piezas diseñadas)</p>	
<p><b>Placas de piso</b></p> <p>(1 pieza diseñada)</p>	

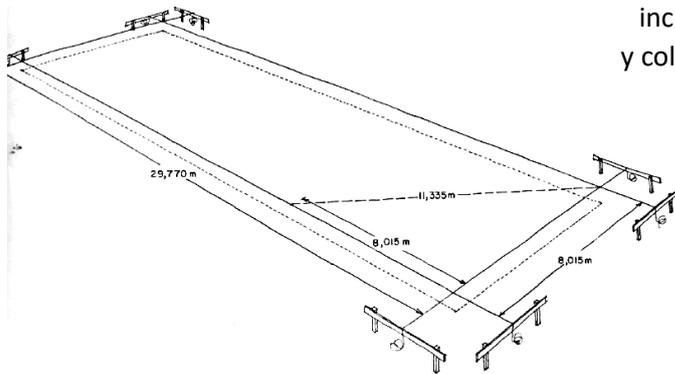
Fuente: Elaboración propia en base a LIMA, 1984

### 8.1.2.2 MONTAJE DE PROTOTIPO

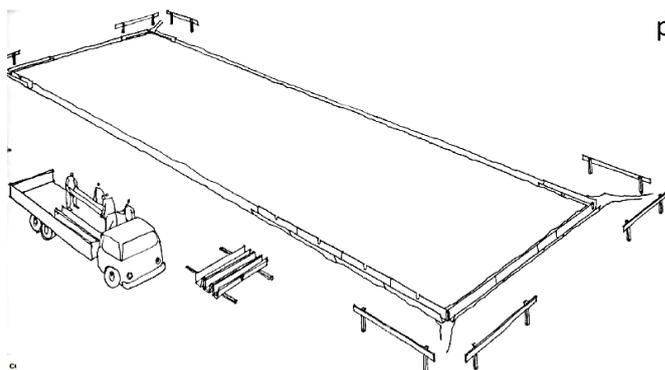
Para la fabricación de piezas y montaje de prototipo se necesitó 45 días.  
A continuación, se explicará el proceso de montaje del prototipo:



1. Ubicación del terreno plano, orientación del prototipo considerando el recorrido solar; y limpieza de terreno.



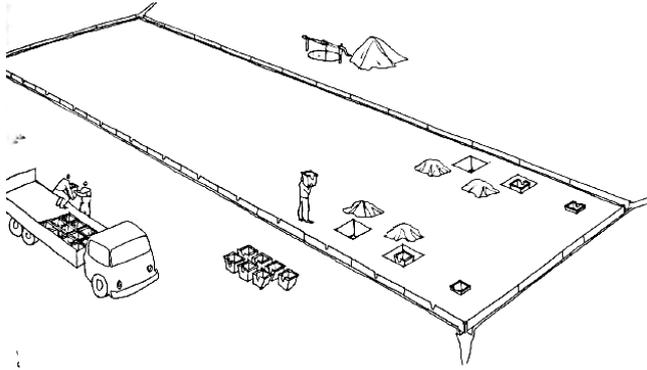
2. Localización de obra, definición del perímetro del prototipo según medidas, incluyendo las canaletas de aguas pluviales; y colocación de referencias en las 4 esquinas.



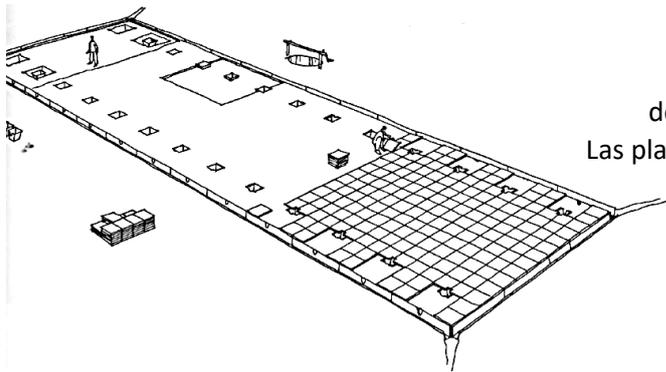
3. Colocación de canaletas de aguas pluviales sobre la capa de arena nivelada con sus aberturas hacia el interior para recibir los tubos de drenaje.



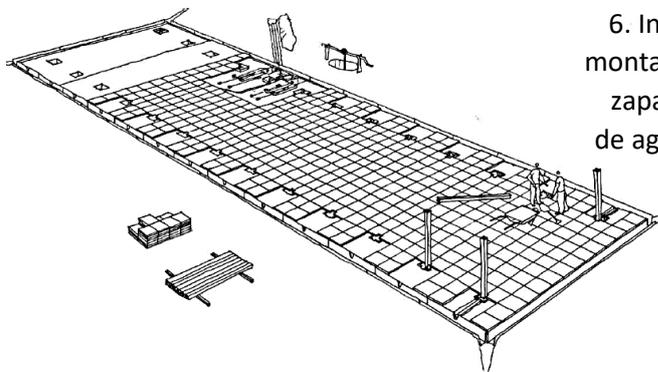
Fig.99 Montaje de prototipo parte I  
Fuente: Elaboración propia en base a LIMA, 1984  
[Consulta: 20 de agosto 2022]



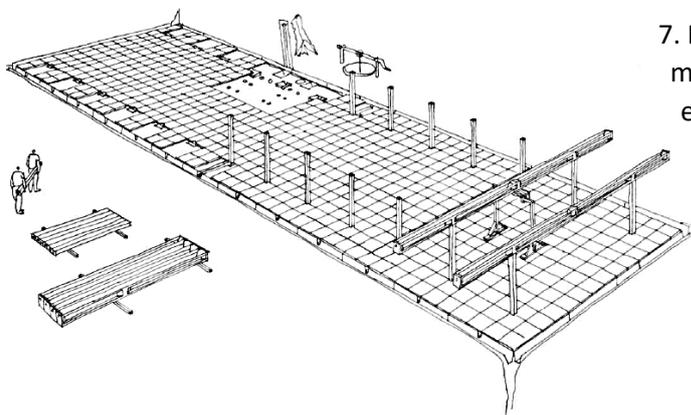
4. Realización de zapatas, su ubicación es por las líneas transversales guías de las canaletas de aguas pluviales. Se utiliza el cáliz de zapata y es hormigonado.



5. Montaje de placas de piso sobre arena mojada, compactada y nivelada. Existe un desnivel del interior de 1,5 cm. del exterior. Las placas cerca de las columnas tienen recortes.

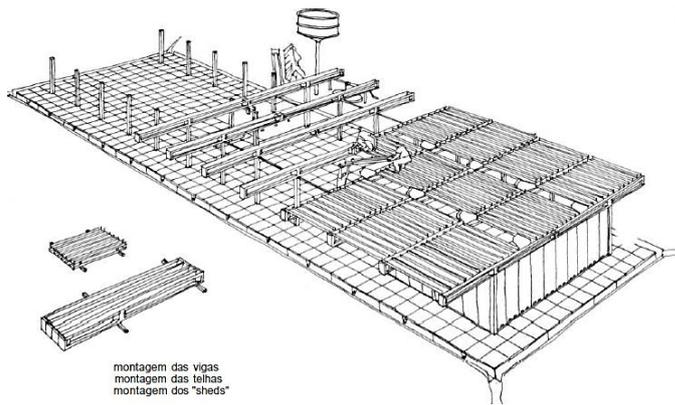


6. Instalación del sistema de agua y desagüe; y montaje de pilares nivelados sobre los cálices de zapatas con conexión interna para las tuberías de aguas pluviales para posterior hormigonado.

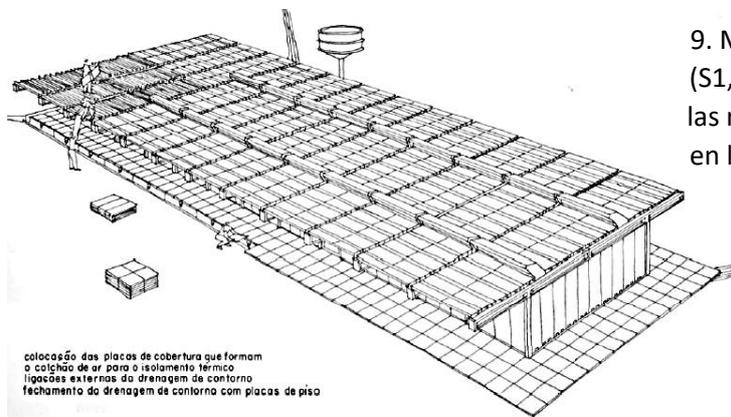
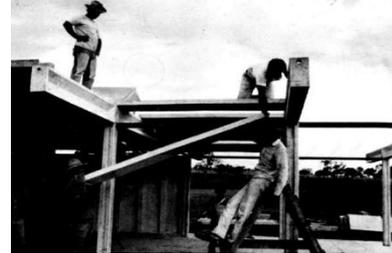


7. Montaje de vigas a través de apoyos de madera, y conexión por ajuste de pernos en encuentro. El apoyo permanece min. 24 h. tras comprobar su resistencia.





8. Montaje de cubierta a través de las tejas, usando los 3 tipos, además de la placa de aislamiento térmico, se deja espacio para los sheds.



9. Montaje de sheds, usando 3 piezas (S1, S2 y S3), donde S3 es el apoyo de las restantes que se fijan con tornillos en los perfiles de hierro; y montaje de placas de piso en las canaletas.



10. - Montaje de placas divisoras sea simples (externas) y dobles (instalaciones) con ayuda de rodapiés en suelo.  
- Montaje de puertas con piezas fijadas en piso entre junta de placas y pieza de madera en techo.  
- Montaje de pizarra movable divisora de salas.

Fig.100 Montaje de prototipo parte II  
Fuente: Elaboración propia en base a LIMA, 1984  
[Consulta: 20 de agosto 2022]

### 8.1.2.3 ESTRUCTURAS DEL PROTOTIPO

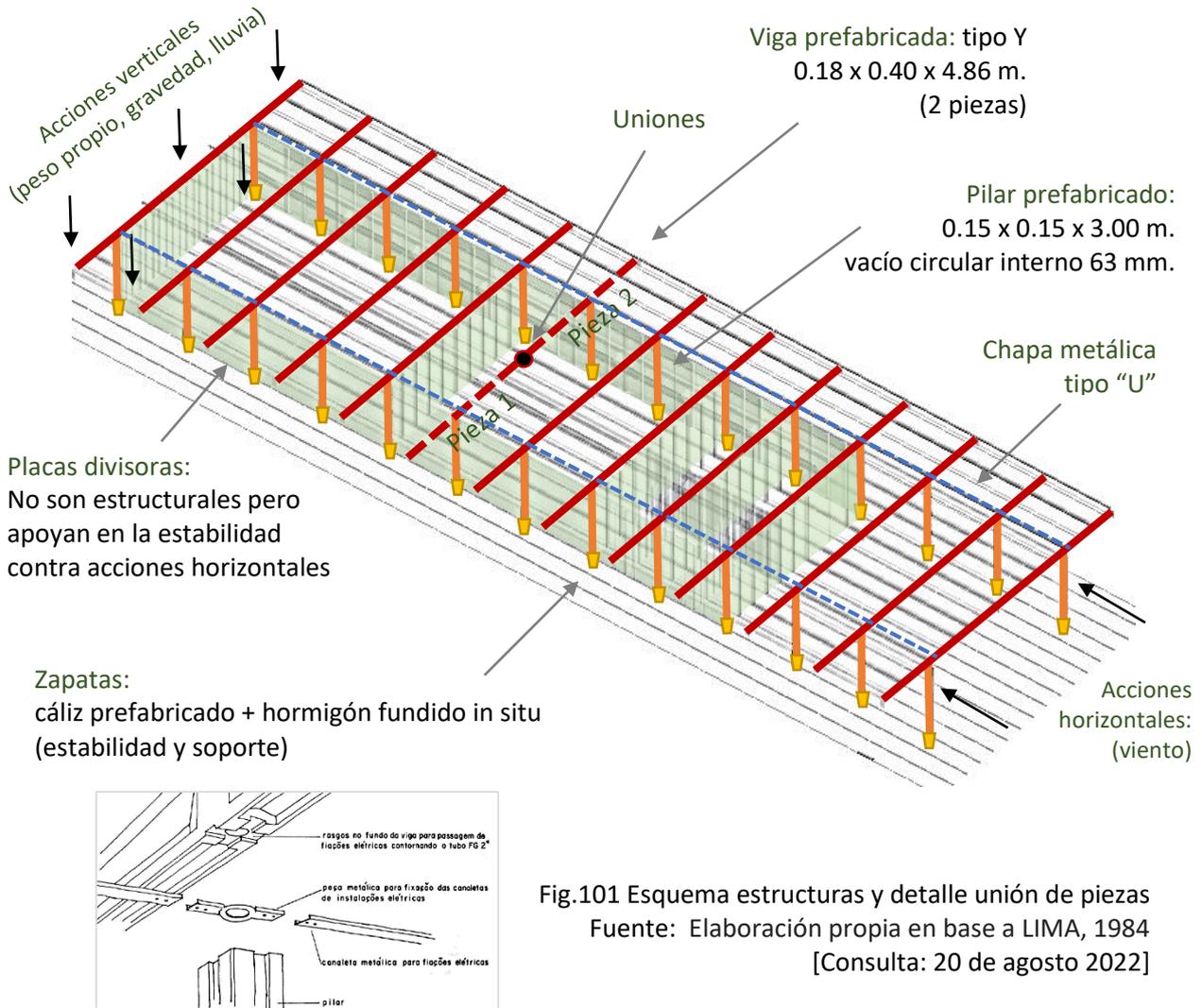
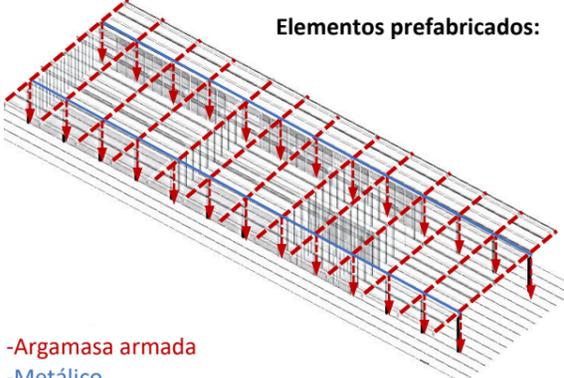
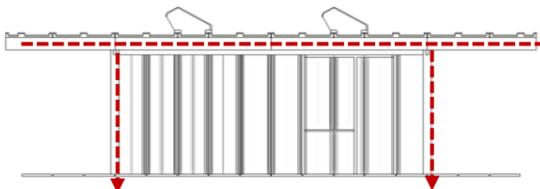
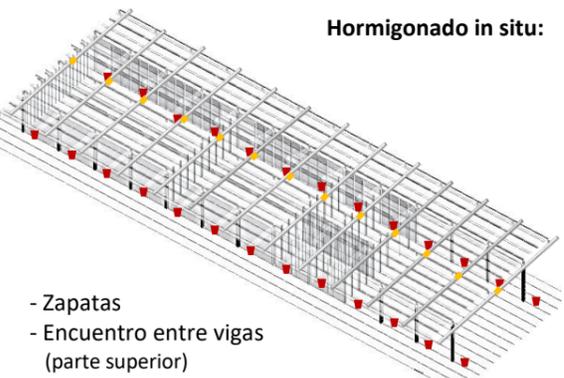
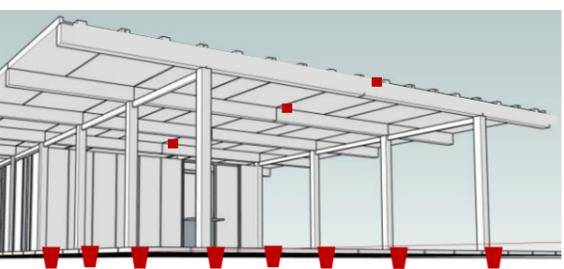
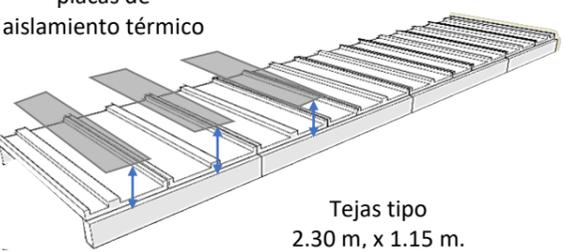
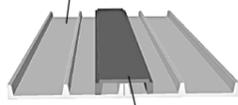
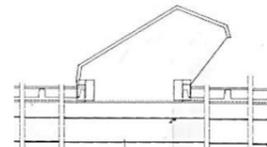
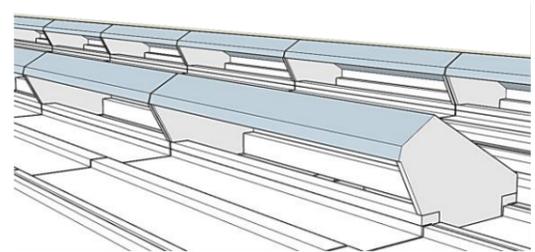
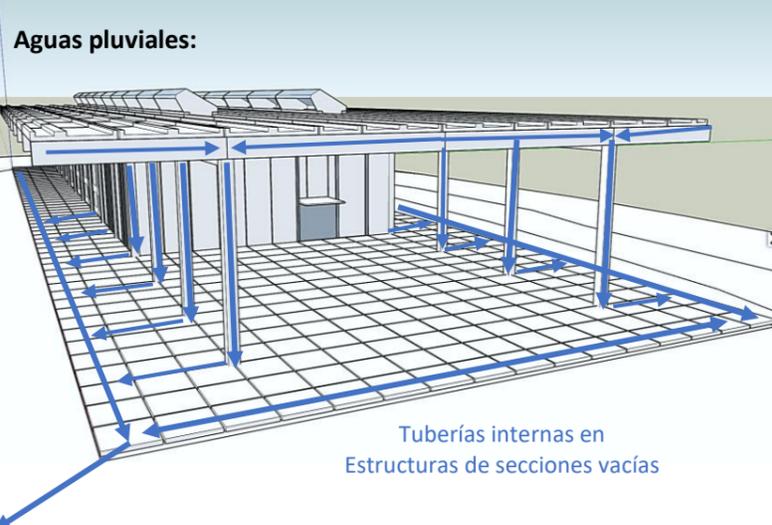
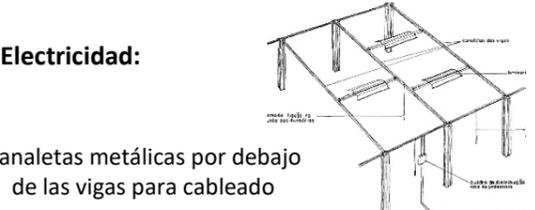
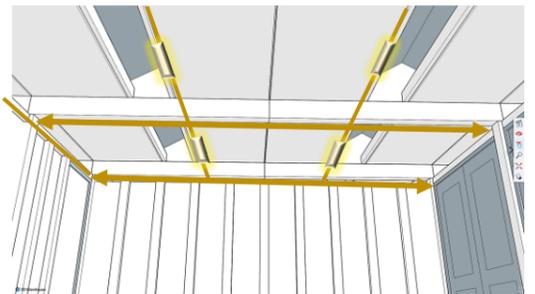
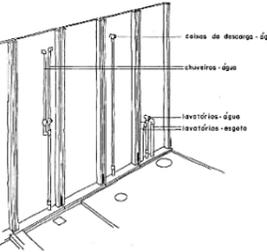
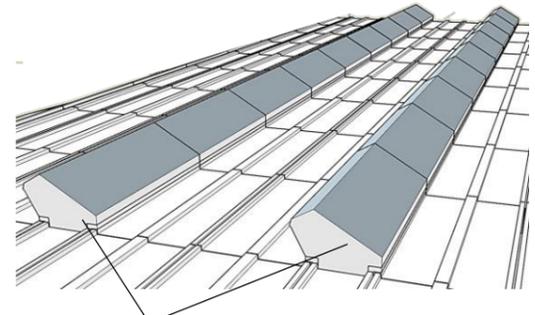


Fig.101 Esquema estructuras y detalle unión de piezas  
Fuente: Elaboración propia en base a LIMA, 1984  
[Consulta: 20 de agosto 2022]

El prototipo posee un sistema porticado que se encuentra orientado de norte a sur, compuesto por 13 pórticos transversales de argamasa armada. Estos trabajan para recibir fuerzas verticales; donde las vigas reciben las cargas que trasladan a los pilares, de ahí a las zapatas y finalmente al suelo. En el lado longitudinal, se utiliza chapas metálicas tipo "U" en la parte superior de conexión. Cabe mencionar, que en Brasil no se tienen acciones horizontales de preocupación como los sismos, por tanto, además de lo comentado, los pilares se apoyan de las placas divisoras para dar estabilidad y rigidez en ese sentido (ver sombreado verde en fig. 101). Además, que los pilares poseen rigidez por la fundición de las zapatas con hormigón in situ, que impide su desplazamiento. Por otro lado, sobre el módulo estructural utilizado está compuesto por 4 x 10 placas (medida de placa: 57,5 cm.) es decir, los ejes están a 2.30 m. x 5.75 m. solo mencionar, el prototipo pertenece a un sistema ligero prefabricado, en total pesa 41,5 toneladas.

### 8.1.3 CUADRO ANALÍTICO DEL SISTEMA UTILIZADO

Escuela Transitoria de Abadiânia	Estructura		Cubierta
<p>1984: Entrega de prototipo (vista lado noreste)</p>  <p>2020: Estado del Prototipo (vista lado oeste)</p> 	<p><b>Elementos prefabricados:</b></p>  <p>-Argamasa armada -Metálico</p>  <p>2 líneas estructurales</p>	<p><b>Hormigonado in situ:</b></p>  <p>- Zapatas - Encuentro entre vigas (parte superior)</p> 	<p><b>Tejas:</b></p> <p>placas de aislamiento térmico</p>  <p>Tejas tipo 2.30 m, x 1.15 m.</p>  <p>Tejas capa</p>  <p><b>Sheds:</b></p> 
<p><b>Integración de Instalaciones (aguas pluviales, electricidad, agua y desagüe)</b></p>			
<p><b>Aguas pluviales:</b></p>  <p>Tuberías internas en Estructuras de secciones vacías</p>	<p><b>Electricidad:</b></p>  <p>Canaletas metálicas por debajo de las vigas para cableado</p> 	<p><b>Agua y Desagüe:</b></p> <p>Uso de placas divisoras dobles para tuberías verticales</p>  <p>Tanque elevado</p> 	 <p>-Medidas: 2.30 m, x 0.575 m. -18 piezas totales en 2 filas de 9 cada uno.</p>

Fuente: Elaboración propia a análisis propio y LIMA, 1984  
[Consulta: 20 de agosto 2022]

### 8.1.4 CUADRO FODA DEL SISTEMA UTILIZADO

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema constructivo ligero (no uso de maquinaria pesada)</li> <li>- Extensible, modificable y desmontable. (se adapta a necesidades y no genera desperdicios).</li> <li>- Diseño y producción simple (creación de sólo 20 componentes, y fabricación in situ).</li> <li>- Proyecto económico (costo de obra 5 veces menor que un sistema constructivo tradicional).</li> <li>- Rapidez en producción y montaje de elementos.</li> <li>- Proyecto inclusivo (uso de mano de obra local no especializada).</li> <li>- Bajo costo de mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oferta de un nuevo material aplicable en la prefabricación (argamasa armada).</li> <li>- Construcción económica de nuevos proyectos sociales a nivel industrial.</li> <li>- Ejemplo para estudio de nuevos prototipos de escuelas u otra tipología arquitectónica a prefabricar.</li> <li>- Por su fácil aplicación, da trabajo a personas no calificadas para su producción y montaje.</li> <li>- Dotar equipamientos de calidad a personas de bajos recursos en zonas alejadas y difíciles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ser un sistema prefabricado cerrado.</li> <li>- Creación de Fábrica exclusiva o privada para producción de elementos.</li> <li>- La calidad de la pieza depende del control de la producción.</li> <li>- Uso de medidas no estandarizadas industrialmente para diseño y producción.</li> <li>- El prototipo sólo se puede aplicar en terrenos planos y llanos.</li> <li>- Quiebre de piezas por diseño y espesores. Ejem: las tejas “telhas”. (fueron rediseñadas para otras escuelas de otros estados)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de la composición y producción de piezas prefabricadas en fábricas comerciales. (ahorro insumos/costo)</li> <li>- Deterioro de piezas por falta de mantenimiento. (en obras del estado no se contó con ese presupuesto).</li> <li>- Deterioro de piezas por factores externos, (lluvia, humedad, incendio, etc.)</li> <li>- Bajo interés del gobierno o instituciones en investigación en la argamasa armada para nuevas alternativas.</li> <li>-Discontinuidad de proyectos por la inestabilidad de gobierno.</li> </ul>

### 8.1.5 CONCLUSIONES SOBRE EL PROTOTIPO:

- El estudio del prototipo nos ayuda a entender la importancia de la investigación en el avance tecnológico e innovación en la construcción, que aún dentro de un contexto como Brasil con carencias económicas y tecnológicas, no es una limitación y se puede lograr dar respuestas arquitectónicas de calidad en beneficio de los más necesitados. Que, en este caso, el diseño del prototipo es el resultado de todo un análisis holístico; donde denota el dominio de João en los sistemas prefabricados y sus procesos constructivos, ya que su simpleza arquitectónica oculta toda una complejidad interna en el diseño de las piezas prefabricadas para la integración de las diversas especialidades e instalaciones.

## **CONCLUSIONES GENERALES:**

El objetivo de esta investigación permite poner en valor el desarrollo de la prefabricación en Brasil, considerando que este sistema industrializado en la construcción en este país tuvo una génesis y enfoque de aplicación diferente a las realidades europeas, siendo el primer y único país de Latinoamérica que aplicó y desarrollo este sistema dando nuevas alternativas en materialidad, la argamasa armada, en los años 90 de acuerdo a la tecnología de su alcance enfatizando su uso a nivel industrial con un enfoque social, lo que hace la diferencia del trabajo realizado con la prefabricación en este país. Por lo cual, en la búsqueda y perfeccionamiento de la eficiencia de este sistema, se le reconoce a João Filgueiras Lima como la figura y máximo exponente de la prefabricación en Brasil, dado al valor de su trabajo y aporte tanto en su obra e investigación en tecnología constructiva en este campo de la arquitectura e ingeniería.

Por lo que, a través de un análisis holístico se concluye lo siguiente:

- La prefabricación en la construcción en Brasil fue utilizada con un enfoque fuertemente social, permitiendo así obras de este carácter, siendo los más beneficiados las personas de bajos recursos. De ello, los ejemplos más simbólicos de esta aplicación son escuelas y guarderías públicas de diferentes escalas construidas en favelas sea en Rio Janeiro, Brasilia, Salvador, o cualquier otro estado.
- Gracias a la invención de la argamasa armada en la prefabricación es desde los años 90 una alternativa dentro de los sistemas industrializados ligeros de la construcción, que al ser económica su producción se obtienen proyectos con bajos recursos de inversión, pero de alta calidad constructiva, tecnológica y proyectual.
- La argamasa armada al ser un producto local ha sido poca su difusión en el mercado internacional como alternativa en la construcción, por lo que la investigación enfatiza la importancia de su conocimiento dentro del campo de la construcción para su utilización o de posibles investigaciones futuras en su perfeccionamiento o mejoría.

- El logro de la aplicación de la prefabricación en Brasil a un nivel social se ha dado gracias a la visión y trabajo holístico de un equipo formado por diferentes profesionales sean políticos, arquitectos, ingenieros, educadores, etc., que en diferentes etapas tuvieron la mentalidad de enfatizar el bienestar de la sociedad; estas obras son un claro ejemplo de la metodología del buen trabajo de concebir proyectos sociales en países en desarrollo, que en teoría su realización es más compleja. Por ello, es preciso enfatizar el trabajo de un equipo visionario.
- De lo anterior descrito, también se reconoce el trabajo del estado social-político que ha permitido aflorar las ideas hasta su materialización en obra de los diferentes proyectos. Siendo importante el primer visionario político de la concepción de todo este desarrollo, Getulio Vargas, quien fielmente creyó y vio a la industria como un camino de desarrollo de Brasil como país moderno, lo cual a través de su mandato permitió que la tecnología se desarrollase.
- La investigación aporta a abrir el panorama de la concepción que se tiene sobre la arquitectura brasileña que se le encasilla a solo ser un lenguaje o una respuesta propia del movimiento moderno encabezada o conocida mayormente por la obra de Oscar Niemeyer, siendo la arquitectura brasileña una respuesta mayor a ello, donde ha desarrollado pericia y tecnología en la construcción, siendo las obras de João ejemplos paradigmáticos de arquitectura prefabricada.
- La investigación fue realizada para ampliar el conocimiento de la aplicación de la prefabricación en una realidad latinoamericana, que a pesar del desarrollo no tan avanzado de su tecnología pudo innovar y generar proyectos de impacto al país. Ello nos debe servir como ejemplo para otras aplicaciones en Latinoamérica, que poseemos problemas sociales latentes parecidos, pero no nos hemos enfocado en dar respuestas sea en investigación, ideas, proyectos u obras.
- Esta investigación se realizó para ser utilizada en futuras líneas de investigación en el doctorado, en la realización de diseño de prototipos con valores sociales utilizando prefabricados, pero que respondan a la realidad y materialidad ofrecida en Perú.

Las siguientes conclusiones son respecto a cada capítulo:

- El proyecto “*Marcha para o oeste*” es catalizador para la reubicación de la capital en Brasil hacia el centro del país, ya que su fin era desarrollar y conectar las áreas vacías, rurales y aisladas del centro y oeste del mismo, su ejecución desarrolla información e industria necesaria para la materialización de Brasilia como nueva capital.
- Si bien la ciudad de Brasilia es el significado de la modernización en Brasil, por falta de desarrollo en tecnología constructiva su ejecución sigue procesos constructivos convencionales, vertido de hormigón in situ. No obstante, la presión ejercida para su construcción y entrega en un plazo determinado, concientiza a todos los implicados, entre ellos João, en la importancia de la eficiencia en lo que implica la racionalización de procesos constructivos.
- En las primeras experimentaciones en uso de premoldados de hormigón en Brasil, en la Universidad de Brasilia, a pesar de no tener un dominio en el uso de este sistema, las edificaciones presentan variedad dentro de su simpleza en las soluciones dadas tanto en la morfología de su diseño, el sistema estructural aplicado, el diseño de componentes premoldados, y las uniones de los mismos elementos.
- El sistema estructural utilizado en las primeras experimentaciones son elementos autoportantes (como el módulo 3D de vivienda), y pórticos con premoldados (pero apoyados con elementos hormigonados in situ como: escaleras, zapatas y vigas de cimentación, para dar mayor estabilidad y rigidez a las edificaciones). Además, la resolución en las uniones y fijaciones de las piezas con uso de tornillos presenta una similitud al sistema estructural de madera.
- João es introducido por cuestiones laborales a los sistemas de industrialización en la construcción con el uso de prefabricados de hormigón, más es por sí mismo que empieza a investigar y trabajar con otros materiales como la argamasa armada y el acero, a tal punto de utilizarlos de una manera mixta en el diseño de sus proyectos.

- Al analizar los proyectos prefabricados de hormigón de João, denota su dominio tanto en la técnica de diseño, el proceso constructivo y montaje de este sistema; ya que obtiene diferentes respuestas con plasticidad y complejidad, aplicando la curva de manera sutil en la composición, a diferencia de las primeras experimentaciones lineales; además de combinar en los sistemas estructurales, pórticos prefabricados, vertido de hormigón in situ, y uso de piezas autoportantes en fachadas como apoyo estructural.
- Los proyectos prefabricados de argamasa armada de João son un ejemplo del impacto de la aplicación de tecnología en arquitectura social, fruto del estudio e investigación de nuevos materiales ligeros y su aplicación en sistemas constructivos industrializados en Brasil. Llegándose a diseñar más de 500 piezas prefabricadas, patentadas, que responderían a necesidades de los proyectos sea en tipología, contexto, funcionalidad, estética, confort térmico, y otros aspectos.
- Los proyectos prefabricados de acero de João, presentan un proceso evolutivo en el manejo de este sistema, pues pasan de tener un carácter industrial, característico en el uso de este material, a uno orgánico, no obstante, al utilizar en su diseño módulos no estandarizados, para su prefabricación fue necesario la creación de una fábrica exclusiva para la producción de las piezas metálicas.
- La argamasa armada es un material creado y producido en Brasil, que gracias al interés y esfuerzo de João, aún con las limitaciones en la tecnología en el país, es aplicado de una manera industrial a través de su uso en prefabricados, su aplicación engloba no sólo proyectos de arquitectura sino también de ingeniería; demostrando así versatilidad, creatividad y evolución en el diseño de las piezas prefabricadas, no limitándolas a campos o usos específicos, por el contrario a la multifuncional; un ejemplo claro las vigas sheds.
- Las fábricas tecnológicas de prefabricados creadas bajo la supervisión de João, por la necesidad de producir piezas que su módulo de diseño no responde a los estándares internacionales de una prefabricación industrial, pertenecen a los sistemas cerrados de prefabricación.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1990), *Projeto e execução de argamassa armada*, Rio de Janeiro: ABNT. <<https://www.passeidireto.com/arquivo/36559490/nbr-11173-nb-1259-projeto-e-execucao-de-argamassa-armada>> [Consulta: 26 de Abril de 2022]
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1991), *Cimento Portland composto*, Rio de Janeiro: ABNT. <[NBR 11578 - 1991 - Cimento Portland Composto | Passei Direto](#)> [Consulta: 27 de Abril de 2022]
- CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1, Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS
- FONSECA, Pedro. (1989) *Vargas: O capitalismo em construção, 1906 – 1954*. São Paulo: Editora Brasiliense.
- GUIMARÃES, A.G.L. (2003). *João Filgueiras Lima: O último dos modernistas*. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- GUIMARÃES, A.G.L. (2010). *A obra de João Filgueiras Lima no contexto da cultura arquitetônica contemporânea*. Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo: Universidade de São Paulo.
- HANAI, J. (1996) *Argamassa Armada Volume 2, Projeto Estrutural e dimensionamento com telas soldadas*. São Paulo: IBTS
- HANAI, J. (1996). *Guia na elaboração de projetos de pesquisa na área da tecnologia. Material de apoio*. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Estruturas.
- KOURY, A. P. (2007) *Arquitetura construtiva: proposições para a produção da arquitetura no Brasil (1960-1970)*. Projeto História, São Paulo, pg. 189-203.
- LACROIX, Igor. (2013) *Brasília e a Industrialização Brasileira. Circulação, comunicação e indústria: Representações no Plano Piloto*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília. <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/14033>> [Consulta: 12 de Octubre 2021]
- LATORRACA. G. (1999). *João Filgueiras Lima, Lelé*. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi/ Lisboa: Editorial Blau
- LEONIDIO, O. *Eu vivo numa ilha*. Entrevista com Joao Filgueiras Lima, Lelé, em 2007. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/red/entrevista/15.058/5170> [Consulta: 13 de Octubre 2021]

- LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- LIMA, J. (2004). *O que é ser arquiteto: memórias profissionais de Lelé* (João Filgueiras Lima); em depoimento a Cynara Menezes. Rio de Janeiro: Record.
- MARQUES, A. (2012). *A obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Projeto, Técnica e Racionalização*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie.
- MELO DE OLIVEIRA, F. (2013). *As Caixas en las fachadas de Lelé*. Tesis de Maestría. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.
- PEIXOTO, E. (1996). *Lelé, o arquiteto João de Gama Filgueiras Lima*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.
- SILVA, M. A. C. R. da (2020). *Equilíbrio estrutural e a industrialização da construção: primeira experiência em pré-moldado na UnB*. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Brasília: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.
- REVISTA AU. (2010). *Especial João Filgueiras Lima*, n.192. São Paulo: Pini.
- TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo.
- VERNIZ, D. (2012) *Industrialização das construções complexas: Estudo de Obras hospitalares*. Dissertação de Mestrado. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
- VILELA, A. (2011) *A casa na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília.
- VILELA, A. (2018). *Education on the production chain: Lelé's transitory schools in Brasil*. ISBN 978-1-138-33235-5, pg. 1329 – 1337.  
<[https://www.researchgate.net/publication/326588600 Education on the production chain Lelé's transitory schools in Brazil](https://www.researchgate.net/publication/326588600_Education_on_the_production_chain_Lele%27s_transitory_schools_in_Brazil)> [Consulta: 10 de febrero 2022]

## REFERENCIAS IMÁGENES:

- Fig. 1. < <https://mfd.mus.br/en/marcha-para-oeste/> > [Consulta: 20 de octubre 2021]
- Fig. 2. Y Fig. 3. < [https://issuu.com/cebusal/docs/cat\\_logo\\_a\\_marcha\\_para\\_o\\_oeste](https://issuu.com/cebusal/docs/cat_logo_a_marcha_para_o_oeste) > [Consulta: 22 de octubre 2021]
- Fig. 4. < <https://www.loc.gov/pictures/item/2016820890/> > [Consulta: 05 de noviembre 2021]
- Fig. 5. < <https://picclick.com/BRAZIL-Sao-Paulo-Praca-Patriarca-351579741254.html#&gid=1&pid=1> > [Consulta: 05 de noviembre 2021]
- Fig. 6. Elaboración propia en base a imagen de Google Earth
- Fig. 7. < [https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2020/01/04/interna\\_cidadesdf,818221/brasilia-sexagenaria-conheca-a-historia-da-primeira-quadra-da-capital.shtml](https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2020/01/04/interna_cidadesdf,818221/brasilia-sexagenaria-conheca-a-historia-da-primeira-quadra-da-capital.shtml) > [Consulta: 07 de noviembre 2021]
- Fig. 8. Elaboración propia en base a imagen de Google Earth
- Fig. 9. < [https://documomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/181\\_M25\\_RM-PracaMaiordaUnB-ART\\_andrey\\_schlee.pdf](https://documomo.org.br/wp-content/uploads/2016/01/181_M25_RM-PracaMaiordaUnB-ART_andrey_schlee.pdf) > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 10. < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/16.181/5592> > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 11. < [https://documomo.org.br/wp-content/uploads/2016/08/OBR\\_28.pdf](https://documomo.org.br/wp-content/uploads/2016/08/OBR_28.pdf) > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 12. < <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/cien-anos-vigorous/> > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 13. < <https://docplayer.com.br/87403234-Universidade-de-brasilia-faculdade-de-tecnologia-departamento-de-engenharia-civil-e-ambiental.html> > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 14. < [https://www.flickr.com/photos/unb\\_agencia/8248857723](https://www.flickr.com/photos/unb_agencia/8248857723) > [Consulta: 11 de noviembre 2021]
- Fig. 15. SILVA, M. (2020) *Equilíbrio estrutural e a industrialização: primeira experiência em pré-moldado na UnB*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília. Pg.96
- Fig. 16. LATORRACA, G. (1999). João Filgueiras Lima, Lelé. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi/ Lisboa: Editorial Blau
- Fig. 17. < <http://www.leonardofinotti.com/projects/unb-institute-of-theology/image/15553-070906-002d> > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 18. < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/09.098/1877> > [Consulta: 10 de noviembre 2021]
- Fig. 19. ACRÓPOLE, R. (1970) *A estrutura da Universidade de Brasília*. São Paulo: Revista Acrópole. Pg. 13-45.
- Fig. 20. ACRÓPOLE, R. (1970) *A estrutura da Universidade de Brasília*. São Paulo: Revista Acrópole. Pg. 13-45.
- Fig. 21. < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/drops/17.115/6500> > [Consulta: 13 de noviembre 2021]
- Fig. 22. <https://www.mandua.com.py/lele-lo-que-el-pritzker-se-perdio-in43> > [Consulta: 15 de noviembre 2021]
- Fig. 23. < <https://hiddenarchitecture.net/disbrave/> > [Consulta: 16 de noviembre 2021]
- Fig. 24. < <https://hiddenarchitecture.net/disbrave/> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 25. < <https://hiddenarchitecture.net/disbrave/> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 26. < <https://hiddenarchitecture.net/disbrave/> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 27. Elaboración propia en base a imagen de Google Earth

- Fig. 28. < <https://www.artstreetecture.com/streetview/post/1106-hospital-regional-de-taguatinga-brasilia-joao-filgueiras-lima> > [Consulta: 16 de noviembre 2021]
- Fig. 29. < <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/760348/clasicos-de-arquitectura-hospital-regional-de-taguatinga-joao-filgueiras-lima-lele> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 30. < <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/760348/clasicos-de-arquitectura-hospital-regional-de-taguatinga-joao-filgueiras-lima-lele> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 31. < <https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 32. Elaboración propia en base a imagen de Google Earth Pro
- Fig. 33. < <https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 34. < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 35. < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 36. WESTPHAL, E. (2007) *A linguagem da arquitetura hospitalar de João Filgueiras Lima*, Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Fig. 37. < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon/537f916dc07a80d8590002b9-the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon-photo> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 38. < <https://www.sarah.br/a-rede-SARAH/nossas-unidades/unidade-brasilia/> > [Consulta: 19 de diciembre 2021]
- Fig. 39. < <https://www.archdaily.com.br/br/761616/classicos-da-arquitetura-centro-de-exposicoes-centro-administrativo-joao-filgueiras-lima-lele> > [Consulta: 16 de diciembre 2021]
- Fig. 40. < <https://www.archdaily.com/510050/the-works-of-the-late-joao-filgueiras-lima-brazilian-icon> > [Consulta: 19 de diciembre 2021]
- Fig. 41. LATORRACA, G. (2010). *A arquitetura de Lelé: fábrica e invenção*. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo
- Fig. 42. LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 43. LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 44. VILELA, A. (2011) *A casa na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. Dissertação de Mestrado, Brasília: Universidade de Brasília.pg .64
- Fig. 45. < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/18.073/6891> > [Consulta: 10 de febrero 2022]
- Fig. 46. < <http://www.transfer-arch.com/materiality/lele/> > [Consulta: 20 de diciembre 2021]
- Fig. 47. < <http://www.transfer-arch.com/materiality/lele/> > [Consulta: 20 de diciembre 2021]
- Fig. 48. < <http://www.transfer-arch.com/materiality/lele/> > [Consulta: 20 de diciembre 2021]
- Fig. 49. XIMENES, I. (2020) *Escola como Equipamento Urbano de Integração Social*. Trabalho Final de Graduação. São Paulo: Centro Universitário Belas Artes. Pg. 107
- Fig. 50. XIMENES, I. (2020) *Escola como Equipamento Urbano de Integração Social*. Trabalho Final de Graduação. São Paulo: Centro Universitário Belas Artes. Pg. 107
- Fig. 51. < [https://issuu.com/analiviafm/docs/ilovepdf\\_merged](https://issuu.com/analiviafm/docs/ilovepdf_merged) > [Consulta: 13 de febrero 2022]
- Fig. 52. < <https://azmagazine.com.br/cap-da-uem-lidera-ideb-no-ensino-medio-e-divide-lideranca-nos-anos-finais-do-fundamental/> > [Consulta: 13 de febrero 2022]

- Fig. 53. < [https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/polopoly\\_fs/1.1127549!/image/image.jpg](https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/polopoly_fs/1.1127549!/image/image.jpg) > [Consulta: 13 de febrero 2022]
- Fig. 54. RIGUETI, W. (2011). *Os sheds na obra de Lelé sob a Ótica do Conforto Ambiental*. Trabalho de Iniciação Científica. São Paulo: Escola da Cidade, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.
- Fig. 55. <<https://www.bicubik.photo/salud/>> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 56. < <https://www.flickr.com/photos/sebastiancrespocamacho/5563044833> > [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 57. < <https://www.sarah.br/media/2993/20180129-relatorio2017-webcc.pdf> > [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 58. <[http://rmmlarquitetura.blogspot.com/2016/12/v-behaviorurldefaultvmlo\\_7.html](http://rmmlarquitetura.blogspot.com/2016/12/v-behaviorurldefaultvmlo_7.html)> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 59. <<https://www.nelsonkon.com.br/centro-de-reabilitacao-sarah-kubitschek-lago-norte/>> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 60. (a) PERÉN, J. (2006) *Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima "Lelé": Estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Pg. 165. (b) RIGUETI, W. (2011). *Os sheds na obra de Lelé sob a Ótica do Conforto Ambiental*. Trabalho de Iniciação Científica. São Paulo: Escola da Cidade, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Pg.61
- Fig. 61. <<https://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/14305-arquitetura-uma-experiencia-na-area-da-saude>> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 62. <[http://rmmlarquitetura.blogspot.com/2016/12/v-behaviorurldefaultvmlo\\_7.html](http://rmmlarquitetura.blogspot.com/2016/12/v-behaviorurldefaultvmlo_7.html)> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 63. <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/entrevista/15.058/5170LIMA?page=4> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 64 : <<https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/entrevista/15.058/5170LIMA?page=4>> [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 65 (A. y C.) < [https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ\\_k7r0cw](https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ_k7r0cw) > [Consulta: 15 de febrero 2022], (B). PERÉN, J. *Ventilação e iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima "Lelé": Estudo dos hospitais da rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Pg.213. (D). LUKIANTCHUKI, M. (2010) *Ventilação e Iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. São Paulo: Universidade de São Paulo. pg.199.
- Fig. 66. < [https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ\\_k7r0cw](https://www.youtube.com/watch?v=BTSQ_k7r0cw) > [Consulta: 15 de febrero 2022]
- Fig. 67. ACRÓPOLE, R. (1969) *A estrutura da Universidade de Brasília*. São Paulo: Revista Acrópole. Nº 369, pg. 37- 39.
- Fig. 68. (A) CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1, Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg. 18. (B) <https://cimento.org/cp-ii-e-32-cimento-portland-composto-com-escoria/>, (C) <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/mineracao/mineracao-santiago-ltda/produtos/cimento-e-mineracao/po-de-pedra-preco> [Consulta: 19 de abril 2022]
- Fig. 69. HANAI, J. (1996) *Argamassa Armada Volume 2, Projeto Estrutural e dimensionamento com telas soldadas*. São Paulo: IBTS, pg.19.
- Fig. 70. (A) HANAI, J. (1996) *Argamassa Armada Volume 2, Projeto Estrutural e dimensionamento com telas soldadas*. São Paulo: IBTS, pg.07 (B) ENAC IA ALICE (2016) *Argamassa Armada in Salvador de Bahia\_Elements 1:1*. Pg.09, (C) VILELA, A. (2011) *A casa na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. Dissertação de Mestrado, Brasília: Universidade de Brasília, pg.69

- Fig. 71. < <http://paradisebackyard.blogspot.com/2016/01/joao-filgueiras-lima.html> > [Consulta: 19 de abril 2022]
- Fig. 72. SILVA, E. (2017). *Minha Casa Minha Vida, por Lelé: Descompasso entre teoria e prática*. Dissertação de Mestrado, São Paulo. Pg. 81
- Fig. 73. CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1, Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg.23 y 25
- Fig. 74. CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1, Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg.17, 18
- Fig. 75. (a) < <https://www.youtube.com/watch?v=ZnrKS3o4XYc> > [Consulta: 07 de mayo 2022], (b) TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. pg.60
- Fig. 76. < <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/12.134/3975> > [Consulta: 08 de mayo 2022]
- Fig. 77. TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. pg.64 y 65
- Fig. 78. CAMPOS, P. (1994) *Argamassa Armada Volume 1, Produção Industrializada: Aplicações e processo de fabricação com telas soldadas*, São Paulo: IBTS, pg.24 y 21
- Fig. 79. < <https://lzdarquitetos.com/caa.html> > [Consulta: 07 de mayo 2022]
- Fig. 80. < <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/12.134/3975> > [Consulta: 16 de abril 2022]
- Fig. 81. (a) HANAI, J. (1996) *Argamassa Armada Volume 2, Projeto Estrutural e dimensionamento com telas soldadas*. São Paulo: IBTS, pg.08; (b) TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. pg.72
- Fig. 82. < <https://lzdarquitetos.com/caa.html> > [Consulta: 16 de abril 2022]
- Fig. 83. < [https://www.researchgate.net/publication/326588600\\_Education\\_on\\_the\\_production\\_chain\\_Lele%27s\\_transitory\\_schools\\_in\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/326588600_Education_on_the_production_chain_Lele%27s_transitory_schools_in_Brazil) >. [Consulta: 16 de abril 2022]
- Fig. 84. SILVA, M. (2020) *Equilíbrio estrutural e a industrialização: primeira experiência em pré-moldado na UnB*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília, pg.79
- Fig. 85. < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/18.073/6891?page=2> > [Consulta: 16 de abril 2022]
- Fig. 86. < <https://vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/minhacidade/15.179/5587> > [Consulta: 14 de mayo 2022]
- Fig. 87. < [https://paradisebackyard.blogspot.com/2016/01/joao-filgueiras-lima.html](http://paradisebackyard.blogspot.com/2016/01/joao-filgueiras-lima.html) > [Consulta: 16 de abril 2022]
- Fig. 88. < <https://vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/18.073/6891?page=2> > [Consulta: 16 de abril 2022]
- Fig. 89. (a) Google maps, (b) LUKIANTCHUKI, M. (2010) *Ventilação e Iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. São Paulo: Universidade de São Paulo., pg. 77
- Fig. 90. LUKIANTCHUKI, M. (2010) *Ventilação e Iluminação naturais na obra de João Filgueiras Lima, Lelé*. São Paulo: Universidade de São Paulo., pg. 77
- Fig. 91. LATORRACA. G. (1999). João Filgueiras Lima, Lelé. São Paulo: Instituto Lina Bo e P.M. Bardi/ Lisboa: Editorial Blau
- Fig. 92. LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE

- Fig. 93. (a) Google Maps, (b) ENAC IA ALICE (2016) *Argamassa Armada in Salvador de Bahia\_Elements 1:1.*, pg. 03
- Fig. 94. Elaboración propia en base a LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 95. Elaboración propia en base a LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 96. LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 97. LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 98. (a, c, d) LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE ;  
(b) TRIGO, C. (2009). *Pré-fabricados em argamassa armada: material, técnica e desenho de componentes desenvolvidos por Lelé*, Dissertação de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, pg. 113.
- Fig. 99. Elaboración propia en base a LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 100. Elaboración propia en base a LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE
- Fig. 101. Elaboración propia en base a LIMA, J. (1984) *Escola Transitória, Modelo rural*. Brasília: MEC/CEDATE