

**Universidades Lusíada**

Varandas, Ana Sofia Caeiro, 1983-

**Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier**

<http://hdl.handle.net/11067/5701>

**Metadata**

**Issue Date** 2020

**Abstract** A modularidade e a pré-fabricação são conceitos integrados num processo construtivo em que os componentes dos edifícios são produzidos em fábrica com o recurso a linhas de montagem padronizadas e que posteriormente são transportados para o local da obra e devidamente montados. Este método foi desenvolvido durante a revolução industrial com o aparecimento da máquina e dos novos materiais. No entanto a construção de elementos arquitectónicos modulares e pré-fabricados remete-nos também à antiguid...

The modularity and prefabrication are the integrated concepts of a constructive process which the building components are produced in factories using standardized assembly systems that later can be transported to the local work site to be properly assembled. This method was developed during the industrial revolution with the appearance of the machine and new materials. However, the construction of architectural modular and prefabricated elements also refers to antiquity where Egyptian, Greek an...

**Keywords** Coordenação modular (Arquitectura), Construção modular, Edifícios pré-fabricados, Le Corbusier, 1887-1965 - - Crítica e interpretação, Le Corbusier, 1887-1965 - Projetos e plantas

**Type** masterThesis

**Peer Reviewed** No

**Collections** [ULL-FAA] Dissertações

This page was automatically generated in 2020-12-11T07:11:53Z with information provided by the Repository



**UNIVERSIDADE LUSÍADA**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E ARTES**  
**Mestrado Integrado em Arquitetura**

**Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier**

**Realizado por:**  
Ana Sofia Caeiro Varandas

**Orientado por:**  
Prof. Doutor Arqt. António Paulo Leite Brito da Silva

**Constituição do Júri:**

Presidente:	Prof. Doutor Horácio Manuel Pereira Bonifácio
Orientador:	Prof. Doutor Arqt. António Paulo Leite Brito da Silva
Arguente:	Prof. Doutor Arqt. Rui Manuel Reis Alves

Dissertação aprovada em: 13 de novembro de 2020

Lisboa

2020



**U N I V E R S I D A D E L U S Í A D A**

FACULDADE DE ARQUITETURA E ARTES

Mestrado Integrado em Arquitetura

## Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier

Ana Sofia Caeiro Varandas

Lisboa

junho 2020



**U N I V E R S I D A D E L U S Í A D A**

FACULDADE DE ARQUITETURA E ARTES

Mestrado Integrado em Arquitetura

## Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier

Ana Sofia Caeiro Varandas

Lisboa

junho 2020



Ana Sofia Caeiro Varandas

## Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e Artes da Universidade Lusíada para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura.

Orientador: Prof. Doutor Arqt. António Paulo Leite Brito da Silva

Lisboa

junho 2020

## Ficha Técnica

**Autora** Ana Sofia Caeiro Varandas  
**Orientador** Prof. Doutor Arqt. António Paulo Leite Brito da Silva  
**Título** Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier  
**Local** Lisboa  
**Ano** 2020

### Mediateca da Universidade Lusíada - Catalogação na Publicação

VARANDAS, Ana Sofia Caeiro, 1983-

Modularidade e pré-fabricação em Le Corbusier / Ana Sofia Caeiro Varandas ; orientado por António Paulo Leite Brito da Silva. - Lisboa : [s.n.], 2020. - Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Artes da Universidade Lusíada.

I - SILVA, Paulo Brito da, 1963-

LCSH

1. Coordenação modular (Arquitetura)
2. Construção modular
3. Edifícios pré-fabricados
4. Le Corbusier, 1887-1965 - Crítica e interpretação
5. Le Corbusier, 1887-1965 - Projetos e plantas
6. Universidade Lusíada. Faculdade de Arquitetura e Artes - Teses
7. Teses - Portugal - Lisboa

1. Modular coordination (Architecture)

2. Modular construction
3. Buildings, prefabricated
4. Le Corbusier, 1887-1965 - Criticism and interpretation
5. Le Corbusier, 1887-1965 - Designs and plans
6. Universidade Lusíada. Faculdade de Arquitetura e Artes - Dissertations
7. Dissertations, Academic - Portugal - Lisbon

LCC

1. NA1053.J4 V37 2020

Aos meus pais.



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Professor Doutor Arquiteto Paulo Brito da Silva pela disponibilidade constante, orientação dedicada e partilha de conhecimentos para o desenvolvimento da minha dissertação.

À minha mãe e ao meu pai pelo apoio incondicional, pela presença contínua e pela confiança que me deram para chegar até aqui. À minha irmã, Carla, pela paciência, preocupação e disponibilidade diária e por estar comigo em cada desafio.

À minha colega de curso Carla Almeida pela força, incentivo e que me disse que nada era impossível.

A todos obrigada por tudo!



“Les yeux qui ne voient pas.

Une grande époque vient de commencer.

Il existe un esprit nouveau.

Il existe une foule d'œuvres d'esprit nouveau; elles se rencontrent surtout dans la production industrielle

L'Architecture étouffe dans les usages,

Les “styles” sont un mensonge.”

CORBUSIER, Le (1929) – Vers une Architecture. Edição G. Crès. Paris. Coleção L'Esprit Nouveau.





## **APRESENTAÇÃO**

### **Modularidade e Pré-Fabricação em Le Corbusier**

Ana Sofia Caeiro Varandas

A modularidade e a pré-fabricação são conceitos integrados num processo construtivo em que os componentes dos edifícios são produzidos em fábrica com o recurso a linhas de montagem padronizadas e que posteriormente são transportados para o local da obra e devidamente montados. Este método foi desenvolvido durante a revolução industrial com o aparecimento da máquina e dos novos materiais.

No entanto a construção de elementos arquitectónicos modulares e pré-fabricados remete-nos também à antiguidade onde as civilizações egípcia, grega e romana já recorriam ao módulo como unidade padrão. Todavia esta solução de construção é aplicada numa diversidade de materiais desde o betão armado, o aço ou a madeira entre outros e constitui um método de produção em série de peças racionalizadas de forma simples, rápida e económica tornando-se fundamentais para a industrialização da construção.

Le Corbusier, um dos mais importantes arquitetos do século XX, aplicou a modularidade e pré-fabricação nos seus projetos considerando que era importante criar um padrão nos elementos construtivos e recorrer ao processo industrial como forma de desenvolver e solucionar rapidamente os problemas de construção de habitações que existiam na época.

Neste contexto, o arquiteto desenvolveu o sistema Dom-ino e o Modulor de carácter clássico e universal com o objetivo de estabelecer um método de construção com base em proporções modulares e recorrendo à padronização dos componentes em todas as suas obras analisadas nesta dissertação. Este sistema de proporções viabilizou o surgimento de uma arquitetura modular que permitia a permutabilidade de elementos pré-fabricados.

**Palavras-chave:** Modularidade, pré-fabricação, indústria, padronização e permutabilidade.



## **PRESENTATION**

### **Modularity and Prefabrication in Le Corbusier**

Ana Sofia Caeiro Varandas

The modularity and prefabrication are the integrated concepts of a constructive process which the building components are produced in factories using standardized assembly systems that later can be transported to the local work site to be properly assembled. This method was developed during the industrial revolution with the appearance of the machine and new materials.

However, the construction of architectural modular and prefabricated elements also refers to antiquity where Egyptian, Greek and Roman civilizations already resorted to this module as a standard unit. Nevertheless, this construction solution it is applied to a diversity of materials since reinforced concrete, steel or wood among others that constitutes a simple, economic and fast production method of streamlined parts series. This becomes fundamental for the industrialization of construction.

Le Corbusier, one of the most important architects of the 20<sup>th</sup> century, applied the modularity and prefabrication in his projects considering that were important to create a pattern in the constructive elements and resort to the industrial process as a way to quickly develop and solve housing construction issues that existed at the time.

In this context, the architect developed a Dom-ino system and the modulator of classic and universal character with the purpose of establish a construction method based in modular proportions using standardized components in all his work, analyzed in this dissertation. This proportions system enabled the rise of a modular architecture that allows interchangeability of elements prefabricated.

**Keywords:** Modularity, prefabrication, industry, standardization and interchangeability.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Ilustração 1</b> – Charles-Édouard Jeanneret (à esquerda) com o seu irmão Albert e os seus pais George Edward e Marie Charlotte-Amélie Jeanneret, 1889. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	27
<b>Ilustração 2</b> – Cinco croquis da fachada de um edifício ornamentada de arcos e colunas. Desenhos elaborados durante a sua viagem a Itália, 1907. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	28
<b>Ilustração 3</b> - Villa Fallet, LE CORBUSIER, 1905. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	29
<b>Ilustração 4</b> - Esquízo da Acrópole de Atenas. Desenho elaborado durante a viagem ao Oriente, 1911. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020).....	31
<b>Ilustração 5</b> - Perspectiva do Parténon em Atenas. Desenho elaborado durante a viagem ao Oriente, 1911. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	31
<b>Ilustração 6</b> - Primeiro número editado da revista L'Esprit Nouveau, Le Corbusier e Amédée Ozenfant, 1920. ([Adaptado a partir de:] Bigmat International, 2017) à esquerda ; ([Adaptado a partir de:] Lefaix, 2008) à direita.....	32
<b>Ilustração 7</b> – Livro “Por uma Arquitetura”, 1923. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	33
<b>Ilustração 8</b> - As ordens gregas segundo VIÑOLA, 1948. ([Adaptada a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, P. 18).....	37
<b>Ilustração 9</b> - Exemplo de aplicação da proporção nos frisos e nas colunas gregas. NISSEN, 1976. ([adaptado a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, p. 17) .....	37
<b>Ilustração 10</b> - Cidade de Emona, Centro Brasileiro Da Construção Bouwcentrum, 1972. ([Adaptado a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, p. 20).....	38
<b>Ilustração 11</b> - Sistema construtivo Balloon Frame. ([Adaptado a partir de:] Nunes, 2010, p. 34) .....	40
<b>Ilustração 12</b> - Sistema construtivo Portable Colonial Cottage for Emigrants, 1833. ([Adaptado a partir de:] Nunes, 2010, p. 34).....	40
<b>Ilustração 13</b> - Estrutura do Palácio de Cristal, 1851. ([Adaptado a partir de:] Oliveira, 2018, p. 54) .....	41
<b>Ilustração 14</b> - Detalhes construtivos do sistema em betão armado patenteado por Hennebique, 1892. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 21) .....	43
<b>Ilustração 15</b> - Primeiro veículo patenteado por Carl Benz, 1885, (à esquerda). ([Adaptado a partir de:] Silveira, 2019) .....	44
<b>Ilustração 16</b> - Primeiro veículo a circular em Portugal, 1895, (à direita). Panhard et Levassor. ([Adaptado a partir de:] Automóveis Online, 2009) .....	44
<b>Ilustração 17</b> - Linha de montagem Ford. ([Adaptado a partir de:] Coelho, 2013).....	45
<b>Ilustração 18</b> - Primeiro exemplar das General Houses, 1933, à esquerda. ([Adaptado a partir de:] Fonyat, 2013, p. 32) .....	46
<b>Ilustração 19</b> - Painéis de aço da General Houses, à direita. ([Adaptado a partir de:] Fonyat, 2013, p. 32).....	46

<b>Ilustração 20-</b> Voiture Maximum de Le Corbusier, 1936. ([Adaptado a partir de:] Car Museum, 2010) .....	46
<b>Ilustração 21-</b> Associação entre a arquitetura e o automóvel. ([Adaptado a partir de:] Vers une Architecture, 1929, p. 106-107).....	48
<b>Ilustração 22-</b> Planos da “Dymaxion House”, por Buckminster Fuller, 1929. ([Adaptado a partir de:] Curiator, 2015).....	50
<b>Ilustração 23-</b> Perspectiva da “Wichita House”. Buckminster Fuller, 1946. ([Adaptado a partir de:] Mfriz, 2015).....	50
<b>Ilustração 24-</b> Maison du Peuple. JEAN PROUVÉ, 1935. ([Adaptado a partir de:] Katz, 2017) .....	51
<b>Ilustração 25-</b> Maison du Peuple, 1935. ([Adaptado a partir de:] Simonot, 2010) .....	52
<b>Ilustração 26-</b> Planos do projeto “ <i>Pavillon Desmontable</i> ”. JEAN PROUVÉ, 1945. ([Adaptado a partir de:] Sap, 2018).....	52
<b>Ilustração 27 -</b> Habitação tipo, <i>Package House System</i> , 1942, à esquerda. ([Adaptado a partir de:] Campos, 2017, p.33). .....	54
<b>Ilustração 28 -</b> Peça para encaixe dos painéis no <i>Package House System</i> , 1942, à direita. ([Adaptado a partir de:] Fonyat, 2013, p. 52).....	54
<b>Ilustração 29-</b> Montagem do “Packaged House System”. Foto cortesia do Centro de Recursos, Faculdade de Arquitetura e Planejamento, Dalhousie University. ([Adaptado a partir de:] AIA California, 2017).....	54
<b>Ilustração 30-</b> Croquis da estrutura tipo <i>Dom-ino</i> . ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 1930, p. 94) .....	56
<b>Ilustração 31-</b> Esquema <i>Dom-Ino</i> , 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	57
<b>Ilustração 32-</b> Exemplo de um loteamento <i>Dom-Ino</i> . ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 80) .....	58
<b>Ilustração 33-</b> Disposição e junção das casas <i>Dom-Ino</i> associadas ao jogo do dominó. ([Adaptado a partir de:] Silva, 2014, p. 88) .....	59
<b>Ilustração 34-</b> Perspectiva de um loteamento de casas <i>Dom-Ino</i> configuradas em “U”, evidenciando o pátio interno, 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	60
<b>Ilustração 35-</b> Exemplo de outro loteamento de casas <i>Dom-Ino</i> , 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	60
<b>Ilustração 36-</b> Exemplo da fachada de uma casa <i>Dom-Ino</i> , 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	61
<b>Ilustração 37-</b> Perspectivas de loteamentos de casas <i>Monol</i> , 1919. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	62
<b>Ilustração 38-</b> Planta de um loteamento de casas <i>Monol</i> , 1919. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	63
<b>Ilustração 39-</b> Perspectivas da primeira versão da casa <i>Citrohan</i> , 1920. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 108) .....	65

<b>Ilustração 40-</b> Plantas da primeira versão da casa <i>Citrohan</i> . Planta do piso 2 (em cima à esquerda), planta do piso 1 (em cima à direita) e planta do piso 0 (em baixo), 1920. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 110) .....	66
<b>Ilustração 41-</b> Perspectiva da segunda versão da casa <i>Citrohan</i> , 1922. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	67
<b>Ilustração 42-</b> Perspectiva exterior da casa <i>Citrohan</i> (à esquerda) e de uma das casas geminas (à direita) no bairro <i>Weissenhof</i> , em Stuttgart, 1927. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	70
<b>Ilustração 43-</b> Perspectiva da terceira e última versão da casa <i>Citrohan</i> , 1927. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	71
<b>Ilustração 44-</b> Plantas da casa <i>Citrohan</i> . ([Adaptado a partir de:] Ribeiro, 2018).....	71
<b>Ilustração 45-</b> Perspectivas do interior do Pavilhão <i>L'Esprit Nouveau</i> em Paris, 1925. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	74
<b>Ilustração 46-</b> Perspectiva do exterior do Pavilhão <i>L'Esprit Nouveau</i> em Paris, 1925 (em cima) e em Bolonha, 1977 (em baixo). ([Adaptado a partir de:] Les Couleurs, 2018) .....	75
<b>Ilustração 47-</b> Perspectiva exterior da casa <i>Loucheur</i> , 1929. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	77
<b>Ilustração 48-</b> Planta do piso 0 da casa <i>Loucheur</i> . 1929. ([Adaptado a partir de:] Pereira, 2013, p. 28) .....	78
<b>Ilustração 49-</b> Planta do piso 1 da casa <i>Loucheur</i> . Configuração noite (à esquerda) e configuração dia (à direita), 1929. ([Adaptado a partir de:] Pereira, 2013, p. 28) .....	78
<b>Ilustração 50-</b> Estudos sobre as casas <i>Murondins</i> , 1940. ([Adaptado a partir de:] Cobosdaniel, 2012).....	79
<b>Ilustração 51-</b> Desenhos de uma casa <i>Murondins</i> . Planta, corte e alçado, 1940. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	80
<b>Ilustração 52-</b> Esquema do quadrado duplo de Fibonacci. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 56) .....	82
<b>Ilustração 53-</b> Ergonomia conseguida através do Modulor ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 88) .....	82
<b>Ilustração 54-</b> Medidas do Modulor. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 86) .....	82
<b>Ilustração 55-</b> Medidas do Modulor, com indicação da série vermelha e da série azul. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 86).....	83
<b>Ilustração 56</b> - Capa do primeiro livro "O Modulor". ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 123).....	84
<b>Ilustração 57</b> - Capa do segundo livro "O Modulor 2". ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 123).....	84
<b>Ilustração 58</b> - Corte transversal do <i>Cabanon</i> integrado nas medidas do Modulor. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 133). .....	85
<b>Ilustração 59</b> - Perspectiva do <i>Cabanon</i> e do acesso ao restaurante Étoile de Mer, 1951. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020). .....	86

<b>Ilustração 60</b> - Perspectiva da cobertura do Cabanon. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 34).....	86
<b>Ilustração 61</b> - Perspectivas do interior do <i>Cabanon</i> , 1951. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	87
<b>Ilustração 62</b> - Plano esquemático do sistema modular utilizado por Le Corbusier para determinar as zonas da cabana. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2015, p. 100).88	
<b>Ilustração 63</b> - Axonometria do Cabanon. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 72). .....	88
<b>Ilustração 64</b> - Salão do restaurante Étoile de Mer. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 57).....	88
<b>Ilustração 65</b> - Atelier de trabalho de Le Corbusier em Cap Martin, 1954. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	88
<b>Ilustração 66</b> - Isometria do conjunto de edifícios em Cap Martin. Da esquerda para a direita: Unités de Camping, restaurante Étoile de Mer, Cabanon e Atelier de trabalho de Le Corbusier. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 75).....	89
<b>Ilustração 67</b> - Esquema da estrutura que protege o pavilhão, 1963. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	91
<b>Ilustração 68</b> - Montagem do pavilhão, 1966. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011).....	91
<b>Ilustração 69</b> - Perspectiva do pormenor de ligação do pilar com o volume da cobertura. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011). .....	92
<b>Ilustração 70</b> - Fachada do pavilhão em painéis de vidro, 1963. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011). .....	93
<b>Ilustração 71</b> - Pormenor de ligação dos painéis. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011).....	93
<b>Ilustração 72</b> - Perspectiva interior do pavilhão. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011).....	93
<b>Ilustração 73</b> - Perspectiva de uma porta pivotante. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011) .....	93
<b>Ilustração 74</b> - Perspectivas da rampa em betão de acesso ao terraço. ([Adaptado a partir de:] Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011) .....	94
<b>Ilustração 75</b> - Perspectiva da escada interior em betão. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011) .....	94
<b>Ilustração 76</b> - Perspectiva do terraço do pavilhão. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011) .....	95
<b>Ilustração 77</b> - Perspectiva do banco curvo em metal no terraço do pavilhão. ([Adaptado a partir de:] Walsh, 2019) .....	95
<b>Ilustração 78</b> - Pormenor da maçaneta de bronze. ([Adaptado a partir de:] Walsh, 2019) .....	96
<b>Ilustração 79</b> – Perspectiva exterior do Pavilhão Le Corbusier. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020) .....	96



## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Medidas modulares romanas para componentes construtivos.....	39
--	----



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS**

CITAD	-	Centro de Investigação em Território, Arquitetura e Design
CM	-	Centímetros
ed.	-	Abreviatura de edição
EUA	-	Estados Unidos da América
FLC	-	Fondation Le Corbusier
ISBN	-	Sigla de International Standart Book Number
LC	-	Le Corbusier
M	-	Metros
M <sup>2</sup>	-	Metros quadrados
S.A.B.A.	-	Société d'Application du Béton Armé
Séc.	-	Século
Vol.	-	Abreviatura de volume



## SUMÁRIO

1. Introdução .....	25
1.1. Objetivos e metodologias .....	25
2. Charles Édouard Jeanneret.....	27
2.1. Le Corbusier e suas influências.....	27
3. A Modularidade e Pré-Fabricação .....	35
3.1. Enquadramento Histórico .....	35
3.1.1. Antiguidade .....	36
3.1.2. A Revolução Industrial.....	39
3.1.3. A Linha de Montagem Automóvel.....	43
3.1.4. O Modernismo – Século XX.....	49
4. Modularidade e Pré-Fabricação nas Obras de Le Corbusier .....	55
4.1. O Sistema Dom-Ino .....	55
4.2. As Casas Dom-Ino .....	58
4.3. As Casas Monol .....	62
4.4. A Casa Citrohan .....	63
4.4.1. Primeira versão da Casa Citrohan.....	64
4.4.2. Segunda versão da Casa Citrohan.....	66
4.4.3. Terceira versão da Casa Citrohan .....	68
4.5. Pavilhão L'Esprit Nouveau.....	72
4.6. As Casas Loucheur .....	76
4.7. As Casas “Murondins” .....	78
4.8. Le Modulor .....	81
4.9. O Cabanon.....	84
4.10. O Pavilhão Le Corbusier .....	90
5. Considerações finais .....	98
Referências .....	100
Bibliografia .....	108



## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. OBJETIVOS E METODOLOGIAS**

A escolha desta investigação surgiu no sentido de se integrar num tema de investigação do CITAD, “Modularidade e Medida na Construção”, onde a pré-fabricação e normalização surgem relacionadas com a reutilização e reciclagem na construção sustentável.

O estudo a realizar tem como objetivo a análise e compreensão dos conceitos de modularidade e pré-fabricação no período Modernista e nas obras de Charles-Édouard Jeanneret-Gris, mais conhecido pelo pseudónimo de Le Corbusier, arquiteto, urbanista, escultor e pintor, considerado um dos mais importantes arquitetos do século XX.

Le Corbusier teve contacto com a indústria desde a sua infância sendo, indiretamente, a produção industrial um fator que pode ter influenciado a sua percepção na arquitetura.

Desenvolveu estudos nos quais a modularidade e a pré-fabricação se tornaram essenciais criando um padrão tanto nos desenhos como nos elementos construtivos e encontrando na construção industrializada uma forma de conciliar qualidade e resolução dos graves problemas de habitação dessa época.

Pretende-se compreender de que forma surgiram estes conceitos e de que modo influenciaram a sua arquitetura.

O método para este estudo consiste primeiramente numa pesquisa aprofundada através de informação recolhida em bibliografia, em arquivos físicos e virtuais do próprio arquiteto para compreender estes conceitos de uma forma mais concisa. São também fontes de pesquisa igualmente importantes como alguns trabalhos de dissertação elaborados por alunos da universidade.

A investigação começa por uma breve introdução sobre as influências de Le Corbusier na arquitetura. Numa primeira fase serão abordados os conceitos de modularidade e pré-fabricação através de um enquadramento histórico para perceber a evolução da industrialização e sua adaptação e relação com o sector construtivo, desde a antiguidade até ao modernismo.

Serão analisados projetos do arquiteto, nomeadamente os Abrigos de Montanha e as casas Dom-Ino, de forma a compreender estes conceitos e ainda a importância do automóvel no planeamento urbano como exemplo da produção industrial em série nas técnicas construtivas. Neste sentido desenvolve-se o estudo da arquitetura modular onde o arquiteto estabelece a prática da modularidade remetendo para o estudo das proporções humanas e da harmonia matemática da natureza, o Modulor. É a modularidade segundo um sistema de proporções que permite a compatibilidade e permutabilidades entre as diversas peças pré-fabricadas. Deste modo, são analisadas e mencionadas várias obras arquitectónicas, de Le Corbusier, com o objetivo de demonstrar e expor a presença destes conceitos construtivos.



## 2. CHARLES ÉDOUARD JEANNERET

### 2.1. LE CORBUSIER E SUAS INFLUÊNCIAS

Charles-Édouard Jeanneret, que adotou o pseudônimo de Le Corbusier, nasceu a 6 de Outubro de 1887, na cidade Suíça de La Chaux-de-Fonds, perto da fronteira com França.

Iniciou os seus estudos na École d'Art de La Chaux-de-Fonds onde desenvolveu o gosto pela pintura e pelo desenho. O seu professor Charles L'Eplattenier<sup>1</sup> passou para Jeanneret a sua principal fonte de inspiração, a natureza, e ensinou-o a utilizar o desenho como ferramenta de observação. A partir daí Le Corbusier passou a registar todos os estudos nos seus cadernos de croquis durante as suas viagens. Para o arquiteto as viagens são uma ferramenta de trabalho e aprendizagem, registando e compreendendo a arquitetura do passado para que posteriormente todos os registos servissem de inspiração para as suas futuras propostas arquitectónicas e urbanas. (Schumacher, 2018, p. 11)

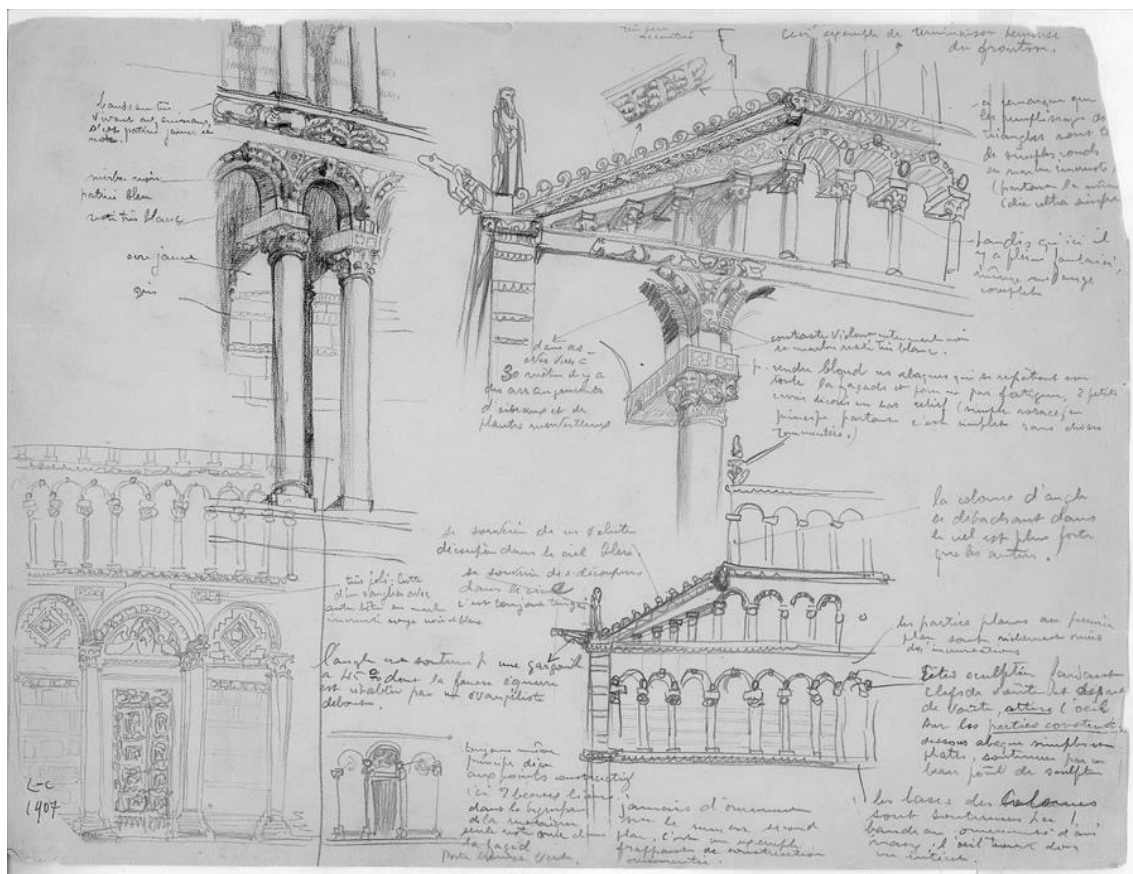


**Ilustração 1** – Charles-Édouard Jeanneret (à esquerda) com o seu irmão Albert e os seus pais George Edward e Marie Charlotte-Amélie Jeanneret, 1889. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

---

<sup>1</sup> Charles L'Eplattenier (1874-1946), pintor e escultor. Estudou na Escola de Artes Decorativas, na Escola Nacional de Belas Artes e no estúdio de Luc-Olivier Merson. Aos 23 anos foi professor na Escola de Arte de La Chaux-de-Fonds.

A primeira influência direta que recebeu diz respeito ao Movimento Arts and Crafts, escola de artes e ofícios que frequentou para se formar designer. Charles L'Éplattenier, seu mestre, transmitiu-lhe valores arquitectónicos baseados na arquitetura tradicional Arts and Crafts da região, com base construtiva em madeira e pedra, e a ornamentação derivada da fauna e flora da região. A Villa Fallet (Ilustração 3) foi a sua primeira casa projetada e que demonstra bem essas ideias. (Palermo, 2006, p. 27)



**Ilustração 2** – Cinco croquis da fachada de um edifício ornamentada de arcos e colunas. Desenhos elaborados durante a sua viagem a Itália, 1907. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 3** - Villa Fallet, LE CORBUSIER, 1905. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Le Corbusier era extremamente curioso e pretendia conhecer a história, tradição e cultura de diferentes países. Decidiu viajar, desenhando, pintando e escrevendo tudo o que tivesse interesse com o objetivo de se tornar um arquiteto cada vez melhor. (Ilustração 2) Entre 1907 e 1911 Le Corbusier iniciou as suas primeiras viagens pela Europa e pela região do Mediterrâneo, cujas construções o fascinaram pelo tratamento da luz e pela concepção da paisagem. (Pimpão, 2015, p. 72). Visitou Itália onde observou e registou modelos clássicos da arquitetura, ruínas, detalhes de interiores e paisagens mostrando o seu interesse pelo detalhe, ornamento e decoração transmitidos por L'Éplattenier.

Le Corbusier visitou Paris e trabalhou com Auguste Perret<sup>2</sup>, em 1908, o que lhe despertou para uma nova realidade social, económica, artística e arquitectónica, apreciando a proporção, a geometria, a escala, a harmonia e a linguagem clássica da arquitetura. Perret foi bastante influente na percepção urbana o que levou Le Corbusier a abandonar as ideias do seu primeiro mestre L'Éplattenier. Com Auguste Perret, Le Corbusier mostrou o seu interesse pelo racionalismo e pelo uso do betão armado influenciando-o a usar este material em muitas das suas obras posteriores.

Em 1910 Le Corbusier viajou até à Alemanha, alargando o seu conhecimento da técnica do betão armado, onde trabalhou no atelier de Peter Behrens<sup>3</sup>, um dos

---

<sup>2</sup> Mestre Construtor Auguste Perret (1874-1954). Estudou na Escola de Belas Artes em Paris. Foi um dos primeiros a construir usando o betão armado juntamente com seus irmãos Gustave e Claude. Nomeado Arquiteto chefe, pelo Ministério da Reconstrução e Urbanismo, para o projeto de reconstrução de Le Havre.

<sup>3</sup> Peter Behrens (1868-1940) foi o fundador da arquitetura e do design industrial moderno. Além da arquitetura também projetou eletrodomésticos, padronizando as formas dos seus componentes e tornando-os intercambiáveis, racionalizando a produção. Foi um dos fundadores da Deutsche Werkbund.

principais influentes do Deutsche Werkbund<sup>4</sup>, e teve contacto com Mies Van Der Rohe<sup>5</sup> e Walter Gropius<sup>6</sup>. Nesta viagem o arquiteto recebeu boas influências para o início da sua carreira no que diz respeito à estandardização e à produção em série e ainda a utilização da máquina como ferramenta de trabalho que mais tarde desenvolveu o conceito da casa como máquina de habitar.

Em 1911, Le Corbusier deixou a Alemanha para fazer a viagem ao Oriente. Passou por várias cidades registando no seu bloco de croquis tudo o que via. Le Corbusier surpreendeu-se com os monumentos da antiguidade, nomeadamente o Parténon na visita à Acrópole de Atenas que, segundo Le Corbusier no seu livro “Por uma Arquitetura”, é a “obra de perfeição, de alta qualidade” pela solidez e forte presença no local “eis aqui a máquina de comover” (Le Corbusier, 1929, p. 150). Pela primeira vez o arquiteto associa o edifício à máquina, remetendo para a precisão matemática, rigor geométrico, padronização e proporção formando o ideal de beleza. Le Corbusier ficou fascinado pela relação da arquitetura com o lugar, com a cultura e com o homem e da importância da cor e da luz e sua integração com a natureza. Esta viagem resultou numa experiência de aprendizagem profunda e de grande influência no posterior desenvolvimento de algumas das suas obras. (Silva, 2014, p. 61)

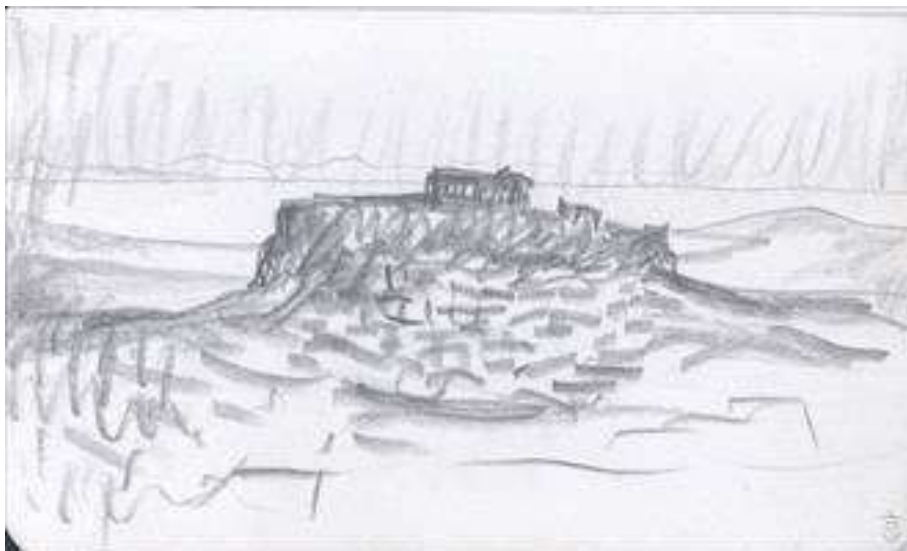
Todavia, em 1913, Le Corbusier regressou a Chaux-des-Fonds para colocar em prática alguns dos seus estudos adquiridos nestas viagens com o intuito de alcançar alguma credibilidade como arquiteto. Foi então que constituiu um primeiro ensaio de racionalização e sistematização de um processo construtivo – o sistema Dom-ino. Neste sistema, que iremos abordar mais adiante nesta dissertação, Le Corbusier aplica a sua aprendizagem relativa à geometria pura, à estandardização e produção em série num contexto universal e clássico.

---

<sup>4</sup> A Deutsche Werkbund foi um grupo composto por artistas e empresas de produtos artesanais, fundado em Munique em 1907, com o objetivo de desenvolver a produção em massa do design, artesanato e arquitetura, tendo em conta as necessidades da sociedade, melhorando a qualidade das suas obras incorporando os novos paradigmas da produção industrial e procurando derrubar as instituições Arts & Crafts que dominavam a Alemanha naquela época. Os fundadores foram Friedrich Naumann, Hermann Muthesius e Karl Schmidt. Este grupo tornou-se influente na obra de Le Corbusier nomeadamente no conceito da arquitetura como máquina.

<sup>5</sup> Ludwig Mies Van der Rohe (1886-1969) foi arquiteto alemão naturalizado americano, considerado um dos principais nomes da arquitetura do século XX. Foi professor da Bauhaus e um dos criadores do *International Style*, projetou edifícios com uma arquitetura racionalista e minimalista utilizando materiais modernos como o aço e o vidro. “Less is more” e “God is in the details” foram frases que marcaram o arquiteto.

<sup>6</sup> Walter Gropius (1883-1969) foi um arquiteto alemão, considerado um dos principais nomes da arquitetura do século XX. Trabalhou com Peter Behrens e após abrir o seu próprio atelier projetou os seus primeiros projetos: a Fábrica Fagus e um projeto de fábrica para a exposição do Werkbund. Foi o fundador da Escola da Bauhaus, escola que foi um marco no design, arquitetura e arte moderna e diretor do curso de arquitetura da Universidade de Harvard.



**Ilustração 4-** Esquízo da Acrópole de Atenas. Desenho elaborado durante a viagem ao Oriente, 1911.  
([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 5-** Perspectiva do Parténon em Atenas. Desenho elaborado durante a viagem ao Oriente, 1911.  
([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Em 1917 instala-se em Paris completando a sua formação e em 1918 criou, com Amédée Ozenfant<sup>7</sup>, um novo movimento artístico moderno - o Purismo - que defendia o abandono da abstração cubista e o retorno às formas geométricas puras, pois ambos consideravam que eram adequadas para a presente época maquinista. (Pimpão, 2015, p. 72-73)

“Não podíamos fazer mais que ocuparmo-nos do maquinismo, estimando que era o fenómeno novo, o acontecimento da época”. (Le Corbusier, 1983, p. 18)

---

<sup>7</sup> Amédée Ozenfant (1886-1966) foi um pintor cubista francês, escritor e um dos fundadores do Purismo, movimento de vanguarda dos anos 20.

Em 1921 lançou, ainda com Amédée Ozenfant, a revista L'Esprit Nouveau para a qual escreveu uma série de artigos adaptando a casa - “máquina de habitar” - à época industrial e com o objetivo de reconstruir as cidades do pós-guerra. (Simões da Silva, 2014, p.15) Estes artigos foram os primeiros textos de Le Corbusier sobre arquitetura e urbanismo e que mais tarde, em 1923, foram reunidos na sua primeira obra teórica “Vers une Architecture”<sup>8</sup>.



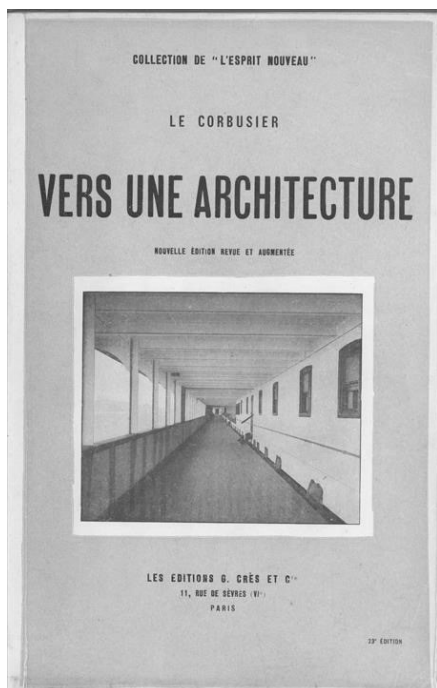
**Ilustração 6** - Primeiro número editado da revista L'Esprit Nouveau, Le Corbusier e Amédée Ozenfant, 1920. ([Adaptado a partir de:] Bigmat International, 2017) à esquerda ; ([Adaptado a partir de:] Lefaix, 2008) à direita.

Le Corbusier reflete sobre toda a sua aprendizagem e, na década de 1920, começa a projetar volumes ortogonais de estrutura delicada e de cor branco sempre presente. Projetou uma casa que funcionasse como uma máquina solucionando problemas da habitação moderna recorrendo a construções standardizadas e versáteis – a Maison Citrohan – um projeto que iremos analisar mais à frente. (Silva, 2014, p. 72-73)

Nos finais da década de 1920 Le Corbusier resolveu fazer mais umas viagens, desta vez para a América do Sul onde conheceu o Brasil e a Argentina. Nesta viagem o arquiteto é confrontado com uma nova realidade construtiva nomeadamente no processo de trabalho do artesão face ao trabalho da máquina e ainda a casa como habitação mínima e autónoma. (Gonçalves, 2012, p. 211)

<sup>8</sup> Vers une Architecture- traduzido para português Por uma Arquitetura.





**Ilustração 7** – Livro “Por uma Arquitetura”, 1923. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Influenciado pela sua última viagem, Le Corbusier desenvolveu projetos que se afastavam dos conceitos até então criados nas suas obras. Retirou a expressão purista como o reboco branco e começou a dar importância aos materiais naturais, aos acabamentos, às texturas, face às culturas e ao clima, iniciando uma nova fase da sua arquitetura. Um dos projetos que demonstra a sua mudança foram as casas Loucheur, em 1929, onde o arquiteto adapta a planta consoante as necessidades do homem, numa construção em massa de elementos standardizados e versáteis, projeto a analisar num capítulo mais adiante.

Na década de 1930 Le Corbusier adquiriu a nacionalidade francesa, casou com Yvonne Gallis e publica o seu livro “Précisions sur un état présent de l’architecture et l’urbanisme”<sup>9</sup> baseado nas conferências que participou na América do Sul.

Continuou a viajar pelo mundo, Norte de África, Espanha e EUA, registando tudo através do desenho e pinturas e desenvolvendo simultaneamente novos projetos, muitos deles em grande escala, colocando em prática as suas ideias influenciadas pela percepção e evolução da arquitetura mundial.

---

<sup>9</sup> Précisions sur en état présent de l’architecture et l’urbanisme- Precisoões sobre o estado atual da arquitetura e do urbanismo, tradução nossa.

Na década de 1940 desenvolve um sistema de medidas, baseado nas dimensões do corpo humano e na matemática, que divulgou nos seus livros o “Modulor” e o “Modulor 2”, aplicando um novo conceito habitacional numa sociedade industrializada possibilitando a habitação de um grande número de pessoas em espaços reduzidos e o que originou o aparecimento de grandes blocos habitacionais em várias cidades da Europa como é exemplo o seu projeto da Unidade de Habitação de Marselha.

Nos anos seguintes Le Corbusier desenvolve inúmeros projetos tanto de arquitetura (muitos não foram construídos) como de pintura, escultura e mobiliário baseados nas suas teorias e ideias, tornando-o um arquiteto de referência na arquitetura do século XX. Para ele a arquitetura deveria ser integrada num todo adaptado às necessidades do homem e à sua cultura, condições climáticas e ao espaço envolvente, racionalidade da forma pura, funcionalidade com economia e máximo rendimento dos materiais naturais.

Le Corbusier faleceu em Cap Martin, França, a 27 de agosto de 1965.



### **3. A MODULARIDADE E PRÉ-FABRICAÇÃO**

Segundo Silva (2018):

“Uma arquitetura feita por peças de série, transformável ou evolutiva está definida nas possibilidades de combinação entre partes. Os sistemas de peças colocam-nos na área do design desses componentes, na reprodutibilidade dessas peças – industrialmente e em grande quantidade – e no design dos modos de as juntar como sistemas de casas. Mas considerando outra hipótese, as peças standard pressupõem variação, transformação, evolução e também a subordinação a um princípio de compatibilidade”

A relação entre estes conceitos e a prática na obra de Le Corbusier talvez não tenham tido o resultado esperado porque a maioria dos edifícios estudados e projetados não foram construídos, tendo em conta o período que se encontravam, mas as suas ideias sobre o uso da indústria como transformação foram bastante conhecidas e referenciadas por arquitetos da época, proporcionando a base de experiências posteriores de habitação modular e pré-fabricada na produção em massa.

Para Le Corbusier a indústria era a solução dos problemas da construção e no início do século XX o arquiteto exemplificou formas diferentes de adaptar as características clássicas aos problemas e materiais contemporâneos. (Moreira, 2017, p. 23)

#### **3.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO**

A modularidade e a pré-fabricação foram conceitos utilizados desde a revolução industrial mas já na antiguidade existia este padrão de construção em que partes dos edifícios já eram produzidos em oficinas antes de irem para o local da construção, isto significa que a construção de peças arquitectónicas modulares e pré-fabricadas até ao período do modernismo pode estar associada a influências da antiguidade.

Pode-se dizer que estes dois conceitos complementam-se entre si e que surgiram da união da arquitetura com a indústria, isto é, a modularidade é um sistema de construção estandardizado e que remete para a pré-fabricação das peças arquitectónicas em ambiente fabril e montadas depois no local da construção da obra. Este processo surgiu com o aparecimento da máquina e apresentava vantagens na construção de edifícios nomeadamente o processo de produção em série dos elementos construtivos que conferia a qualidade e segurança dos materiais e permitia que os edifícios fossem erguidos rapidamente. Neste sentido foi fundamental para a evolução da arquitetura habitacional adaptando-se aos estilos de vida modernos e explorando novos materiais e técnicas.

### **3.1.1. ANTIGUIDADE**

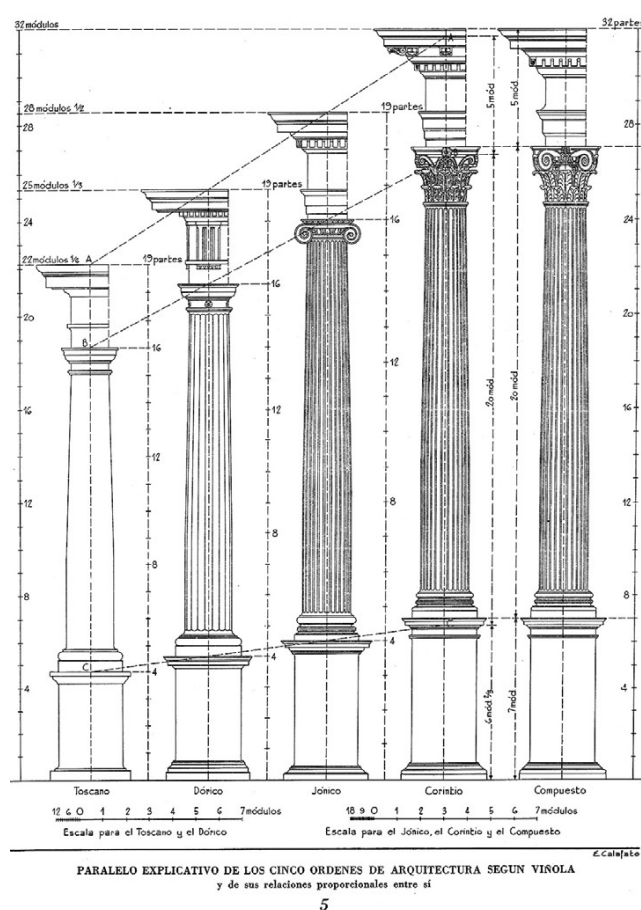
Na antiguidade existiam várias culturas, a egípcia, a grega e a romana, onde o “módulo”<sup>10</sup> já era adoptado como unidade padrão. (Patinha, 2011 p. 7)

A cultura egípcia envolvia milhares de trabalhadores na construção das pirâmides. As pedras eram transportadas através de meios primitivos até ao local da construção, onde depois eram cortadas nas dimensões pretendidas e posteriormente erguidas. As ordens egípcias adoptavam a repetição de uma figura geométrica como unidade de medida. (Oliveira, 2018, p. 47)

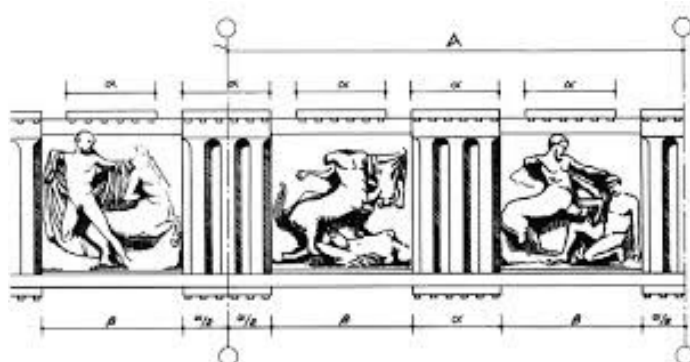
Já na cultura grega as ordens arquitectónicas tinham como objetivo alcançar a harmonia entre os elementos do edifício seguindo a suas próprias proporções definidas pela medida do diâmetro da coluna, isto é, a coluna tinha que ter uma altura igual a seis vezes o seu diâmetro da base, a altura do entablamento correspondia a dois diâmetros, os frisos da fachada determinavam o afastamento das colunas e os outros elementos do edifício eram dimensionados a partir da metade do diâmetro da coluna. Esta proporção permitia a construção de edifícios com diferentes dimensões porque a preocupação desta civilização era a estética do edifício e não a sua função. Foram criadas ordens gregas para determinar o estilo histórico: a ordem toscana, a ordem dórica, a ordem jónica, a ordem coríntia e a ordem composta. Estas ordens descritas por Vitruvius no primeiro quarto do século I d.C. e interpretadas por Vignola durante o renascimento italiano, constituíram os “cânones” da arquitectura clássica. (Bregatto, 2008)

---

<sup>10</sup> Módulo na arquitectura é uma unidade de medida convencional utilizada para definir dimensões, proporções e ordenar a construção arquitectónica.



**Ilustração 8-** As ordens gregas segundo VIÑOLA, 1948. ([Adaptada a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, P. 18)



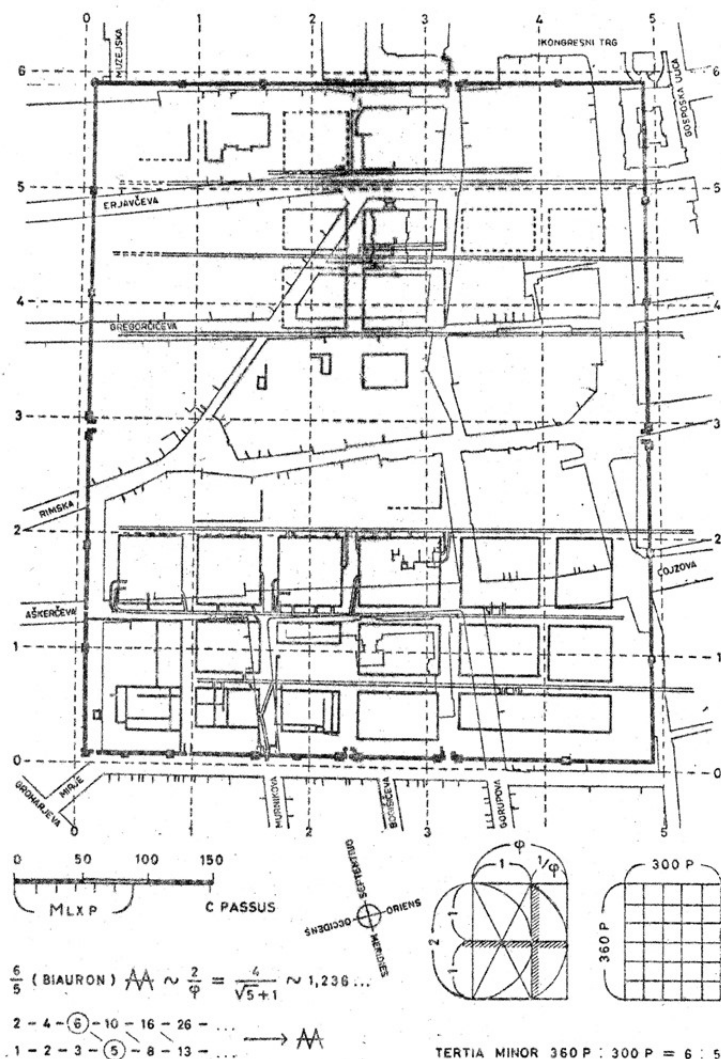
**Ilustração 9-** Exemplo de aplicação da proporção nos frisos e nas colunas gregas. NISSEN, 1976. ([Adaptado a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, p. 17)

Os gregos também definiram a proporção através de sistemas matemáticos como a Seção Áurea que explica, segundo Bregatto (2008):

“Sobre a reta AB, ergue-se a perpendicular BD, igual a metade de AB. Une-se DA fazendo centro em D, torna-se o raio DB e traça-se o arco EB. Faz-se centro em A e traça-se o arco EC. Teremos a divisão da reta em duas partes desiguais estando uma em relação à outra em divina proporção, pois CB está para AC como AC para AB.”

Podemos afirmar que os gregos foram os mentores da base da nossa geometria.

Os romanos, utilizavam o *passus* romano<sup>11</sup> para garantir a proporção e a harmonia das construções, baseavam-se na multiplicação de unidades antropométricas<sup>12</sup> sabendo que seria construído para o homem e portanto as dimensões deveriam ser à sua medida. A cidade de Emona (ilustração 10) é um exemplo cuja malha modular foi definida pela medida do pé humano. (Bregatto, 2008)



**Ilustração 10-** Cidade de Emona, Centro Brasileiro Da Construção Bouwcentrum, 1972. ([Adaptado a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, p. 20)

Segundo Greven e Baldauf (2007, p. 19):

“Os tamanhos modulares dos componentes construtivos romanos eram pequenos múltiplos de várias unidades padrão. Portanto, também as composições dos componentes romanos eram somas e múltiplos de várias unidades padrão de medidas,

<sup>11</sup> *Passus romano* é uma medida antropométrica romana considerada um passo duplo com equivalência métrica de 1m e 48cm.

<sup>12</sup> Unidades antropométricas são medidas relacionadas com o corpo humano. Estas medidas foram utilizadas na década de 1940 devido à necessidade de produção em massa, tendo em conta que todos os produtos tinham que estar bem dimensionados para que não houvessem erros na produção.

mas nenhuma unidade padrão constituía um módulo-base, ou um submódulo, ou um multimódulo.”

**Tabela 1** - Medidas modulares romanas para componentes construtivos.

<b>Componentes</b>	<b>Dimensões</b>
Tubo ceramico para água	Comprimento modular: 1 gradu (passo)
Telha	Comprimento e largura modular: 1 cubitu (osso longo situado na face interna do antebraço) = 6 palmi (palma: porção da mão entre o punho e os dedos)
Laje de tijolo	Comprimento e largura modular: 1 bipedalis (2 pés) = 8 palmi
Coluna de pedra	Largura modular: 1 semis = 2 palmi Altura modular: 2 pedes = 8 palmi
Tijolo	Largura modular: 1 pes = 4 palmi Altura modular: 1 palmus Comprimento modular: 1 cubitu = 6 palmi
Ladrilhos quadrados	Áreas modulares: 1 cubitu quadrado ou 1 pes quadrado ou 1 bes quadrado
Ladrilhos hexagonais	Largura modular: 1 bes ou 1 triens ou 2 unciae (polegadas)

**Fonte:** [Adaptado a partir de:] Greven e Baldauf, 2007, p. 21)

### 3.1.2. A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A revolução industrial acontece com o aparecimento dos caminhos de ferro influenciando a construção permitindo o uso de materiais vindos de outros locais e o seu transporte principalmente de materiais pesados, bem como o transporte de pessoas permitindo a sua deslocação para vários continentes.

Segundo Bregatto (2008):

“O surgimento da máquina a vapor possibilitou o desenvolvimento de equipamentos que transformaram os materiais, do estado bruto, em peças pré-fabricadas, principalmente em ferro e aço. (...) Surge o conceito da produção industrial com a produção de elementos construtivos em maiores quantidades, em tamanhos e formas padronizadas, que aceleram o ritmo da construção e evitam perdas de materiais.”

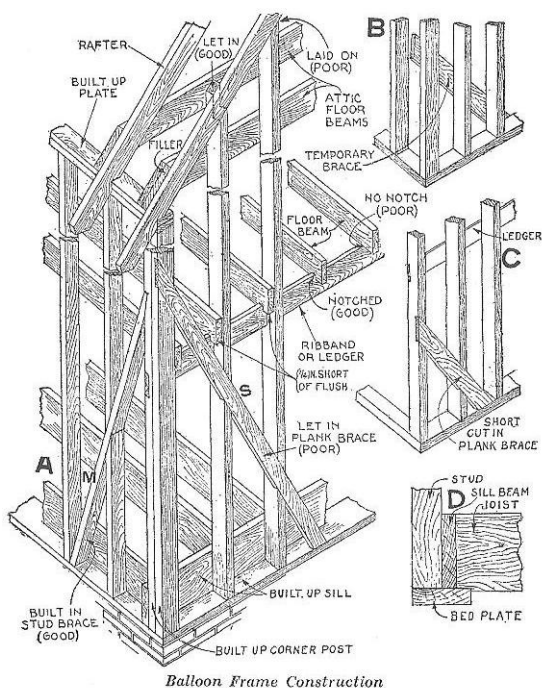
A produção industrial veio transformar a construção ao substituir o trabalho do artesão pelos processos mecânicos de forma a rentabilizar o trabalho das máquinas. As peças eram padronizadas e pré-fabricadas numa fábrica através de máquinas que produziam as peças em série e depois eram transportadas para o local da obra para serem montadas pelos operários. (Moreira, 2017, p. 21)

Segundo Távora (2006, p.32):

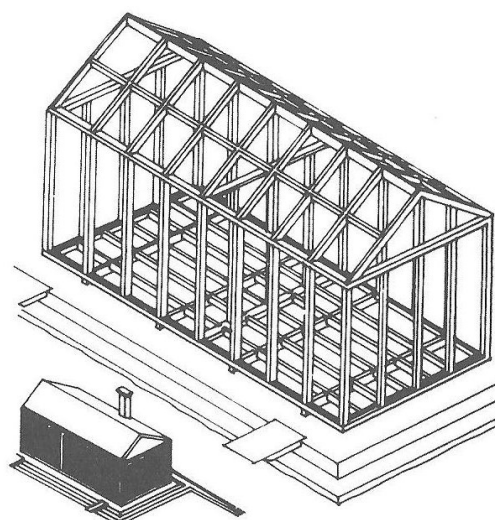
“Surgiu então a “técnica” como resultado da aplicação prática do conhecimento científico e foi ela que permitiu concretamente ao homem um domínio progressivo do

seu meio com o auxílio da “máquina”, instrumento maravilhoso que o veio libertar de tantas tarefas.”

No ano de 1833 na Austrália, surgiu o primeiro exemplo de uma construção pré-fabricada as *Portable Colonial Cottage for Emigrants*<sup>13</sup>, projetada pelo inglês Herbert John Manning (carpinteiro e construtor). Esta estrutura é constituída por traves de madeira regulares aparafusadas entre si, revestidas com painéis modulares fáceis de montar e transportar, permitia a permutabilidade das peças de forma a serem adaptados ao homem tendo em conta a sua cultura e o clima. Este sistema construtivo foi o precursor do sistema *Balloon Frame*<sup>14</sup> nos EUA, principalmente nas cidades de Chicago e São Francisco, e surgiu como resposta aos problemas de escassez de habitação para emigrantes. Este sistema permitiu a construção na totalidade destas cidades em pouco tempo, mas em 1871 um grande incêndio destruiu a cidade. (Nunes, 2010, p. 31-35)



**Ilustração 11** - Sistema construtivo Balloon Frame. ([Adaptado a partir de:] Nunes, 2010, p. 34)



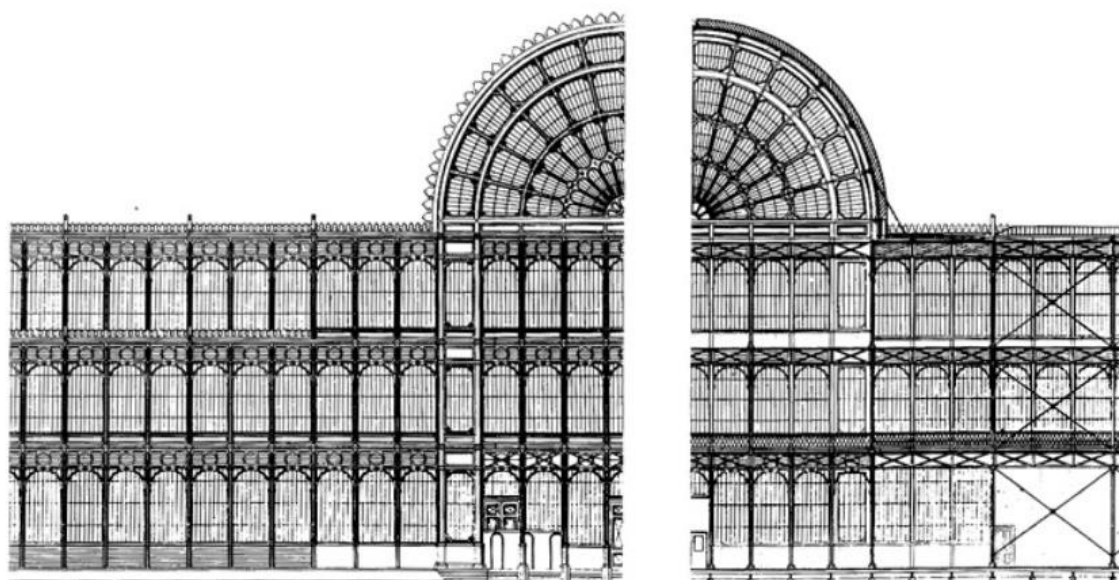
**Ilustração 12** - Sistema construtivo Portable Colonial Cottage for Emigrants, 1833. ([Adaptado a partir de:] Nunes, 2010, p. 34)

Outra contribuição do movimento britânico colonial foi a industrialização do ferro para a construção, primeiramente na construção de pontes em que os seus elementos eram pré-fabricados em fábrica e depois montados no local, tornando-se cada vez mais padronizados e montados por um número cada vez menos de operários possibilitando

<sup>13</sup> Portable colonial cottage for emigrants eram pequenos abrigos portáteis para emigrantes.

<sup>14</sup> Balloon frame era uma “estrutura tipo balão” que surgiu na América do Norte. Apresentava uma estrutura idêntica à estrutura criada por Manning para as Colonial cottage for emigrants.

poupar tempo e custos. Foram também construídos, em ferro industrializado, navios, faróis e mais tarde foi adaptado em edifícios. A obra realizada com a maior estrutura padronizada em ferro foi, em 1851, o Palácio de Cristal projetado por Joseph Paxton para sediar a grande exposição universal em Londres. Pensado para ser facilmente desmontado de forma a poder ser construído noutra local após a exposição terminar. É caracterizado por uma enorme construção modular montada exclusivamente com elementos pré-fabricados produzidos em série apresentando estrutura em ferro revestida com painéis de vidro. O vidro definiu o módulo visto que a medida máxima para a fabricação dos painéis era cerca de 240cm obtendo uma malha ordenada segundo múltiplos desta unidade. (Greven e Baldauf, 2007, p. 25)



**Ilustração 13-** Estrutura do Palácio de Cristal, 1851. ([Adaptado a partir de:] Oliveira, 2018, p. 54)

Segundo Tietz (2008, p. 7):

“Nesta mesma altura, surgiram nas metrópoles mais importantes, como Paris, Londres e Bruxelas, os primeiros grandes armazéns e as primeiras galerias comerciais, que eram ruas cobertas, cheias de lojas, e que se tornaram no símbolo do mundo dos bens de consumo, em ascensão no séc. XIX.”

Com a forte industrialização que se desenvolvia naquela época surgiu um movimento, na segunda metade do século XIX, *Arts & Crafts*, influenciado pelas ideias de John Ruskin<sup>15</sup> que defendia a liberdade na arte e acreditava na beleza do mundo natural e

<sup>15</sup> John Ruskin (1819-1900) foi um escritor, crítico de arte, crítico social britânico, poeta e desenhador. O pensamento de Ruskin vincula-se ao Romantismo, movimento literário e ideológico (final do século XVIII até meados do século XIX). Esteticamente apresenta-se como reação ao Classicismo e com admiração ao medievalismo. A partir de 1851, foi defensor inicial e patrono da Irmandade Pré-Rafaelita, inspirando a criação do movimento Arts & Crafts.

liderado por William Morris<sup>16</sup> que defendia a arte feita pelo povo, para o povo. Segundo este movimento o artista deveria ser o artesão valorizando o seu trabalho. O arts and crafts não atingiu o seu objetivo face aos avanços da indústria mas foi posteriormente reconhecido durante o modernismo no que diz respeito ao design de interiores. O movimento Arts and Crafts uniu-se depois ao movimento francês *Art Nouveau* constituindo a base do modernismo no design industrial e arquitetura, sendo deste modo considerado o último estilo do século XIX.

Contudo, ao longo dos anos foram surgindo escolas de arquitetura que se dedicaram ao desenvolvimento da construção industrializada salientando-se a Escola de Chicago, a Deutsche Werkbund e a Bauhaus.

Os arquitetos da Escola de Chicago (1874-1902), nomeadamente Frank Lloyd Wright<sup>17</sup>, Le Baron Jenney e Louis Sullivan, iniciaram os seus estudos com o objetivo de resolver o problema daquela cidade completamente destruída por um grande incêndio durante o período de guerras. Desenvolveram o modelo do arranha-céus com base em elementos pré-fabricados em ferro, possibilitando a sua rápida construção e dando importância a aspectos técnicos como elementos resistentes ao fogo. (Frampton, 1994, p. 53-59)

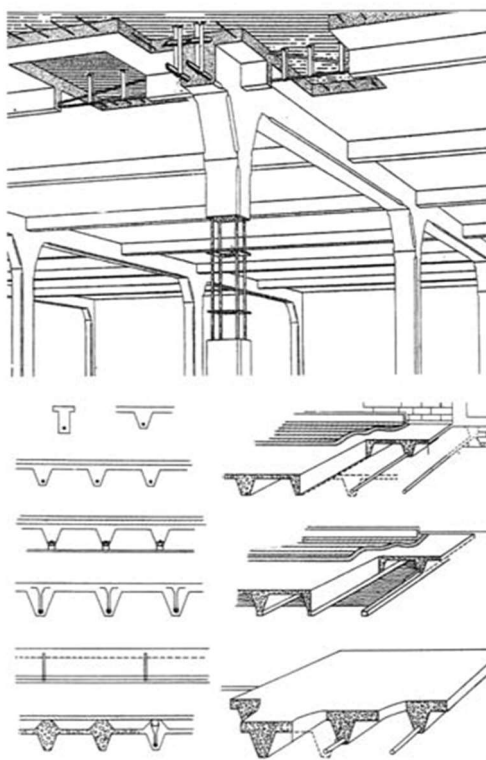
Contudo, em França, explorava-se ao máximo técnicas em betão armado. Em 1892, François Hennebique criou um sistema construtivo utilizando o betão armado e de seguida fundou uma corporação que permitiu divulgar o sistema por vários sítios da Europa. O sistema estrutural é caracterizado pela união de vigas e pilares e pela introdução de estribos nas vigas, ligando os varões traccionados à zona de betão comprimido. Os estribos eram constituídos por chapas de aço de secção retangular dobradas em forma de “U”. Hennebique aplicou, em 1904, este sistema na sua própria casa a *Villa Hennebique*. (Palermo, 2006, p. 21)

---

<sup>16</sup> William Morris (1834-1896) foi um dos principais fundadores do Movimento das Artes e Ofícios britânico. Era pintor de papéis de parede, tecidos padronizados e livros, além de escritor de poesia e ficção e um dos fundadores do movimento socialista na Inglaterra.

<sup>17</sup> Frank Lloyd Wright (1867-1959) foi arquiteto, escritor e educador. Um dos conceitos centrais da sua obra é o de que o projeto devia ser individual, de acordo com a sua localização e finalidade. No início da sua carreira trabalhou com Louis Sullivan (um dos pioneiros do arranha-céus da Escola de Chicago) que defendia o novo mas fazendo referência ao tradicional. A pré-fabricação é um tema recorrente nos registos de Wright, consciente do trabalho de vários mestres modernos da Europa e assim como estes estavam cientes do trabalho de Wright nos EUA.





**Ilustração 14-** Detalhes construtivos do sistema em betão armado patenteado por *Hennebique*, 1892. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 21)

Em 1907, surgiu a Deutsche Werkbund uma associação fundada por arquitetos como Peter Behrens, Walter Gropius e Mies Van der Rohe destinada a estabelecer padrões de qualidade na indústria, no design dos objetos e a modernizar a construção. (Fonyat, 2013, p. 47)

Posteriormente, em 1919, a Deutscher Werkbund transformou-se na Bauhaus aperfeiçoando detalhes para a produção industrial recorrendo a materiais novos pré-fabricados, fundindo a arte com a técnica e defendendo o funcionalismo. A Bauhaus, fundada por Walter Gropius, foi a primeira escola de design do mundo formada com o objetivo de combinar a arquitetura, artesanato e tecnologia, valorizando a máquina, a produção e o design industrial. (Fonyat, 2013, p. 47-48)

### 3.1.3. A LINHA DE MONTAGEM AUTOMÓVEL

O automóvel teve a sua primeira aparição como meio de transporte no final do século XIX. Em 1884 Gottlieb Daimler<sup>18</sup> concebeu o automóvel com motor de dois tempos e Karl Benz<sup>19</sup>, em 1885 na Alemanha, inventou o automóvel de três rodas com motor de

<sup>18</sup> Gottlieb Wilhelm Daimler (1834-1900) foi um cientista alemão pioneiro no desenvolvimento e fabricação de motores de combustão interna a gasolina e de automóveis. Inventou o motor a petróleo e trabalhou no desenvolvimento de armas.

<sup>19</sup> Carl Benz (1844-1929) foi um engenheiro de automóveis alemão.

combustão interna a gasolina. Em 1891 começaram a produzir e a vender automóveis numa empresa francesa, Panhard et Levassor<sup>20</sup>. (Pimpão, 2015, p. 65)



**Ilustração 15** - Primeiro veículo patenteado por Carl Benz, 1885. ([Adaptado a partir de:] Silveira, 2019)



**Ilustração 16** - Primeiro veículo a circular em Portugal, 1895. Panhard et Levassor. ([Adaptado a partir de:] Automóveis Online, 2009)

Destaca-se Henry Ford<sup>21</sup> que no ano de 1892 fabricou o seu primeiro carro, o Ford, nos EUA iniciando assim a linha de montagem automóvel na sua própria fábrica, a *Ford Motor Company*<sup>22</sup>, uma das fábricas com maior sucesso no mundo. Esta linha de montagem funcionava no sentido de produzir peças em série com a ajuda de máquinas, onde vários operários executavam funções específicas e repetitivas até chegar ao produto final. Ford definiu um método para cada tarefa, os veículos eram montados em esteiras rolantes movendo-se mecanicamente, o operário ficava praticamente parado e realizava apenas uma operação simples, reduzindo a probabilidade do erro humano. Introduziu também um sistema de peças permutáveis obedecendo a padrões, instalou programas de segurança para controlo dos funcionários no sentido de conseguir evitar acidentes e ainda ofereceu salários mais altos do que a média. (Pimpão, 2015, p. 67)

Segundo Tietz (2008, p. 20):

---

<sup>20</sup> Panhard et Levassor, fundada em 1887, era uma fábrica que produzia automóveis, com base numa licença da patente Daimler. Esta fábrica foi criada por René Panhard e Émile Levassor.

<sup>21</sup> Henry Ford (1863-1947) foi um empreendedor, fundador da Ford Motor Company e o primeiro empresário a aplicar a montagem em série de forma a produzir em massa automóveis em menos tempo e a um menor custo.

<sup>22</sup> Ford Motor Company é uma das maiores fábricas de automóveis Americana, fundada por Henry Ford. É constituída pelas marcas Ford, Lincoln e recentemente a Troller, construtora de veículos off-road do estado do Ceará. Esta fábrica introduziu métodos de fabricação em grande escala através de um método de linha de montagem conhecida por fordismo.

“A sua fórmula de sucesso caracterizava-se pela modernidade: nos automóveis eram aplicadas apenas poucas peças produzidas em série...a forte racionalização dos processos produtivos, a repartição crescente das tarefas e os custos de produção reduzidos daí resultantes...”

Este método foi benéfico na produção de peças em menos tempo, em maior quantidade e a preços mais baixos, sendo por isso considerado uma das maiores inovações tecnológicas da era industrial.



**Ilustração 17-** Linha de montagem Ford. ([Adaptado a partir de:] Coelho, 2013)

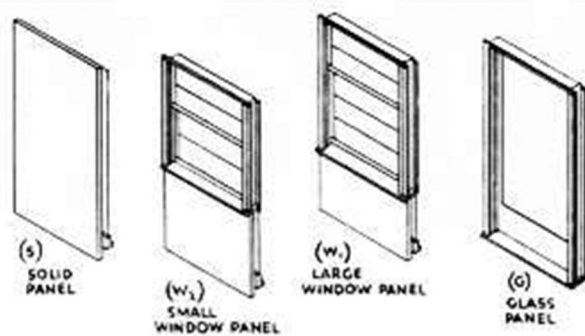
Na virada do século XX algumas casas já eram construídas com o recurso à indústria da habitação devido ao surgimento desta linha de montagem, passando a ser um modelo de normalização e produção em massa de casas pré-fabricadas. Este método trouxe benefícios nomeadamente a padronização de elementos construtivos garantindo a sua permutabilidade, a rapidez na produção das peças pré-fabricadas através da racionalização do trabalho e da standardização e os custos reduzidos. (Silva, 2014, p. 21)

Um dos arquitetos que seguiu a linha de montagem na construção foi Howard T. Fisher que em 1932 desenvolveu a General Houses Inc., uma empresa criada para projetar, vender, distribuir e erguer casas pré-fabricadas de baixo custo e elevada qualidade, contudo não teve grande aceitação por parte da população. Segundo Fonyat (2013, p. 31):

“As unidades foram concebidas para serem montadas como um automóvel. A maior inovação tecnológica do modelo foi a utilização de um sistema de painéis de aço estampado tipo sanduiche para paredes, telhados e pisos, similar ao empregado pela indústria da aviação durante a guerra. Os seus esforços, semelhantes aos de muitos outros arquitetos da época, eram focados em produzir prédios modernos, telhados planos, e fazê-lo com uma estética industrial.”



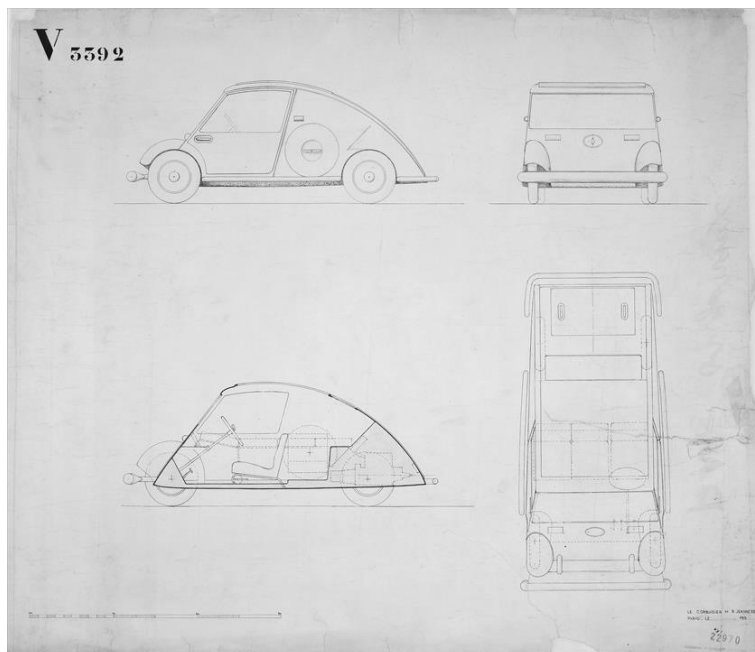
**Ilustração 18** - Primeiro exemplar das General Houses, 1933. ([Adaptado a partir de:] Fonyat, 2013, p. 32)



**Ilustração 19** - Painéis de aço da General Houses. ([Adaptado a partir de:] Fonyat, 2013, p. 32)

Muitas outras empresas surgiram seguindo o conceito fordista e evoluindo a nível de técnicas, inovações e materiais, nomeadamente optando até por sistemas mistos de madeira, aço e betão armado.

Le Corbusier foi um dos arquitetos que também se questionou por que razão não se produziam casas da mesma forma que o fabrico industrial de automóveis, no entanto dentro do conceito de “máquina de habitar”. Le Corbusier, elogiou a perfeição do automóvel, do avião e do navio, que eram segundo ele, exemplos de beleza e funcionalidade, eram os “Templos gregos” da Era Moderna. (Fonyat, 2013 p. 53)



**Ilustração 20**- Voiture Maximum de Le Corbusier, 1936. ([Adaptado a partir de:] 360 Car Museum, 2010)

Podemos até verificar que existe uma relação a nível conceptual entre a casa e o carro, nomeadamente a estrutura e o espaço bem como o termo que se aplica ao interior do automóvel, o habitáculo, derivado da palavra habitação ou seja móvel e imóvel. (Pimpão, 2015, p. 34)

Segundo Pimpão (2015, p. 34) o automóvel é parte da habitação:

“[...] é o campo privado da habitação que reúne a quase totalidade dos nossos objetos do quotidiano. O sistema todavia não se esgota no interior doméstico. Comporta um elemento exterior que constitui por si só uma dimensão do sistema: o automóvel.”

Le Corbusier era um bom observador e refere nos seus textos a forma como via a construção dos navios relativamente à resolução espacial e o quanto, esta máquina, é importante para a evolução da arquitetura.

Já no livro “Precisões”, o arquiteto refere que se baseou na estrutura e organização de um navio como solução para a habitação moderna criando a “célula à escala humana” proporcionando ao homem condições para as suas necessidades diárias.

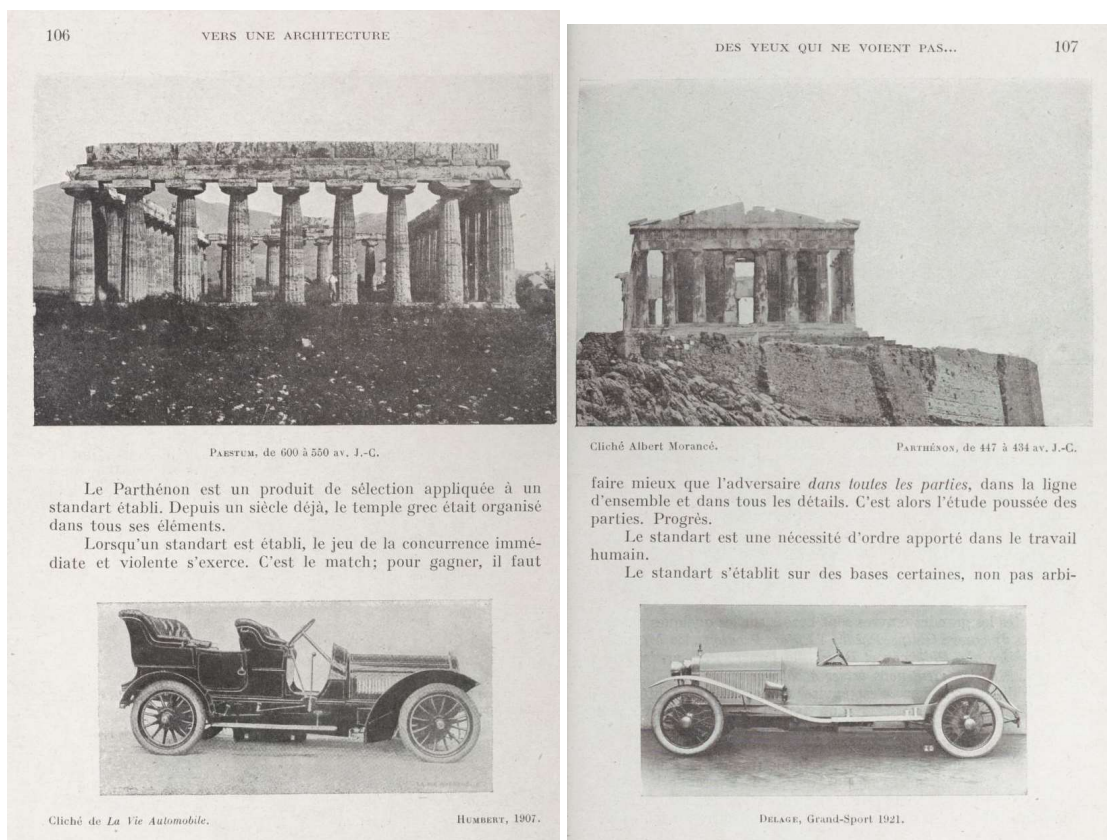
Relacionando a casa com o avião nota-se um fascínio do arquiteto no sentido funcional, prático e estético afirmando no livro “Por uma Arquitetura”:

“Coloco-me do ponto de vista da arquitetura, no estado de espírito do inventor dos aviões.

A lição do avião não está nas formas criadas e, para começar, é preciso aprender a não ver num avião um pássaro ou uma libélula, mas uma máquina de voar; a lição do avião está na lógica que presidiu ao enunciado do problema e que conduziu ao sucesso da sua realização. Quando um problema é colocado, na nossa época, a sua solução é fatalmente encontrada.” (Le Corbusier, 1929, p. 85-86)

A associação que Le Corbusier faz entre a arquitetura e estas máquinas é a componente funcional da casa e a vivência funcional do habitante – o homem.

Le Corbusier fala em máquina de habitar também no sentido de introduzir características clássicas à nova realidade mencionando o Parténon grego, no que diz respeito ao rigor geométrico e às noções de pureza, para além de ser um modelo de referência social e cultural para o homem.



**Ilustração 21-** Associação entre a arquitetura e o automóvel. ([Adaptado a partir de:] Vers une Architecture, 1929, p. 106-107)

Na sua percepção a arquitetura acabaria por seguir esses princípios. Daí a sua declaração, escrita no seu livro “Por uma Arquitetura”, de que a casa deveria funcionar como uma máquina para viver.

“Uma grande época começa.

Um espírito novo existe.

A indústria, exuberante como um rio que rola para seu destino, nos traz os novos instrumentos adaptados a esta época nova animada de espírito novo.

A lei da economia gera imperativamente nossos atos e nossos pensamentos.

O problema da casa é um problema de época. O equilíbrio das sociedades hoje depende dele. A arquitetura tem como primeiro dever, em uma época de renovação, operar a revisão dos valores, a revisão dos elementos constitutivos da casa.

A série está baseada sobre a análise e a experimentação.

A grande indústria deve se ocupar da construção e estabelecer em série os elementos da casa.

É preciso criar o estado de espírito da série,

O estado de espírito de construir casas em série,

O estado de espírito de residir em casas em série,

O estado de espírito de conceber casas em série.

Se arrancarmos do coração e do espírito os conceitos imóveis da casa e se encarmos a questão, de um ponto de vista crítico e objetivo, chegaremos a casa-instrumento, casa em série, sadia (e moralmente também) e bela pela estética dos instrumentos de trabalho que acompanham nossa existência.

Bela também com toda animação que o sentido artista pode conferir a estes órgãos estritos e puros.” (Le Corbusier, 1929, p. X-XI)

Le Corbusier aplicou o termo “máquina de habitar” tendo em conta que a casa deve reunir necessidades de funcionamento e funcionalidade perante o habitante. Para criar uma “máquina de habitar”, Le Corbusier projetou e construiu um protótipo de habitação unifamiliar para trabalhadores, destinada a ser construída em série, a casa Citrohan, que será abordada mais à frente nesta dissertação.

Segundo Le Corbusier (1929, p. 193):

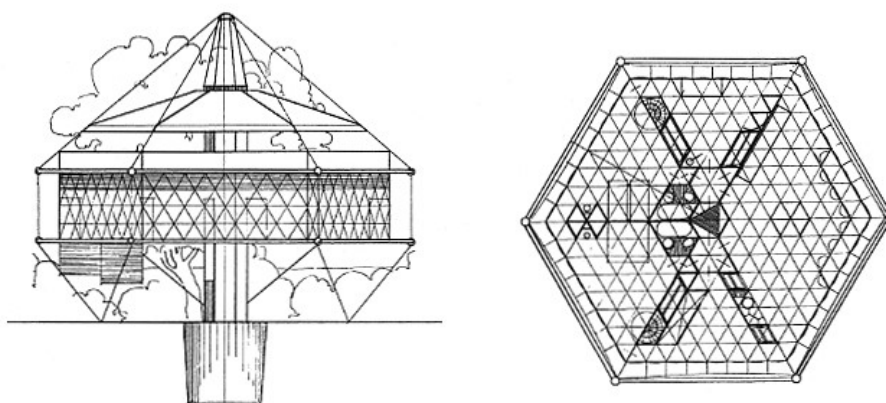
“A casa não será mais essa coisa espessa que pretende desafiar os séculos e que é o objeto opulento através do qual se manifesta a riqueza; ela será um instrumento, da mesma forma que o é o automóvel. A casa não será mais uma entidade arcaica, pesadamente enraizada no solo pelas profundas fundações, construída em “duro” e à devoção da qual se instaurou desde muito tempo o culto da família, da raça, etc.”

### **3.1.4. O MODERNISMO – SÉCULO XX**

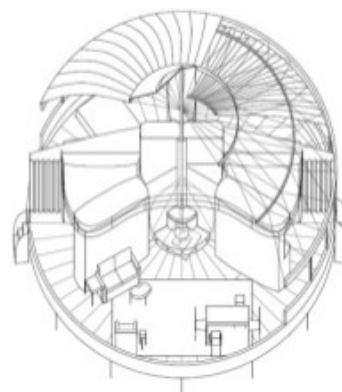
Um dos princípios básicos do modernismo era a renovação da arquitetura rejeitando particularmente a arquitetura do século XIX, caracterizada por ser uma arquitetura eclética. No início do século XX diversos arquitetos continuaram os estudos sobre a modularidade e pré-fabricação, com o objetivo de explorar novos materiais, novas técnicas e novos métodos de produção nesta nova fase da construção industrializada.

O betão armado tornou-se um material de aplicação rápida e económica, passando a fazer parte dos projetos de arquitetura. O primeiro arquiteto a trabalhar com betão armado foi Auguste Perret que de uma maneira conceptual definia este material como os templos gregos em pedra que reproduzem em relação aos primitivos templos de madeira. Na década de 1920 o conceito de “máquina de habitar” desenvolvido por Le Corbusier reforçou a ideia do conceito de Ford, na produção de casas em massa. Alguns nomes também relevantes ligados a esta visão no período moderno são Backminster Fuller, Jean Prouvé, Peter Behrens, Walter Gropius e Mies Van der Rohe. Fuller, engenheiro, tinha a capacidade de racionalizar geometrias complexas e desenvolver habitações em massa onde podemos verificar em vários dos seus

projetos. Em 1928 preocupado com o problema da falta de moradias propôs a *Dymaxion House*, que não chegou a ser fabricada. A casa era suspensa numa coluna central num sistema de cabos estruturais. Mais tarde transformou algumas fábricas de aviões em fábricas de produção de habitações e em 1944 criou a *Wichita House*, construída do mesmo modo que um avião, em chapa de alumínio fixada com rebites. O objetivo era criar uma casa pré-fabricada mais leve e sustentável, no entanto nunca foi produzido pela insuficiência da produção em massa e dos meios financeiros. (Nunes, 2010, p. 23)



**Ilustração 22-** Planos da "Dymaxion House", por Buckminster Fuller, 1929. ([Adaptado a partir de:] Curiator, 2015).



**Ilustração 23-** Perspectiva da "Wichita House". Buckminster Fuller, 1946. ([Adaptado a partir de:] Mfriz, 2015)

Jean Prouvé era um metalúrgico francês que desenvolvia projetos de móveis e objetos em ferro, mas em 1935 projetou um edifício público considerado a sua obra mais importante, a *Maison du Peuple* em Clichy. Trata-se de uma construção pré-fabricada, de montagem simples e desenvolvido com o objetivo da perda de calor que podia ocorrer em edifícios leves utilizando métodos mistos de construção. Neste sentido os elementos de união do edifício tinham a função de segurar a fachada e garantir a



ausência de perda de calor. A fachada foi testada e executada como uma das principais construções cortina modernas, cujos painéis de vidro eram fixados por membros de suporte feitos de folha de metal soldada. O isolamento destas uniões foi melhorado através de um sistema de molas de betume de alumínio laminado, suportando as pontes térmicas. (Peters, 2007, p. 27, 29)

Em 1945 Prouvé recebeu uma encomenda do estado francês para a construção de 800 abrigos, desenvolvendo assim a Casa Desmontável 6x6m caracterizada pela montagem rápida e fácil. Uma construção modular com estrutura tipo pórtico central<sup>23</sup>, utilizando painéis de madeira com 1m de comprimento e diferentes larguras podendo deste modo conter janelas e permitindo a permuta de elementos. (Peters, 2007, p. 35, 36)



**Ilustração 24-** Maison du Peuple. JEAN PROUVÉ, 1935. ([Adaptado a partir de:] Katz, 2017)

---

<sup>23</sup> Pórtico central era uma estrutura axialmente alinhada em folha de aço com dois suportes em forma de “V” invertido suportando o peso da cobertura e estabelecendo o reforço diagonal e longitudinal.



Ilustração 25- Maison du Peuple, 1935. ([Adaptado a partir de:] Simonot, 2010)

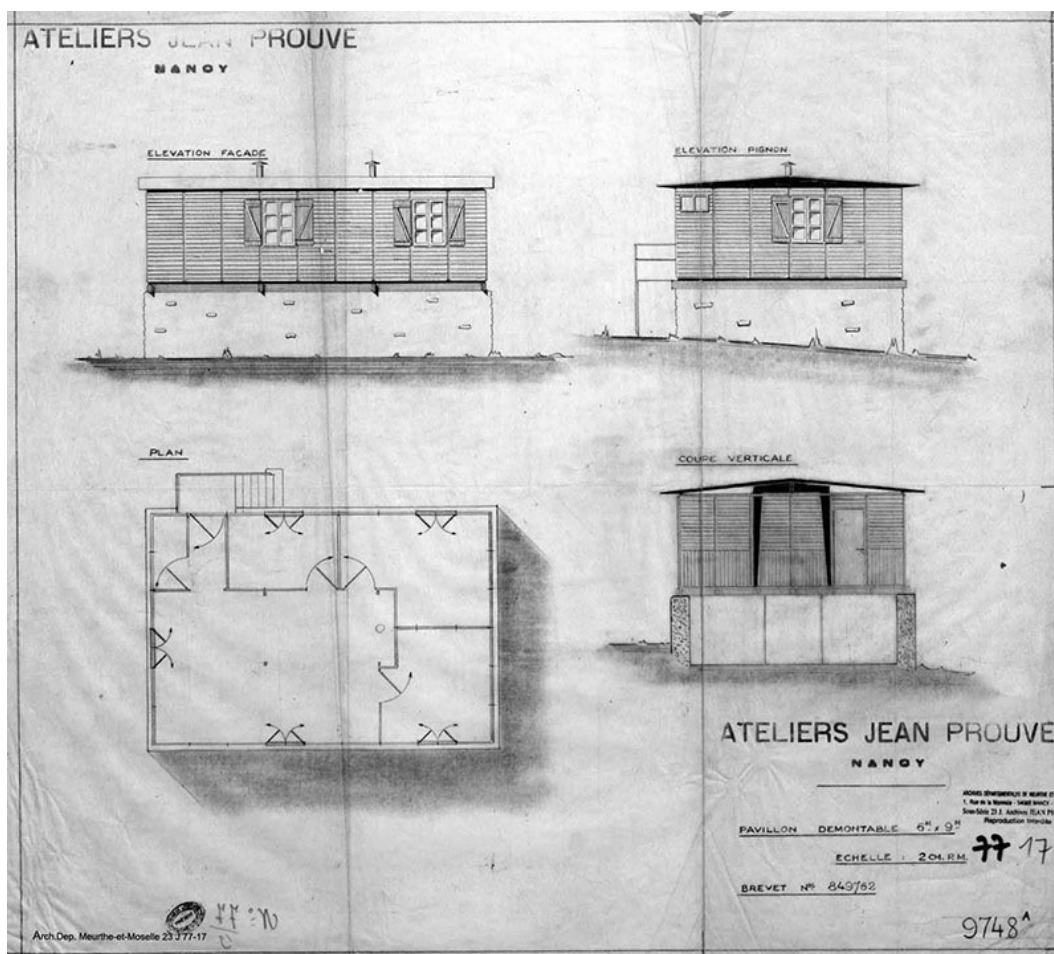
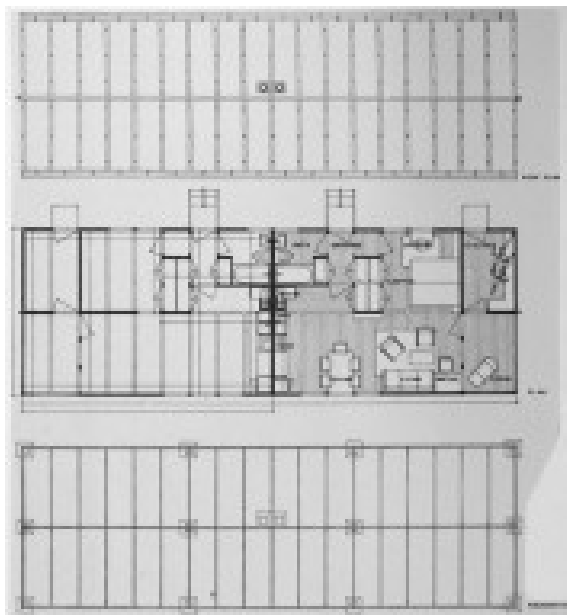


Ilustração 26- Planos do projeto "Pavillon Dismontable". JEAN PROUVÉ, 1945. ([Adaptado a partir de:] Sap, 2018)

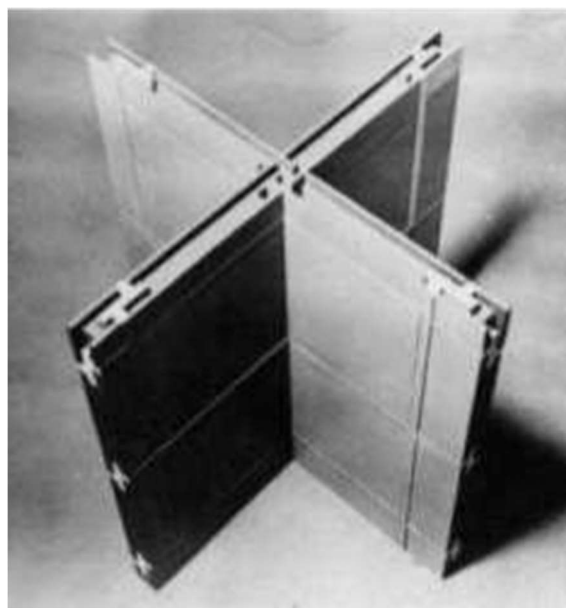
Walter Gropius estava preocupado com a industrialização e a igualdade social e, com base na estética industrial de Behrens seu mentor, criou uma arquitetura mais funcionalista, recorrendo a materiais modernos e inovadores, considerando sempre a produção e o design. O seu interesse pela pré-fabricação era claro desde antes de ter fundado a sua escola de arquitetura, a Bauhaus. Em 1931 desenvolveu uma ideia para uma habitação mínima, propôs uma estrutura de parede em painéis de madeira autoportantes, revestidos com chapas de cobre no seu exterior e placas de fibrocimento no seu interior. Esta ideia foi desenvolvida entre 1942 e 1947, em conjunto com Konrad Wachsmann<sup>24</sup>, no *Packaged House System* para ser vendido no mercado americano. Um sistema de painéis de betão pré-fabricado para a construção de casas unifamiliares, que funcionava recorrendo à repetição e possibilidade de permuta dos mesmos painéis em madeira permitindo adquirir várias tipologias utilizando poucas peças. Wachsmann desenvolveu uma peça de metal em forma de cunha com quatro pontos para conseguir unir os painéis. Todos estes elementos eram para ser construídos em fábrica e montados no local, mas acabou por não se realizar devido à não aprovação do governo visto que na altura a linha de produção ainda não estava preparada para esta fabricação. (Fonyat, 2013, p. 50-51)

---

<sup>24</sup> Konrad Wachsmann (1901-1980) foi um arquiteto modernista alemão. Destacou-se pela produção em massa de componentes construtivos, era um mestre do detalhe e experiente em carpintaria. A sua carreira foi marcada pela obsessão da tecnologia da produção mecanizada.



**Ilustração 27** - Habitação tipo, *Package House System*, 1942. ([Adaptado a partir de:] Campos, 2017, p.33).



**Ilustração 28** - Peça para encaixe dos painéis no *Package House System*, 1942. ([Adaptado a partir de:] Fonyat, 2013, p. 52).



**Ilustração 29**- Montagem do "Packaged House System". Foto cortesia do Centro de Recursos, Faculdade de Arquitetura e Planejamento, Dalhousie University. ([Adaptado a partir de:] AIA California, 2017).

## 4. MODULARIDADE E PRÉ-FABRICAÇÃO NAS OBRAS DE LE CORBUSIER

### 4.1. O SISTEMA DOM-INO

Em 1913 Le Corbusier regressou a Chaux-des-Fonds ao seu escritório de arquitetura para desenvolver um sistema construtivo que permitisse colocar em prática as ideias e conhecimentos adquiridos ao longo dos anos, o sistema *Dom-ino*.

Nesta altura Le Corbusier tinha contacto com Max Du Bois, engenheiro em Paris e seu amigo de infância e agora era o seu suporte profissional na evolução dos estudos sobre estruturas de betão armado tendo sido uma ajuda fundamental na troca de experiências técnicas. Para Le Corbusier esta parceria era a união entre o mestre que tem o conhecimento das técnicas de construção (o engenheiro) e o mestre que dominava a técnica das proporções, da geometria e da estética (o arquiteto).

Le Corbusier enviava para Du Bois os seus primeiros croquis, através de cartas, com a ideia para o sistema construtivo. Os desenhos registavam uma estrutura simples de betão armado, constituída apenas por três lajes, sustentadas por seis pilares, com comunicação entre eles por escadas. Observando a planta da proposta verifica-se que as lajes e a disposição dos pilares antes de qualquer adição de paredes assemelha-se aos pontos marcados de um número seis numa peça de dominó. (Silva, 2014, p. 87)

Segundo Le Corbusier (1930, p. 92):

“Estudo as velhas e célebres casas da arquitetura de Flandres. Desenho o seu esquema; descubro que são casas de vidro: séculos XV, XVI; XVII. Então imagino o seguinte: uma construtora levantará o esqueleto da casa: seis pilares, três pisos, a escada. [...] Tentei inúmeras combinações de plantas no interior desse esqueleto de sustentação. Tudo era possível. [...] Perspectivas de um futuro se anunciavam.”

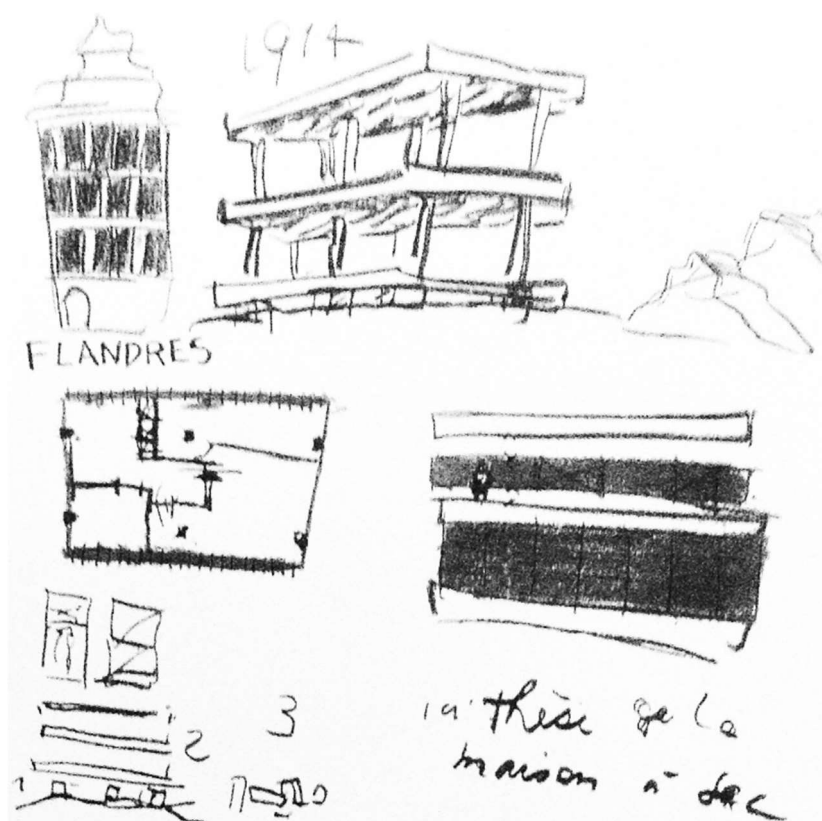
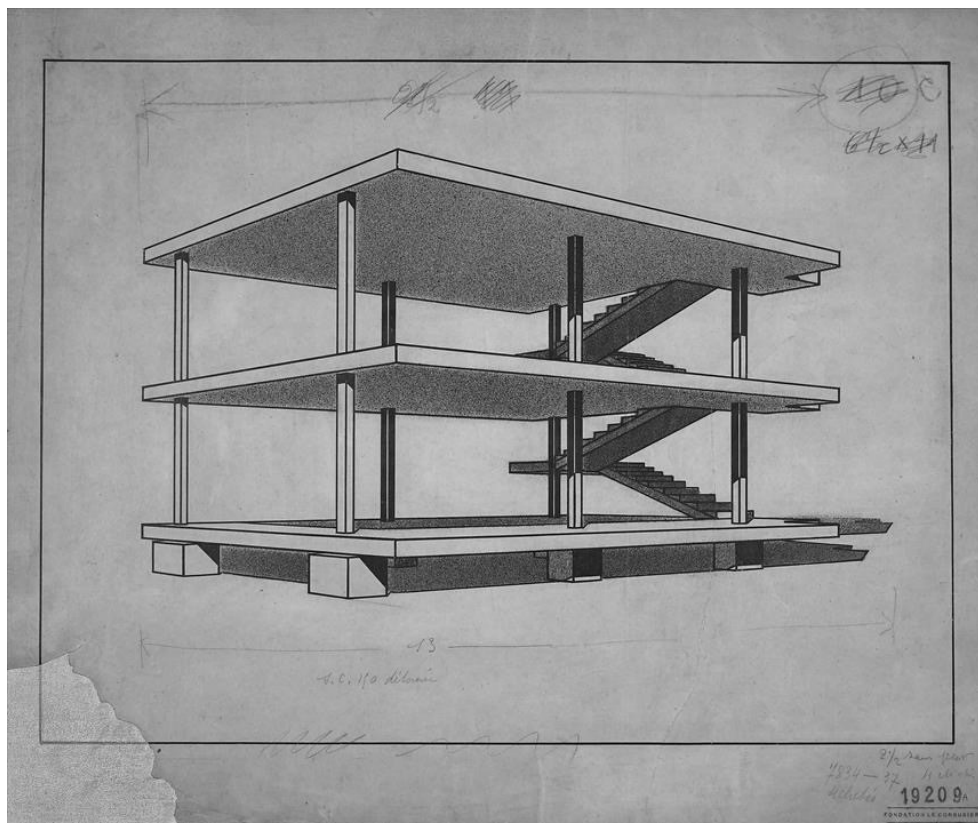


Ilustração 30- Croquis da estrutura tipo *Dom-ino*. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 1930, p. 94)

Uma das principais qualidades da proposta do sistema Dom-ino é a redução da estrutura a um número pequeno de elementos padronizados, estabelecendo a base para um sistema de proporções modulares. Um aspecto mencionado por Le Corbusier que aproxima a construção a essa economia de meios é a pré-fabricação, no entanto não existe qualquer registo nos desenhos no que confere ao transporte, bem como detalhes dos elementos e meio de ligação.

O Sistema Dom-ino era um protótipo onde Le Corbusier aplicava a lógica e a geometria com o intuito de expressar a pureza, as formas básicas, a ordem, a precisão num carácter universal e clássico para a casa. Estas características aparecem praticamente em todas as obras do arquiteto, tanto nos seus edifícios como nos seus textos, seja através do planeamento da construção, na descrição da técnica, na dimensão de peças, nos traçados reguladores, nas relações proporcionais e geométricas dos edifícios e nos acabamentos de elementos.

“Quando se falava de casas, entendia-se por elas umas paredes e um telhado; eram as partes determinantes da casa. [...] Podemos afirmar que as paredes e os telhados já não existem, já não têm razão de existir.” (Le Corbusier, 1983, p. 29-30)



**Ilustração 31-** Esquema *Dom-Ino*, 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Com a invasão e devastação da Bélgica em Agosto de 1914, era necessário uma rápida reconstrução e Le Corbusier sugeriu a Du Bois pôr em prática os estudos realizados até então. Uma vez que o sistema *Dom-Ino* era uma ideia original e viável, decidiram torná-lo prioritário e resolver todos os detalhes. Meses depois Le Corbusier reuniu-se com Du Bois e Auguste Perret, em França. Perret aprovou a ideia por ser um sistema que se adaptava a qualquer edifício, contudo apontou alguns pormenores que poderiam ser melhorados nomeadamente as lajes que deveriam ser reforçadas e a forma de divulgação o projeto.

A proximidade a Du Bois dava a Le Corbusier boas possibilidades profissionais porque o engenheiro era fundador da Société d'Application du Béton Armé (S.A.B.A.) e promovia o uso do betão armado em edifícios industriais. Contudo, Du Bois deixou de se empenhar no sistema *Dom-Ino*, porque com o decorrer da guerra tornava-se imprevisível a sua reconstrução e deste modo não teria interesse em avançar com o projeto. Havia ainda a necessidade de encontrar uma empresa que produzisse as peças do *Dom-Ino* e vendê-las em grande escala. Le Corbusier contava com um possível acordo com a S.A.B.A. mas Du Bois teria que aprovar e naquele momento o engenheiro continuava alheio a esses interesses.

Então Le Corbusier resolveu elaborar um projeto para as *Maison Dom-Ino*<sup>25</sup> onde adoptava o módulo estrutural básico do sistema Dom-Ino produzindo um conjunto de módulos que constituíam um edifício inteiro. (Palermo, 2006, p. 35-39)

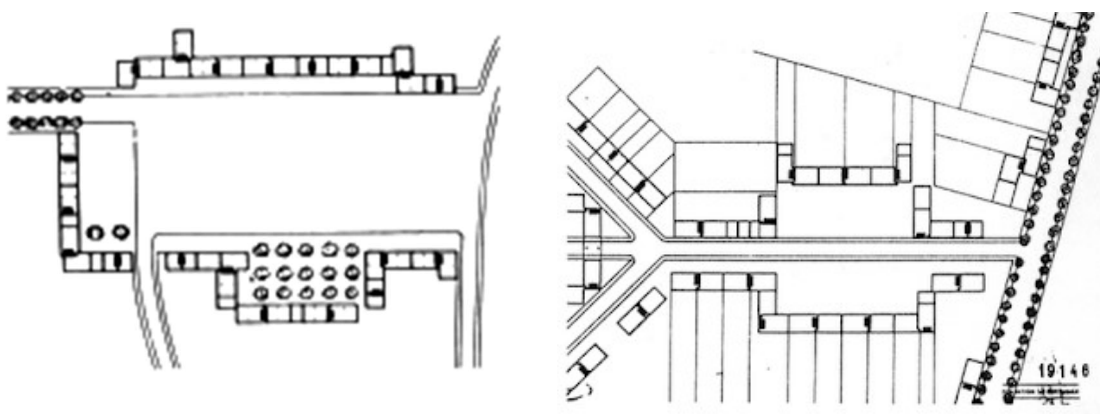
## 4.2. AS CASAS DOM-INO

Le Corbusier face à situação do pós guerra, procurou estudar soluções para habitação em larga escala para que a sociedade pudesse adquirir uma casa. De qualquer modo é importante salientar que não existem quaisquer registos relativamente à finalidade do sistema Dom-Ino como sendo para uso habitacional tendo em conta que o arquiteto definiu a planta como uma solução de carácter universal. Como sua primeira proposta de casas em série, sugeriu que este protótipo fosse multiplicado em várias unidades, assegurando que seria um método rápido e económico pois era possível criar um quarteirão ou até mesmo um bairro. A sua ideia de construção em larga escala também era uma forma de divulgação do sistema Dom-Ino. Segundo Palermo (2006, p. 73),

“[...] nenhum autor se arrisca a apontar qual das ideias surgiu primeiro nos trabalhos de Jeanneret. Fica difícil afirmar com certezas o que veio antes: se o desenvolvimento do Dom-Ino como sistema construtivo, influenciado por uma possível aplicação em arquitetura residencial; se o desenvolvimento de um projeto para habitações populares, em que uma das condicionantes do programa era a construção rápida e económica.”

Segundo Silva (2014, p. 87),

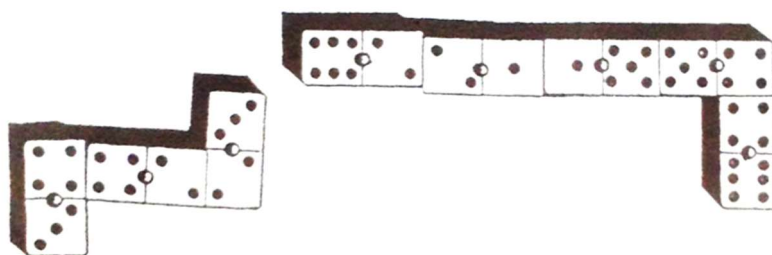
“A versatilidade deste sistema reside na possibilidade de variações da disposição de casas: dispostas em fila, pelos lados mais curtos, ou dispostos em L, pelo lado mais longo com o lado mais curto, ou ainda na agregação de vários L's numa imagem de ziguezague, criando o conjunto de extensão ou ampliação que Le Corbusier idealizou (outra semelhança com o jogo dominó).”



**Ilustração 32-** Exemplo de um loteamento *Dom-Ino*. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 80)

<sup>25</sup> Maison Dom-Ino, tradução Casa Dom-Ino.





**Ilustração 33-** Disposição e junção das casas *Dom-Ino* associadas ao jogo do dominó. ([Adaptado a partir de:] Silva, 2014, p. 88)

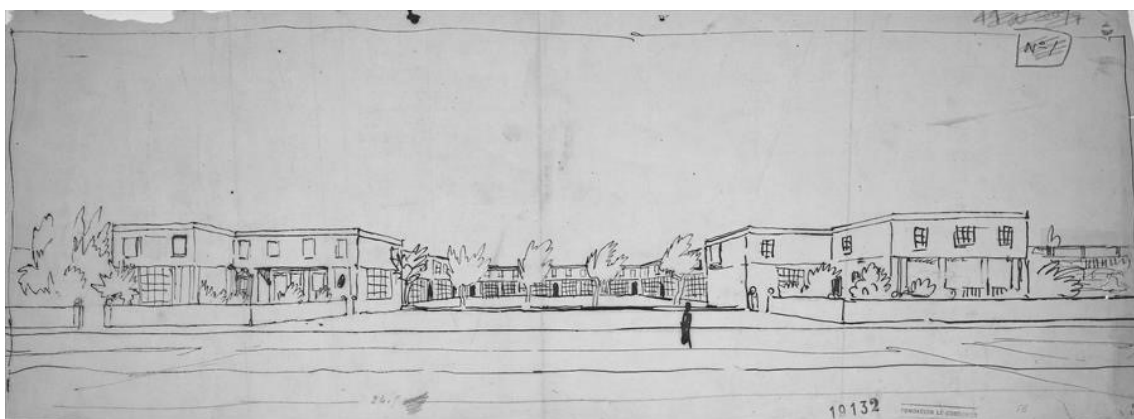
A estrutura formal deste conjunto de casas era descrita como um edifício em banda com dois pavimentos e um terraço na cobertura, podendo ainda ser configurado com algumas alterações na planta de forma a adaptar-se às necessidades dos próprios módulos.

A definição do sistema Dom-Ino constituído por seis blocos de fundação, seis pilares, três lajes planas e uma escada com seis lances, corresponde ao esquema tridimensional elaborado por Le Corbusier identificado na ilustração 31 no subcapítulo anterior. Porém pode gerar contradições porque durante esta pesquisa surgiram desenhos do autor que identificam o módulo constituído por oito pilares. Provavelmente isso deve-se ao facto das representações desse módulo incluírem o início de outro adjacente no caso das casas Dom-Ino.

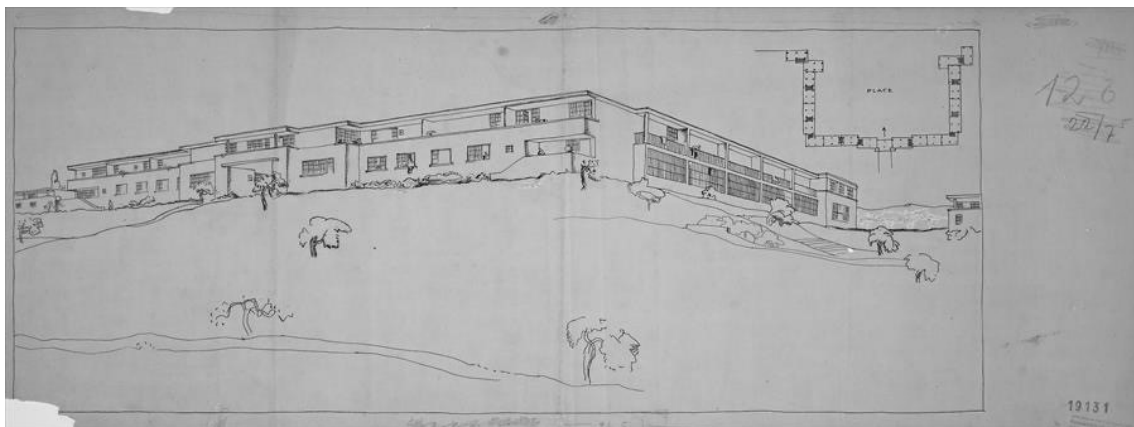
Estruturalmente o modelo base de uma casa Dom-Ino apresenta pilares de secção quadrada com 15cm de lado e as lajes têm uma espessura de aproximadamente 30cm. A planta mede 10,8m x 6,6m e a altura do pé-direito é de 2,70m. Os pilares separados 4,20m entre eixos configuram dois quadrados em planta e descentralizados em relação ao eixo central do lado de maior dimensão das lajes e centralizados em relação ao lado menor. O espaço que sobra ao lado dos dois dos quadrados formados pelos pilares tem largura igual à metade do lado de um dos quadrados. No lado de menor dimensão o espaço que existe entre uma extremidade e o eixo do pilar mais próximo é igual à metade da distância entre os pilares ou seja igual à metade do tamanho do lado do quadrado formado por quatro pilares. A escada tem largura igual à metade do vão entre pilares menos 30cm, ou seja 1,9m e desdobra-se em dois lances e um patamar. A laje inferior está elevada 60cm do nível do solo. (PALERMO, 2006, p. 49)

Na sua obra Oeuvre Complète – Vol. 1, Le Corbusier expõe o Dom-Ino da seguinte forma:

“É puramente estrutural, sendo independente do interior da planta da casa: o esqueleto suporta as lajes e a escada; qualquer que seja a planta, a estrutura permanece à mesma. Os elementos constituintes são padronizados e podem ser aplicados de várias formas, e essa flexibilidade é o recurso da diversidade no desenho de grupos de casas. As colunas de betão armado são feitas in situ. Uma vez feitas, suportes metálicos são fixados a elas. A função dos suportes é manter suspensa uma grelha de vigas em aço com perfil “I”, que são a forma da laje do piso de cima, o qual deve ser precisamente acabado em todas as suas faces. Essa nova técnica deixa de lado as tradicionais e caras formas de madeira, que são substituídas por um sistema metálico que pode ser usado muitas vezes. Uma empresa de engenharia é responsável por levar as estruturas constituintes do Dom-Ino ao lugar onde será realizada a obra, agrupada em concordância com o desenho específico do arquiteto urbano. No que diz respeito ao desenho da casa propriamente dita, o particular posicionamento dos pilares no perímetro da estrutura (não em qualquer lugar que prejudique o espaço interior), e ainda dentro do limite externo da laje do piso, possibilita que o arquiteto tenha liberdade total tanto na disposição das paredes internas, portas, janelas, armários e outro equipamentos, quanto na organização da fachada. Outra empresa, irmã da primeira, é responsável pela fabricação de todos os demais possíveis equipamentos necessários, dentro e fora, de acordo com os dimensionamentos padronizados. A procedimento da edificação segue assim: a estrutura é erguida, os equipamentos são colocados, e finalmente as paredes de divisão interna e as paredes exteriores são construídas.” (Le Corbusier, 1995, p. 23)



**Ilustração 34-** Perspectiva de um loteamento de casas *Dom-Ino* configuradas em "U", evidenciando o pátio interno, 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 35-** Exemplo de outro loteamento de casas *Dom-Ino*, 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 36-** Exemplo da fachada de uma casa *Dom-Ino*, 1914. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Como a estrutura permitia diversos tipos de fachadas e sendo os vãos normalizados possibilitavam a construção em série de casas com diferentes identidades e em inúmeras localizações. Le Corbusier defendia que desta forma a construção podia ser executada por um fabricante e terminada por outro distinto proporcionando um sistema aberto de planta e fachada livre. A planta livre trazia uma grande economia de espaços construídos e uma maior flexibilidade organizacional, enquanto que a fachada livre permitia também uma maior flexibilidade no desenho e contribuía para uma certa distinção na aparência da casa, mesmo sendo fabricada em série. (Moreira, 2017, p. 23)

O Dom-Ino é um conceito programático da máquina de habitar e uma lógica tecnicamente estruturada através dos *Cinco Pontos da Nova Arquitetura* moderna, que aparecem num texto de 1926, onde Le Corbusier expôs os conceitos chave que apoiaram toda a sua obra: plantas e planos livres, o terraço-jardim ou cobertura ajardinada, janelas corridas e o sistema de pilares definido como pilotis. No entanto só em 1929, no projeto para a casa *Loucheur*, é que os princípios da casa Dom-Ino puderam ser aplicados e considerados cânones da arquitetura moderna, na qual o arquiteto teve um papel crucial (Vedrenne, 1998, p.13)

Entre 1916 e 1926 foi considerado o período de investigação para a proposta de uma relação entre o sistema Dom-Ino e os *Cinco Pontos da Nova Arquitetura*. Durante esses dez anos Le Corbusier desenvolveu obras práticas e teóricas de projetos construídos e não construídos, ligados à modularidade e pré-fabricação que serão abordados de seguida nesta dissertação.

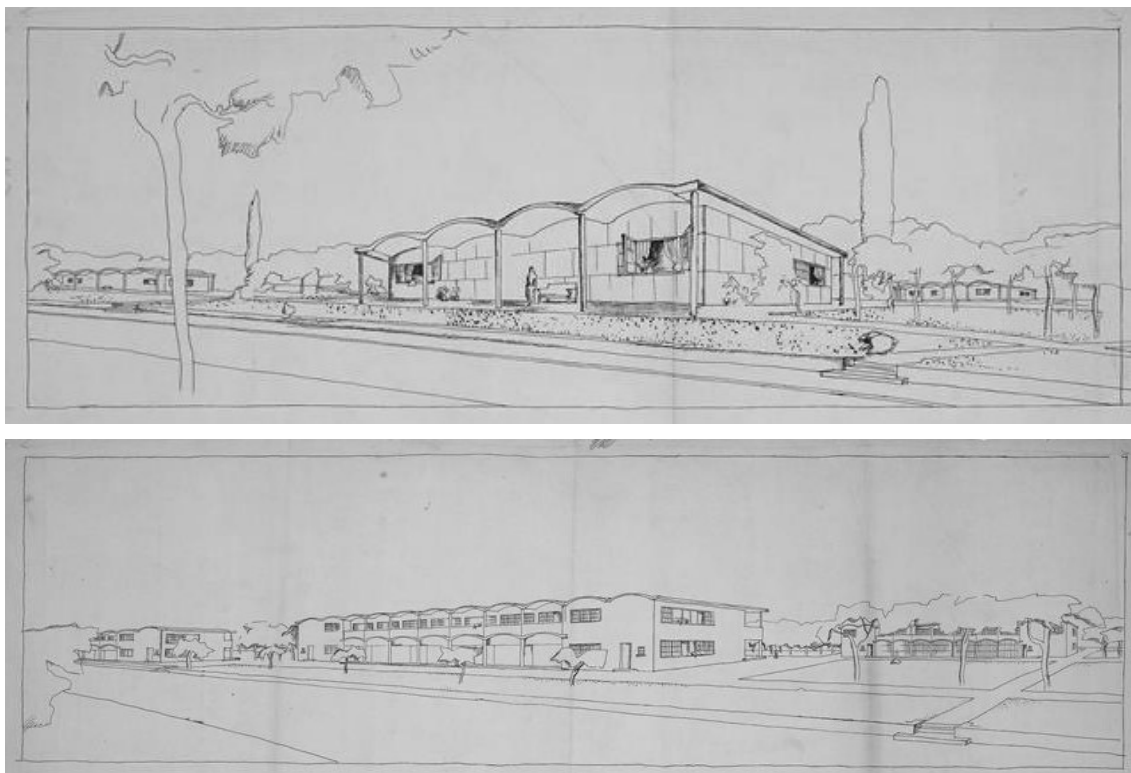
### 4.3. AS CASAS MONOL

Para explorar as diversas possibilidades que os elementos construídos em série podem oferecer Le Corbusier, em 1919, projetou o protótipo Monol. Tendo em conta a época do pós-guerra que se vivia, o arquiteto propôs um edifício destinado à habitação com carácter prático e económico. Estruturalmente o projeto apresenta pilares de secção redonda, uma cobertura abobadada em betão armado, paredes com painéis pré-fabricados de cimento amianto e janelas standardizadas pré-fabricadas em vidro.

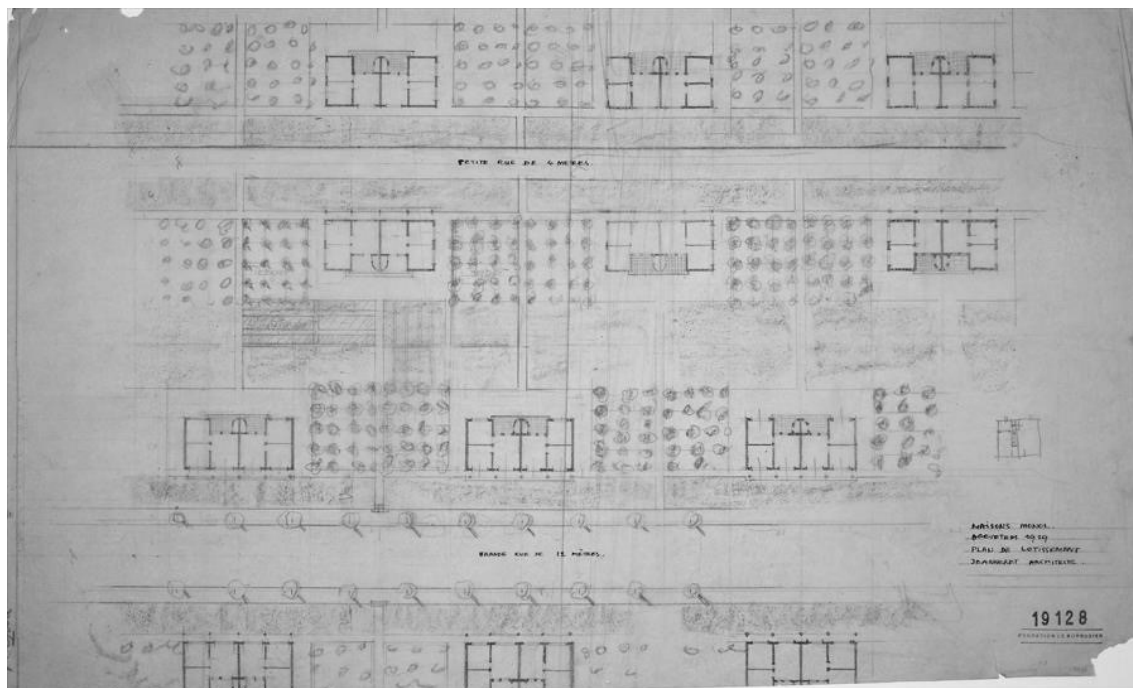
Le Corbusier adoptou neste projeto o mesmo conceito das casas Dom-Ino no sentido em que uma casa permite a sua repetição ordenada formando um conjunto de casas – um loteamento – conseguindo a produção em massa através do rigor. (Silva, 2014, p.93)

“Quando se fala de casas em série, é preciso falar de loteamento. A unidade dos elementos construtivos é uma garantia de beleza. A diversidade necessária a um conjunto arquitectónico é fornecida pelo loteamento que conduz às grandes ordenações, aos verdadeiros ritmos da arquitetura. Um conjunto bem loteado e construído em série daria uma impressão de calma, de ordem e limpeza, imporá fatalmente a disciplina aos habitantes...” (Silva, 2014, p. 93)

Esteticamente o loteamento assemelha-se às carruagens de um comboio. Neste projeto existe falta de informação para aprofundar esta análise.



**Ilustração 37-** Perspectivas de loteamentos de casas *Monol*, 1919. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 38-** Planta de um loteamento de casas *Monol*, 1919. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

#### 4.4. A CASA CITROHAN

Foi com o projeto para a casa *Citrohan* que, Le Corbusier aplicou na prática as ideias do sistema Dom-ino. Durante dez anos o Dom-ino sofreu diversas adaptações mas os seus atributos básicos permaneceram intactos.

O projeto desta casa foi pensado num restaurante em Paris por volta de 1920:

“Comemos num pequeno restaurante de taxistas, no centro de Paris; ao fundo está o bar e a cozinha; a galeria divide em dois a altura do espaço; a frente abre-se para a rua. Um dia, descobrimos este lugar e observámos que aqui estavam presentes todos os elementos de um mecanismo arquitectónico que podem ser aplicados e responder à organização da habitação” (Le Corbusier, 1995, p. 31)

A casa Citrohan foi pensada para ser destinada à habitação unifamiliar e para ser produzida industrialmente como os ideais da *Deutsche Werkbund* defendendo esta forma de construção na tentativa de solucionar o caos resultante da Primeira Guerra Mundial e melhorar as condições de vida das pessoas.

Neste projeto foram introduzidas influências das viagens que Le Corbusier realizou e aprendizagens na sua formação nomeadamente a forma cúbica que propôs à casa e que obedece às leis da percepção evidentes no Parténon e nas mesquitas, as coberturas planas da cidade industrial de Tony Garnier, as experiências do purismo

com Amédée Ozenfant na pureza e geometria e na estrutura Dom-Ino. (Schumacher, 2018, p. 27)

A ideia de Le Corbusier para este projeto era que os elementos da casa fossem construídos numa fábrica obedecendo a graus de padronização como acontecia na linha de montagem automóvel, daí o nome Citrohan usado como referência a uma fábrica de automóveis, a Citroën. Segundo Geoffrey Baker “Ele a nomeou de Maison Citrohan como elogio à empresa de fabricação de automóveis Citroen e porque acreditava ser tão eficiente quanto as novas máquinas que estão a transformar o século XX”. (1984, p. 90)

O arquiteto estudou pormenores para que a casa fosse construída no conceito de “máquina de habitar” tentando definir a planta da casa na perspectiva de poder ser possível criar diferentes projetos conferindo o mesmo programa, tornando a casa versátil como que o projeto de um carro. Os estudos para esta habitação duraram anos, tendo passado por diversas versões com o objetivo de formalizar a casa ideal para o homem viver.

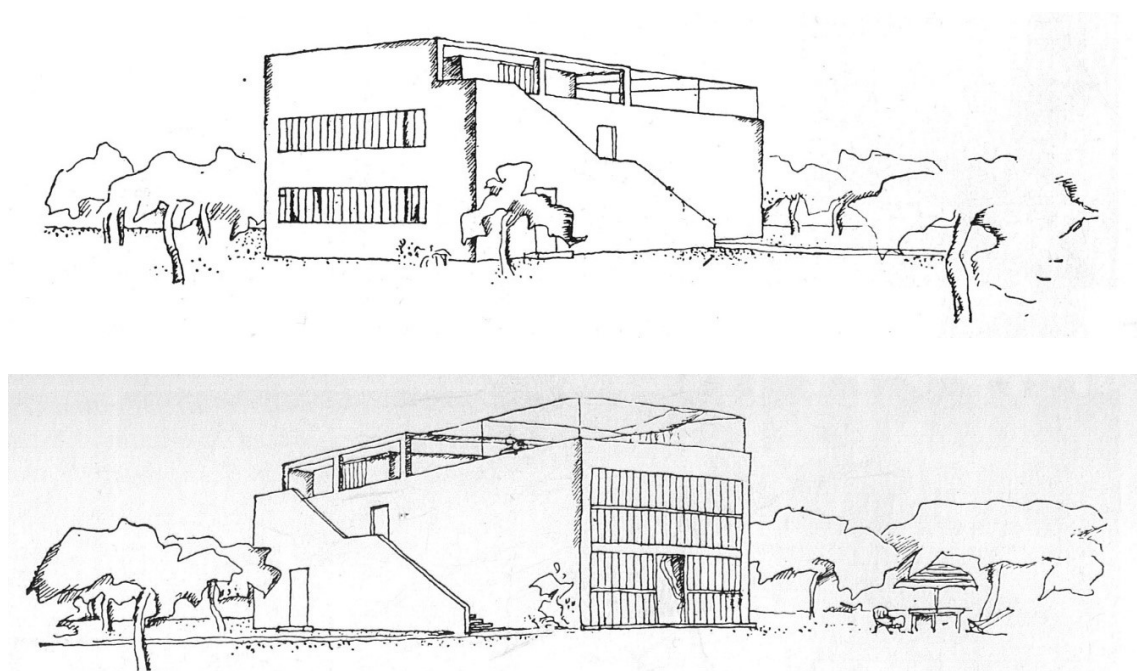
#### **4.4.1. PRIMEIRA VERSÃO DA CASA CITROHAN**

Na primeira versão, em 1920, o arquiteto procurou corresponder aos novos modos de vida modernos criando três volumes básicos: um principal, com base retangular na proporção 2 por 4 e com uma altura igual a dois pé-direito; e outros dois secundários, um caracterizado por uma escada que dá acesso ao piso superior na parte lateral do volume principal; e o outro caracterizado por dois quartos de secção quadrada, com altura igual a um pé-direito e colocado sobre o volume principal.

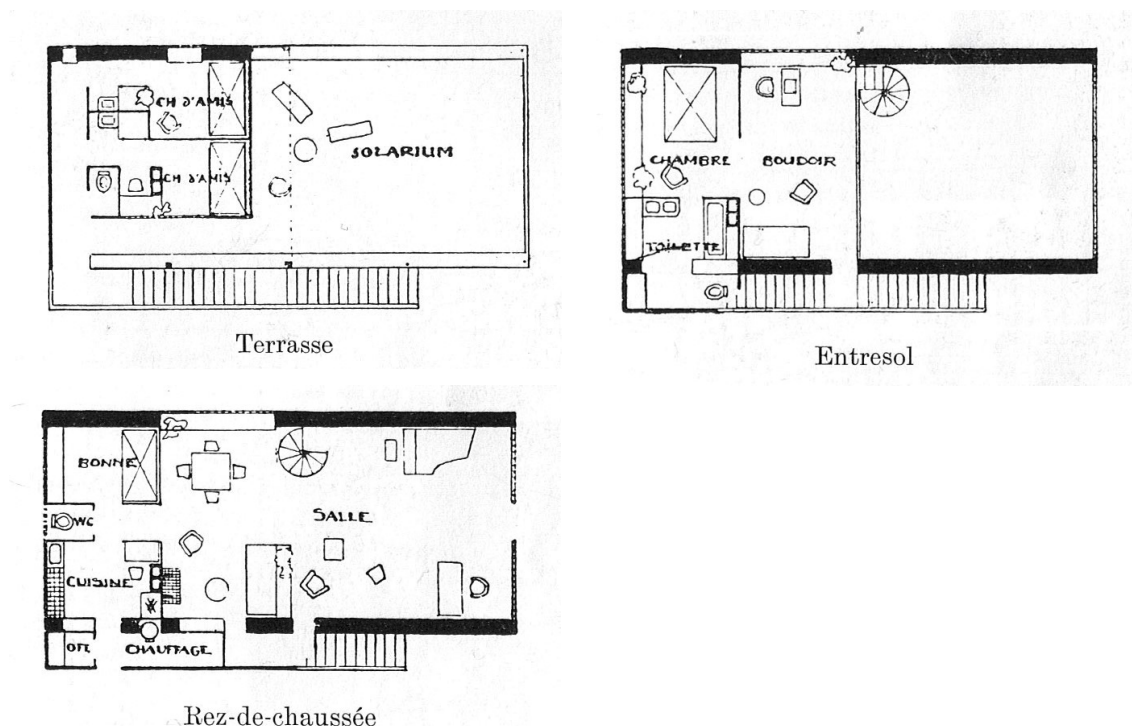
Geometricamente a planta foi concebida por um retângulo de 6,2x13m, à qual foi adicionado um volume de 1x10m que corresponde à escada externa que liga ao piso superior. O programa da tipologia distribui-se por três pisos definidos por zonas íntimas e zonas comuns. O piso 0, com uma área de 89,5m<sup>2</sup>, é caracterizado por uso coletivo e constituído por uma cozinha, um pequeno compartimento de serviços, uma instalação sanitária, um pequeno quarto e um espaço de salas de estar e jantar separadas por um pé-direito duplo. O piso 1, com uma área de 43m<sup>2</sup>, é caracterizado por zona íntima e composto por um quarto de casal com instalação sanitária e uma sala de estar que se relaciona visualmente com o espaço de duplo pé-direito do piso 0. O piso 2, o último piso, é caracterizado por mais uma zona íntima e composto por dois

quartos, uma instalação sanitária e um terraço que ocupa metade dos 82m<sup>2</sup> da área total. (Palermo, 2006, p. 112-113)

Relativamente aos vãos exteriores encontram-se na fachada principal duas grandes janelas de vidro, uma ao nível do piso 0 e outra no piso 1, que iluminam o espaço de duplo pé-direito. Existem duas janelas corridas na fachada posterior da casa que correspondem ao piso 0 e piso 1. A casa apresenta, ainda, três portas sendo uma no piso 0 e duas através da escada exterior: no piso 0 existe uma porta lateral que dá acesso à zona de serviços; no piso 1 existe uma porta que dá acesso ao quarto de casal; e no piso 2, o último piso, tem uma porta que é o seu único acesso.



**Ilustração 39-** Perspectivas da primeira versão da casa *Citrohan*, 1920. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 108)



**Ilustração 40-** Plantas da primeira versão da casa *Citrohan*. Planta do piso 2 (em cima à esquerda), planta do piso 1 (em cima à direita) e planta do piso 0 (em baixo), 1920. ([Adaptado a partir de:] Palermo, 2006, p. 110)

Para além da escada exterior, existe uma outra escada que liga a sala à zona íntima do quarto de casal.

Segundo a análise de Palermo a estrutura da casa, definida pelo sistema Dom-Ino, foi criada em função de traçados reguladores básicos mas que não pode ser descrita com precisão porque os desenhos de Le Corbusier não esclarecem totalmente esse aspecto. De acordo com as plantas publicadas no livro *“Oeuvre Complète”*- Vol.I, a estrutura das paredes exteriores de maior dimensão têm função resistente porque não apresentam pilares, no entanto as perspectivas do exterior da casa mostram que a cobertura é sustentada por pilares o que pode significar que os pilares só são visíveis no último piso e que estão ocultos nas paredes laterais desde o piso 0.

#### 4.4.2. SEGUNDA VERSÃO DA CASA CITROHAN

Em 1922 Le Corbusier apresentou, no Salão de Outono de Paris, outra versão da casa Citrohan.

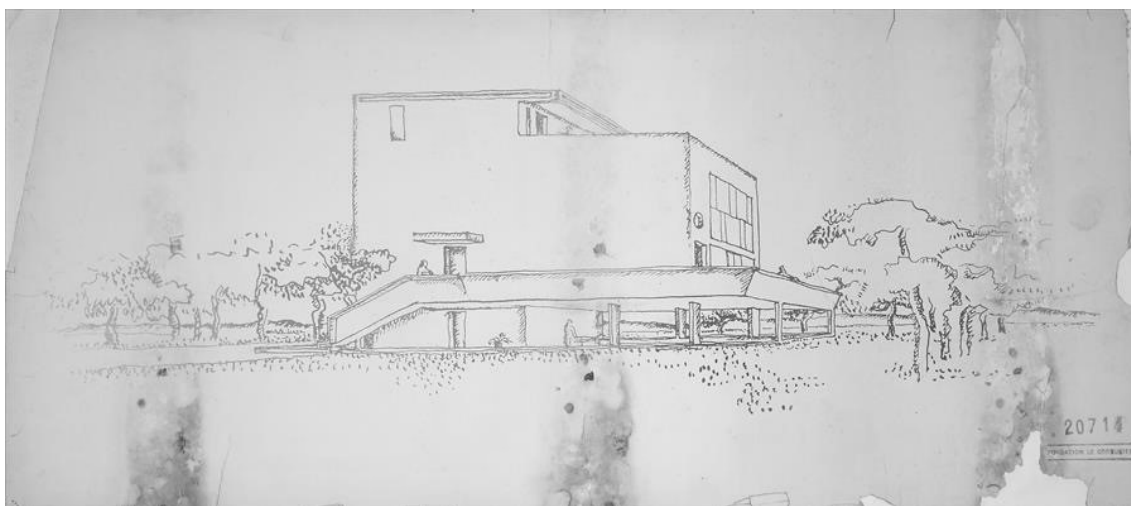
Na primeira versão a casa apresentava três pisos e nesta versão surge com quatro. O piso 0 da primeira versão aparece nesta versão elevado do solo, assente num volume retangular que é composto só pelas zonas de serviço, nomeadamente a garagem.



Geometricamente também nesta versão todo o espaço é definido recorrendo ao uso de formas geométricas em função de traçados reguladores que se refletem em módulos estruturais.

Analisando agora as plantas desta segunda versão, o piso 0 foi projetado 50cm abaixo do solo com uma área de 98m<sup>2</sup> e composto por zonas de serviço, uma sala de aquecimento de água, três compartimentos para depósito e armazenamento, uma garagem e umas escadas de acesso ao piso 1. O piso 1 também com a área de 98m<sup>2</sup> é composto por zonas comuns, uma sala de estar e jantar com acesso ao amplo terraço e com duplo pé-direito, uma cozinha, um quarto e uma instalação sanitária e um hall. Entretanto o hall tem uma escada de forma helicoidal que acede à zona íntima do piso 2, que na primeira versão essa escada aparecia na sala com o duplo pé-direito.

O acesso principal da casa é na fachada posterior através de uma escada exterior. Esta escada permite o acesso ao piso 1 e dá acesso a um terraço assente em pilotis. A entrada para o interior do piso 1 é feita através de uma porta na fachada lateral da casa. O terraço projeta-se na fachada principal da casa que por sua vez tem uma porta com uma escada interior que dá acesso ao último piso. Outro acesso ao piso 1 é através desse mesmo terraço, na fachada principal, por uma porta localizada no centro da grande janela de vidro que liga à sala de estar.



**Ilustração 41-** Perspectiva da segunda versão da casa *Citrohan*, 1922. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Os pisos 2 e 3 apresentam uma área de 68m<sup>2</sup> e são ambos destinados às zonas íntimas. O piso 2 é composto por um quarto de casal, uma zona de estar íntima e uma

instalação sanitária. O piso 3 é composto por dois quartos, uma instalação sanitária e um terraço.

Estruturalmente as duas paredes exteriores nas laterais da casa são duplas, ou seja, são constituídas com uma caixa de ar. As paredes interiores são mais finas o que significa que são constituídas por materiais leves como tijolo furado ou madeira. A estrutura resistente é constituída pelo sistema Dom-ino, pilares, fundações e lajes planas de betão armado.

Nesta versão o arquiteto tentou explorar os *Cinco Pontos da Nova Arquitetura*<sup>26</sup> (pilotis, janela corrida, terraço-jardim, planta livre e fachada livre), no entanto só aplicou quatro pontos: adoptou o pilotis no sentido de resolver problemas funcionais, como a garagem e a elevação da casa; as janelas existentes na fachada posterior e na fachada principal são janelas corridas; o terraço-jardim não foi explorado na sua totalidade visto que o terraço não é considerado jardim pois não está representado qualquer tipo de vegetação; a planta livre também não está totalmente explorada porque existe uma parede circular que envolve a escada e uma parede que separa a cozinha do hall de entrada que não estão de acordo com as características da planta livre, no entanto todas as restantes paredes interiores são ortogonais e encontram-se sobre os traçados reguladores da planta e da estrutura; e a fachada livre é o único dos cinco pontos que não está presente.

Porém esta versão da casa começa a ter importância na sua composição formal integrando a estética purista à máquina de habitar. (Palermo, 2006, p. 117-121)

#### **4.4.3. TERCEIRA VERSÃO DA CASA CITROHAN**

Em 1927 Le Corbusier teve a oportunidade de participar na exposição *Weissenhofsiedlung*<sup>27</sup> em Stuttgart e deste modo resolveu construir dois edifícios de habitação: a casa Citrohan; e duas casas geminadas.

---

<sup>26</sup> Os Cinco Pontos da Nova Arquitetura são o resultado de pesquisas feitas por Le Corbusier. Estes pontos foram publicados em 1926 na revista L'Esprit Nouveau. Estes conceitos permitiam tornar os elementos do projeto independentes uns dos outros possibilitando uma maior liberdade de criação. O pilotis define um sistema de pilares que elevam o edifício do solo permitindo a sua livre circulação; as janelas corridas permitem uma relação direta com a envolvente exterior; o terraço-jardim é um espaço na cobertura com função de pátio e jardim; a planta livre permite a disposição livre das paredes tendo em conta que estas não precisam de exercer a função estrutural; e a fachada livre resulta da independência da estrutura, podendo ser projetada sem impedimentos.

<sup>27</sup> O *Weissenhofsiedlung* foi uma importante exposição organizada pelos governadores da cidade alemã, em conjunto com o *Deutsche Werkbund* que permitiu aos maiores arquitetos modernos daquela época elaborar e construir projetos com programas relativos à habitação popular. Esta exposição foi realizada no sentido de construir um bairro para habitação.

Como a exposição iria reunir arquitetos modernistas bastante influentes, Le Corbusier decidiu desenvolver o seu projeto da casa Citrohan de uma maneira precisa com o objetivo de ganhar maior destaque. Surgiu então uma nova versão da casa Citrohan onde o arquiteto aplicou os *Cinco Pontos da Nova Arquitetura*, os atributos do Sistema Dom-Ino e as ideias da “*máquina de habitar*”.

A organização da exposição de Weissenhofsiedlung permitiu aos arquitetos participantes escolher o terreno situado no bairro de Weissenhof onde no qual iriam ser construídas as habitações. Le Corbusier escolheu um terreno desnivelado do bairro com cerca de 980m<sup>2</sup>.

O arquiteto iniciou a última versão da casa que manteve praticamente as mesmas características da segunda versão. Quatro pisos, o volume da casa corresponde a um prisma de base retangular elevado do solo por pilotis e a planta também manteve os traçados reguladores básicos. A disposição da tipologia nos pisos sofreu algumas alterações relativamente à segunda versão: o piso 0 de 36m<sup>2</sup> deixou de ter o espaço de garagem permanecendo só as zonas de serviço; o piso 1 com 65m<sup>2</sup>, foi projetada uma pequena varanda na sala de 1,2m<sup>2</sup>, a escada de forma helicoidal foi retirada e o único acesso ao interior da casa é feito através da escada interior que vem do piso 0 e que liga todos os pisos; o piso 2 com 40m<sup>2</sup> manteve a mesma tipologia; e o piso 4 com 66m<sup>2</sup> também não sofreu alterações.

Estruturalmente o arquiteto recorreu ao uso do sistema Dom-Ino, dez pilares distribuídos por duas filas de cinco pilares e afastados 2,75m no lado maior da planta e 5m no lado menor da planta. Relativamente aos *Cinco Pontos da Nova Arquitetura*, nesta versão foram de certa forma explorados. A presença de pilotis é evidente permitindo a livre circulação debaixo do volume. A fachada livre foi construída na lateral da casa onde estão as escadas interiores. O terraço-jardim identificado na cobertura da casa, tornando-se acessível e serve de jardim, solário ou para atividades de lazer. A área ajardinada é caracterizada na cobertura por um canteiro que envolve a chaminé, e através de uma floreira adicionada ao longo da grande janela da sala e também ao redor da lareira no piso 1. A planta livre é identificada na disposição planimétrica das paredes e das lajes. Em todos os pisos existem paredes curvas que são independentes da estrutura pois apenas determinam a circulação e/ou a organização tipológica da casa. A janela corrida também está evidente na casa através das grandes janelas na fachada principal proporcionando a entrada de luz vinda do exterior.

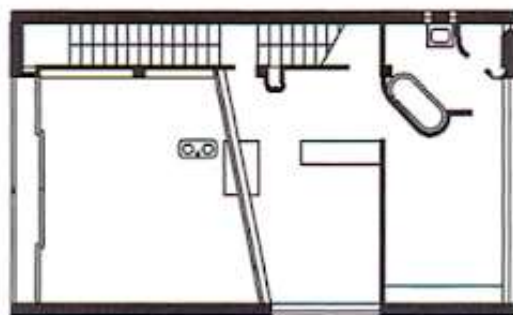
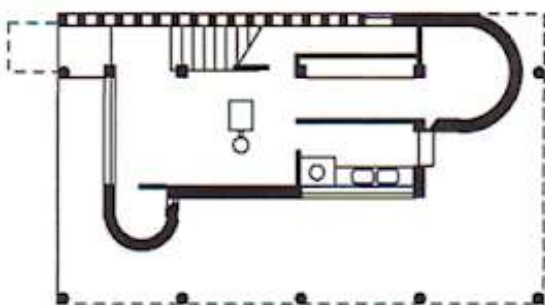
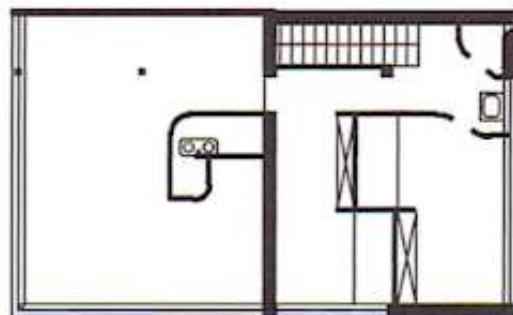
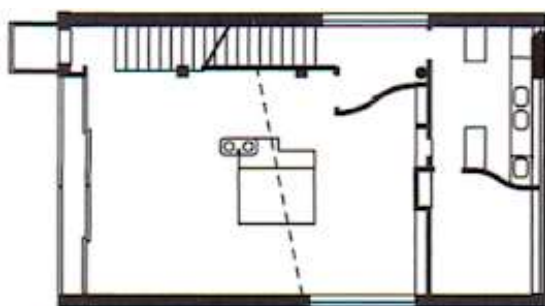
Sem dúvida que Le Corbusier resolveu questões um pouco confusas que estavam presentes nas versões anteriores nomeadamente a nível dos acessos ao interior da casa que foram simplificados passando a existir um só acesso através de uma escada, a nível de circulação deixou de existir o hall e os corredores sem utilidade e ainda alterou a localização das instalações sanitárias dos pisos 2 e 3 alinhando-as verticalmente. Outra questão do projeto que obteve melhoria diz respeito ao volume do terraço no piso 3. Enquanto que na primeira versão o arquiteto colocou uma estrutura metálica de aspecto frágil contornando as arestas do volume, já na segunda versão foram retiradas e nesta última versão Le Corbusier voltou a colocar essa estrutura mas de uma forma mais firme, utilizando o tijolo e/ou betão armado delineando o volume formando uma moldura. (Palermo, 2006, p. 111-129)



**Ilustração 42-** Perspectiva exterior da casa *Citrohan* (à esquerda) e de uma das casas geminas (à direita) no bairro *Weissenhof*, em Stuttgart, 1927. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 43-** Perspectiva da terceira e última versão da casa Citrohan, 1927. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 44-** Plantas da casa Citrohan. Planta do piso 0 (em baixo à esquerda), piso 1 (em cima à esquerda), piso 2 (em baixo à direita), piso 3 (em cima à direita). ([Adaptado a partir de:] Ribeiro, 2018)

#### 4.5. PAVILHÃO L'ESPRIT NOUVEAU

O pavilhão *L'Esprit Nouveau* foi projetado, em 1925, para a Exposição Internacional de Artes Decorativas e Industriais Modernas<sup>28</sup> em Paris e desmontado em 1926, sendo posteriormente reconstruído, em 1977, uma réplica em Bolonha.

O pavilhão recebeu o nome do jornal que Le Corbusier tinha publicado com Amédée Ozenfant, entre 1920 e 1925, como já foi referido anteriormente o jornal abordava temas sobre arte, arquitetura, literatura e ciência.

Este projeto que parte de um conceito modular foi considerado um dos melhores exemplos de unidades habitacionais padronizadas com componentes fabricados industrialmente, porém foi ocultado pela organização da exposição, porque o pavilhão era uma síntese da sensibilidade purista tanto no seu interior como no exterior. O edifício proposto por Le Corbusier estava destinado a ser produzido em série e ainda o seu interior decorado com objetos populares, artesanais e industrializados que iam contra ao movimento *Art Deco*<sup>29</sup>.

“A administração dos Serviços de Arquitetura da Exposição usou os seus poderes para demonstrar a hostilidade perante a implementação do pavilhão. Foi preciso a presença do Ministro de belas Artes, o senhor de Monzie, para inaugurar o pavilhão fazendo com que a administração da exposição removesse a paliçada de 6m que havia erguido ao redor do pavilhão para protegê-lo do olhar do público. Apesar do Júri internacional da exposição desejar conceder o maior prêmio a este meu projeto, o vice-presidente (que por sua vez era um homem de grande valor e um grande arquiteto de vanguarda) opôs-se alegando que "não havia arquitetura". (Fondation Le Corbusier, 2020)

Le Corbusier pretendia transmitir que a arquitetura não deveria ser projetada só em termos luxuosos mas sim através de conceitos modernos e de vanguarda, como a organização e a lógica do espaço, áreas desafogadas, a decoração simples e bastante refinada e ainda o recurso a linhas geométricas.

O pavilhão é nem mais que uma unidade básica habitacional que em termos estruturais apresentava os conceitos de utilização de elementos construtivos pré-fabricados que já tinham sido abordados anteriormente nos estudos para as casas *Dom-Ino*. Em termos espaciais, o pavilhão, apresenta uma evolução relativamente à casa *Citrohan* através de um espaço principal, a sala, de duplo pé-direito criado para servir dois andares articulados.

---

<sup>28</sup> A Exposição Internacional de Artes Decorativas e Industriais Modernas reuniu ideias e conceitos da vanguarda internacional na área da arquitetura e artes aplicadas. Esta exposição sintetizou o que décadas mais tarde seria designado por Art Deco, um estilo moderno caracterizado por um classicismo depurado, composições geométricas, simetria e uma estética industrial suave.

<sup>29</sup> Art Deco é a abreviatura de Artes Decorativas e Industriais Modernas.

Como fator inicial de projeto, Le Corbusier dava uma grande importância à natureza e como tal sugeriu que o pavilhão fosse construído em torno de uma árvore já existente no terreno. É desenvolvido um volume em forma de “L” que contorna a árvore e define um jardim interior. (Santos, 2009, p.51)

Contudo, a árvore teve um papel de protagonista evidenciada por uma abertura circular na cobertura que permitia a sua continuidade e contrastando com o carácter industrial e estandardizado dos outros elementos da construção.

O edifício interiormente é qualificado como um espaço flexível, marcado fortemente pela entrada de luz no interior, uma lógica de disposição do mobiliário e da delimitação das divisões através do uso da cor. Le Corbusier desenhou todo o mobiliário existente na casa recorrendo à padronização das formas para organizar todo o espaço e permitir que cada objeto desempenhasse corretamente a sua função, sendo por isso que o arquiteto lhes chamava “máquinas de habitar”. Para melhorar a funcionalidade de cada espaço integrava armários que se confundiam com as paredes, sendo estas constituídas por folhas de dolomita, que é um material isolante feito de palha comprimida sobre o qual é aplicado o cimento.

“Armários padronizados, embutidos nas paredes ou suspensos a elas, são colocados em todos os pontos da casa: guarda-roupas, armários, prateleiras...represento todo o mobiliário da casa deixando o máximo de espaço livre e apenas cadeiras e mesas para preenchê-lo. Desenvolvi um estudo científico de cadeiras e mesas...uma forma que não é mais decorativa mas puramente funcional.” (Fondation Le Corbusier, 2020)

Apresenta quatro dos cinco pontos da nova arquitetura: a planta livre que permite o uso flexível dos quartos, a fachada livre permite a organização do espaço, janelas corridas em vidro possibilita a entrada de luz e terraço-jardim. É uma construção considerada de grande escala com dimensões que atingem os 400x200m.



**Ilustração 45-** Perspectivas do interior do Pavilhão *L'Esprit Nouveau* em Paris, 1925. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Le Corbusier referia-se a esta casa como uma máquina viva única que pode ser construída em série (o que na realidade veio a acontecer) *“Uma célula viva, prática, confortável e bonita, uma verdadeira máquina viva, em altura e em extensão.”*

Em 1977, numa carta redigida em nome da revista italiana *Parametro* à Fundação Le Corbusier é mencionada a comemoração do cinquentenário da revista *L'Esprit Nouveau*. Nesta carta é solicitada a permissão e o apoio da fundação para a reconstrução do edifício em Bolonha, no âmbito do *Salone Internazionale dell'Industrializzazione*.

Giuliano Gresleri foi quem analisou detalhadamente o edifício e para que a réplica fosse exatamente igual à original foi necessário a presença de especialistas comprovados. (Santos, 2009, p.54)





**Ilustração 46-** Perspectiva do exterior do Pavilhão *L'Esprit Nouveau* em Paris, 1925 (em cima) e em Bolonha, 1977 (em baixo).  
([Adaptado a partir de:] Les Coleurs, 2018)

#### 4.6. AS CASAS LOUCHEUR

Em 1928 o governo francês aprovou o “Loi Loucheur”. Trata-se de um programa para a construção de um grande número de casas, cerca de 200.000, para vender e, cerca de 60.000, para arrendar sendo por sua vez de baixo custo com o objetivo de estimular a indústria siderúrgica.

Perante esta realidade Le Corbusier retomou ideias antigas referentes ao processo industrial ou seja recorrendo á pré-fabricação sendo deste modo que todos os componentes da casa fossem produzidos numa fábrica mas a sua montagem feita no local da obra, sugerindo também a produção de peças em materiais leves para facilitar o transporte por camião e por sua vez permitir a montagem em poucos dias. (Nunes, 2010, p. 19)

Em 1929 Le Corbusier reuniu algumas ideias que tinham ficado estagnadas e propôs aplicar nesta casa os princípios da casa Dom-Ino e o novo conceito de flexibilidade do espaço doméstico onde explora ao máximo um dos cinco pontos da nova arquitetura, a planta livre.

“Somente quinze anos depois, em 1929, com a Lei Loucheur, que Le Corbusier e Jeanneret puderam aplicar integralmente os princípios da Maison “Dom-Ino”. Foram quinze anos de experimentações, de desenvolvimentos específicos nos vários detalhes do sistema, para que fosse alcançada a realização.” (Le Corbusier, 1995, p. 23)

Le Corbusier já tinha explorado esta ideia, em 1927, para as casas geminadas de *Weissenhof* em Stuttgart, propondo dois tipos de casas diferentes, uma delas que se relaciona com as casas Loucheur no que diz respeito ao uso de divisórias móveis para diferentes usos da habitação, nomeadamente o uso diurno e o uso noturno.

O projeto para as casas Loucheur destaca-se pela grande flexibilidade espacial e pela forma que a dualidade entre noite e dia é resolvida. Esta habitação unifamiliar era constituída por dois pisos, o piso 0 destinado à função de garagem e o piso 1 destinado ao espaço doméstico. (Pereira, 2013, p. 27-28)

Os diferentes usos da habitação, noite e dia, eram resolvidos com a utilização de mobiliário rebatível e com a utilização de divisórias deslizantes. Durante o dia, a casa ficava aberta de um extremo ao outro formando uma ampla sala de estar e jantar, zonas de trabalho e estudo, uma cozinha e uma instalação sanitária ao centro. À noite o espaço era transformado pela delimitação de painéis deslizantes e/ou rebatíveis tornando o espaço num dormitório com quatro camas. (Fondation Le Corbusier, 2020)



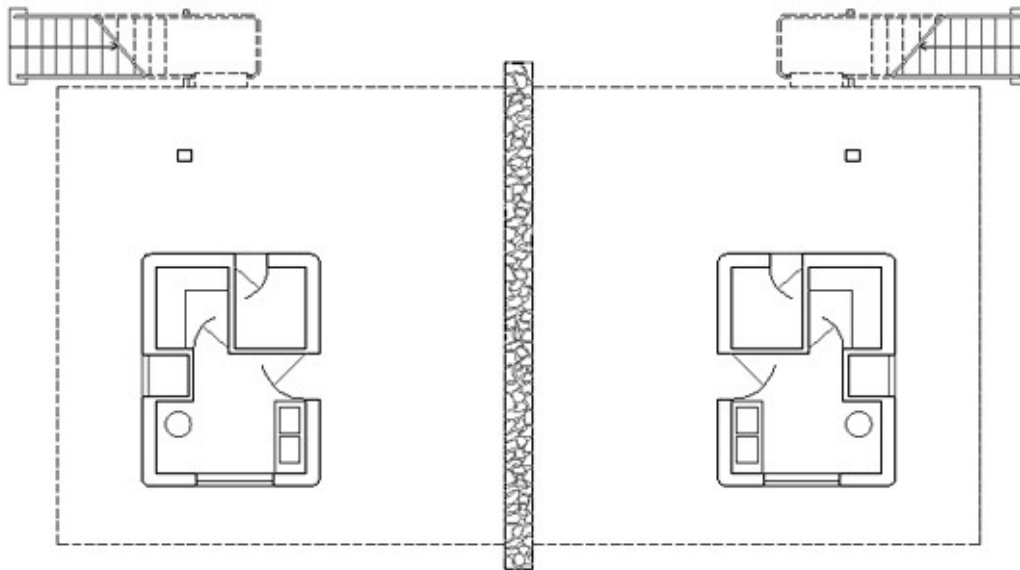
**Ilustração 47-** Perspectiva exterior da casa Loucheur, 1929. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Este conceito de painéis deslizantes permitia também combinações diferentes e a possibilidade da sua ampliação, ou seja, a casa de 45m<sup>2</sup> possibilitava combinar com dois, três ou quatro para obter casas de 90, 135 ou 180m<sup>2</sup>.

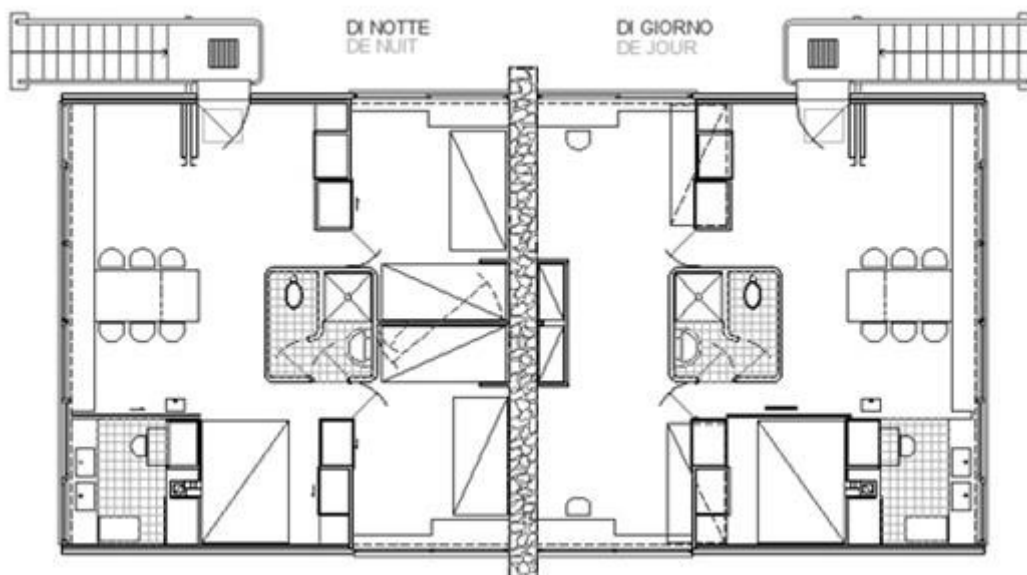
Relativamente ao uso de materiais de construção, Le Corbusier adoptou o uso do betão armado visto que considerava o melhor material para expressar o conceito ortogonal na arquitetura e a melhor forma de definir proporções, permitindo a realização de formas maiores e volumes geométricos.

O acesso à casa era feito através de um lance de escadas e a estrutura consiste no suporte do pavimento da casa através de duas estacas de ferro criando um espaço livre de circulação e recebia um muro de alvenaria de pedra e/ou aglomerados do próprio local erguido e separando duas casas. O arquiteto defendia o conceito do muro justificando que servia de parede corta-fogo entre duas habitações e que simbolizava uma arquitetura regionalista. As paredes eram painéis de correr pré-fabricados com caixa de ar ancorados a uma estrutura auxiliar de perfis de aço, delimitando os espaços. A cobertura era plana composta também por painéis pré-fabricados e com uma camada de cascalho. (Perrot et al, 2017)

As características desta casa foram apenas registadas através de textos escritos pelo arquiteto divulgados nas suas obras teóricas, não existindo quaisquer elementos técnicos desenhados nomeadamente relativo aos componentes da casa que Le Corbusier propôs serem produzidos em fábrica. Também é mais um projeto do arquiteto que não foi construído.



**Ilustração 48-** Planta do piso 0 da casa *Loucheur*. 1929. ([Adaptado a partir de:] Pereira, 2013, p. 28)



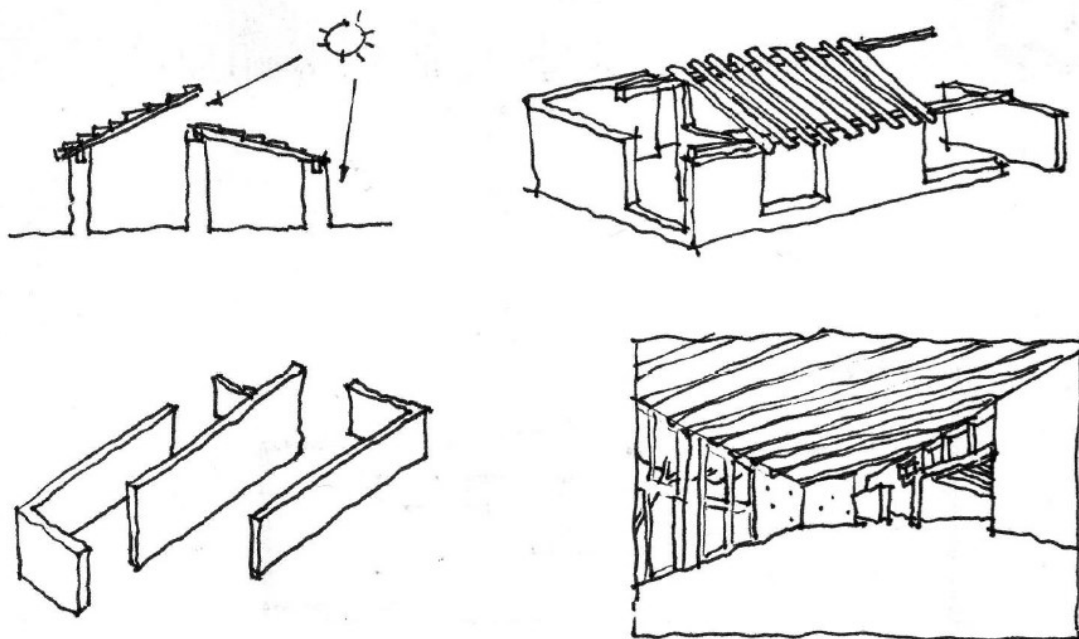
**Ilustração 49-** Planta do piso 1 da casa *Loucheur*. Configuração noite (à esquerda) e configuração dia (à direita), 1929. ([Adaptado a partir de:] Pereira, 2013, p. 28)

#### 4.7. AS CASAS “MURONDINS”

Na década de 1930 o mundo enfrentou o caos político, a destruição e a guerra. A fase pós-guerra trouxe ao arquiteto uma nova visão e uma nova procura de soluções. Era necessário uma rápida construção de habitações em França para abrigar os refugiados que vinham da Bélgica.

Comparando com a época da Primeira Guerra Mundial em que Le Corbusier solucionou o problema da escassez de habitações com o sistema *Dom-Ino* recorrendo a materiais e técnicas modernas de construção, já na Segunda Guerra Mundial a situação foi bastante diferente. Como não haviam materiais modernos Le Corbusier propôs um conjunto de casas *Murondins* construídas em série com os únicos materiais disponíveis no momento, como terra, areia, cal, cascalho, troncos e os galhos das árvores, entre outros.

Todos os constituintes da casa, as escadas, as portas e janelas, o mobiliário de cozinha e os sistemas das instalações sanitárias eram estandardizados combinando diferentes técnicas como a mão de obra local e elementos produzidos em série. Incluindo também as estacas, vigas e os elementos da fachada e da cobertura. (FLC)



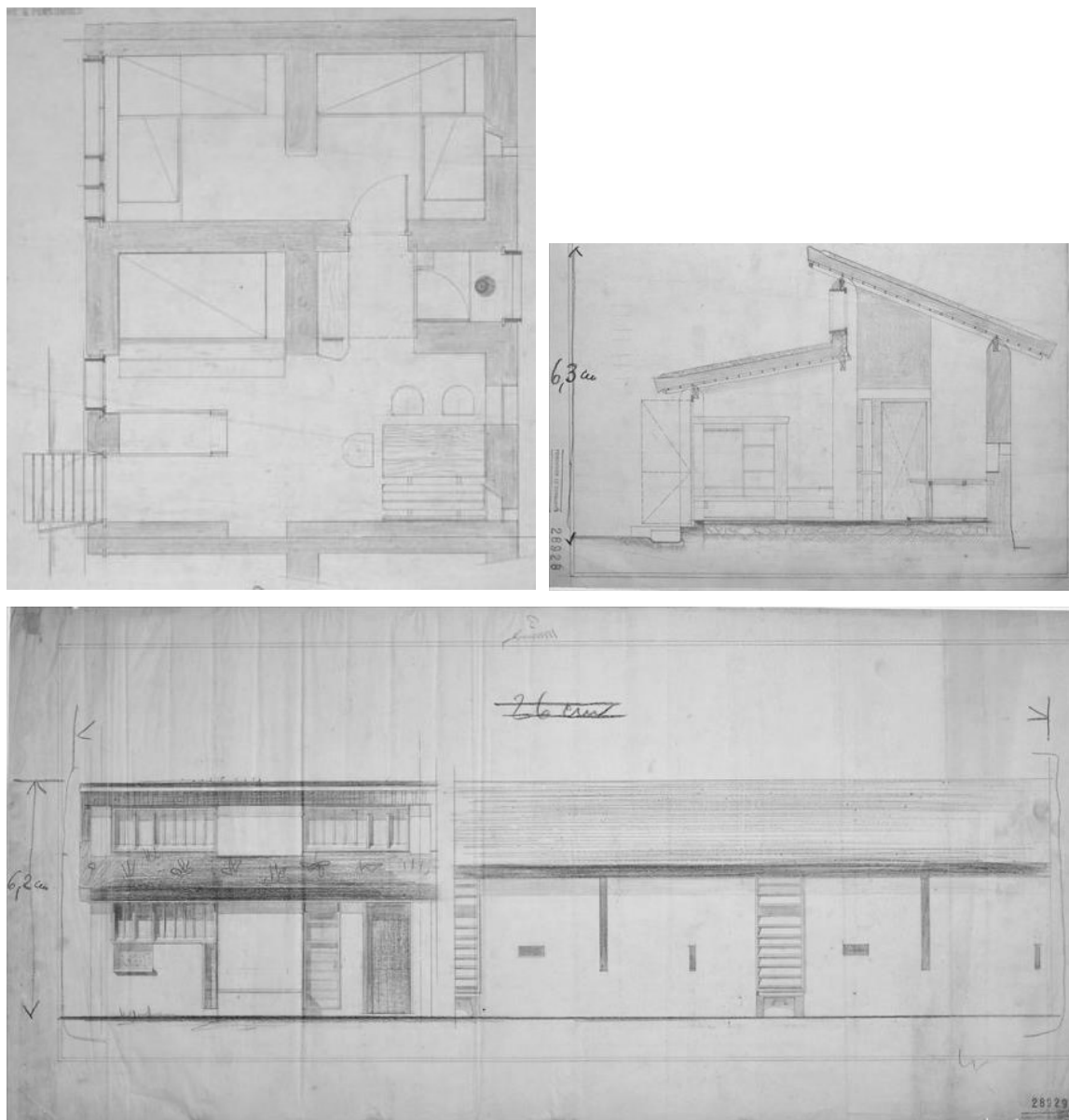
**Ilustração 50-** Estudos sobre as casas *Murondins*, 1940. ([Adaptado a partir de:] Cobosdaniel, 2012)

Inicialmente Le Corbusier estudou o local e definiu um plano urbanístico para construir os abrigos e equipamentos públicos adequados às necessidades das pessoas. Teve em conta fatores importantes como a direções do ar e da luz do sol. Propôs que cada abrigo fosse destinado a acolher no máximo seis pessoas, constituído por dois quartos, uma instalação sanitária e uma zona comum.

De seguida definiu os materiais começando pela cobertura, de duas águas, estruturalmente em madeira utilizando os galhos das árvores e os troncos cortados numa única dimensão e aplicados através de um trabalho regulado e preciso. O

revestimento seria com chapas de aço galvanizado. Os elementos de carpintaria serão painéis fabricados em série, com uma dimensão padrão, por artesãos locais.

Esta construção tem influências da arquitetura mesopotâmica, uma estética orgânica mais primitiva mas que foi suficiente para abrigar a população em situações precárias. (Schumacher, 2018. p. 27)



**Ilustração 51-** Desenhos de uma casa *Murondins*. Planta, corte e alçado, 1940. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

## 4.8. LE MODULOR

Após a Segunda Guerra Mundial, Le Corbusier aproveitou para refletir num sistema de relações e proporções que adequasse as medidas antropomórficas<sup>30</sup> às necessárias à produção industrial. Era necessário introduzir um sistema de forma a responder às carências habitacionais presentes na época e onde havia uma grande necessidade de abrigar um grande número de pessoas num espaço mínimo possível. (Possebon, 2004, p. 69)

Em 1948 Le Corbusier publicou o livro “O Modulor” onde descreve os seus primeiros estudos sobre o sistema Modulor. O nome Modulor surgiu do termo *module*, que significa unidade de medida, com o termo *section d’or*, que significa secção de ouro ou seja a divisão de uma reta em que o segmento menor está para o maior assim como o segmento maior está para o todo. Este sistema foi baseado no número de ouro<sup>31</sup> e no quadrado duplo da sequência de *Fibonacci* de forma a criar duas séries de medidas em proporção com o corpo humano e entre si. (Neves, 2016, p. 26-27)

O número de ouro é usado na arte desde a antiguidade e é uma constante real algébrica representado através da letra grega  $\phi$  (PHI) e com o valor de 1,618, em homenagem o escultor *Phideas* que usou este número para conceber o Parténon. O valor de *Phi* (“*Fi*”) é obtido através do retângulo de ouro, na divisão da base do retângulo pela sua altura. A sequência de *Fibonacci* também já era usada desde a antiguidade e corresponde a uma sequência de números inteiros em que somando o primeiro número com o segundo número obtém-se o terceiro número, ou seja, a cada último termo corresponde à soma dos dois anteriores, por exemplo 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34... (Greven e Baldauf, 2007, p. 28)

O objetivo do Modulor era estabelecer uma relação perfeita entre a escala humana e a arquitetura, normalizar, pré-fabricar e industrializar. Ou seja o que se fabricasse num local poderia ser fabricado em qualquer outro sítio. A arquitetura ganhava em ergonomia visto que tudo seria desenhado tendo por base as medidas do homem.

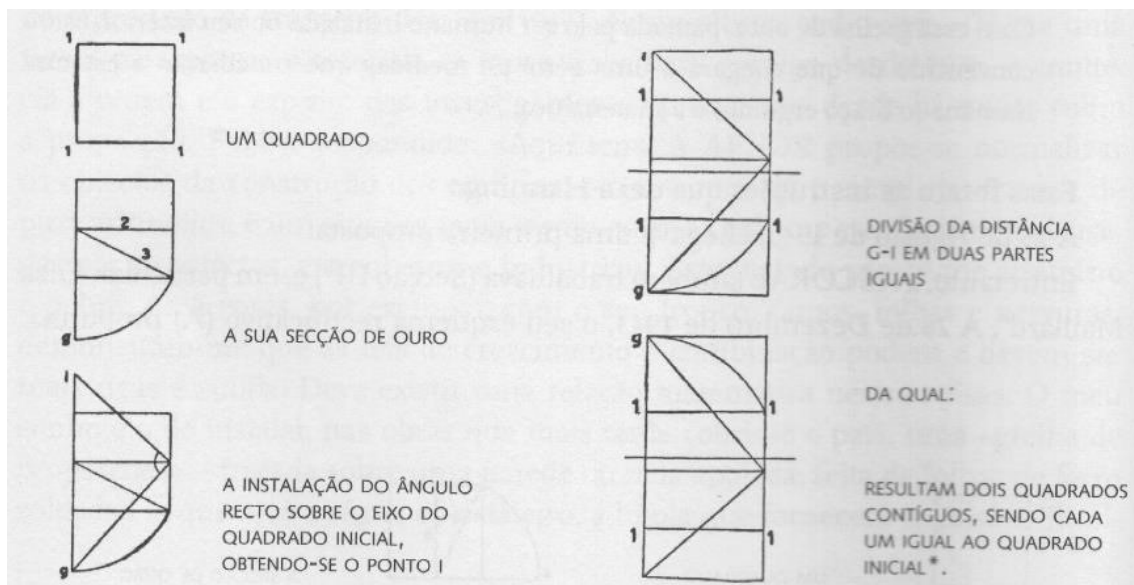
“Um-homem-com-o-braço-erguido proporciona, entre os pontos determinantes da ocupação do espaço – o pé, o plexo solar, a cabeça, a extremidade dos dedos do braço levantado-, três intervalos que geram uma série de sessões de ouro, dita *Fibonacci*. Por outro lado, a matemática oferece a mais simples assim como a mais forte variação de um valor: a unidade, o dobro, as duas sessões de ouro.” (Le Corbusier, 2010a, p.75)

---

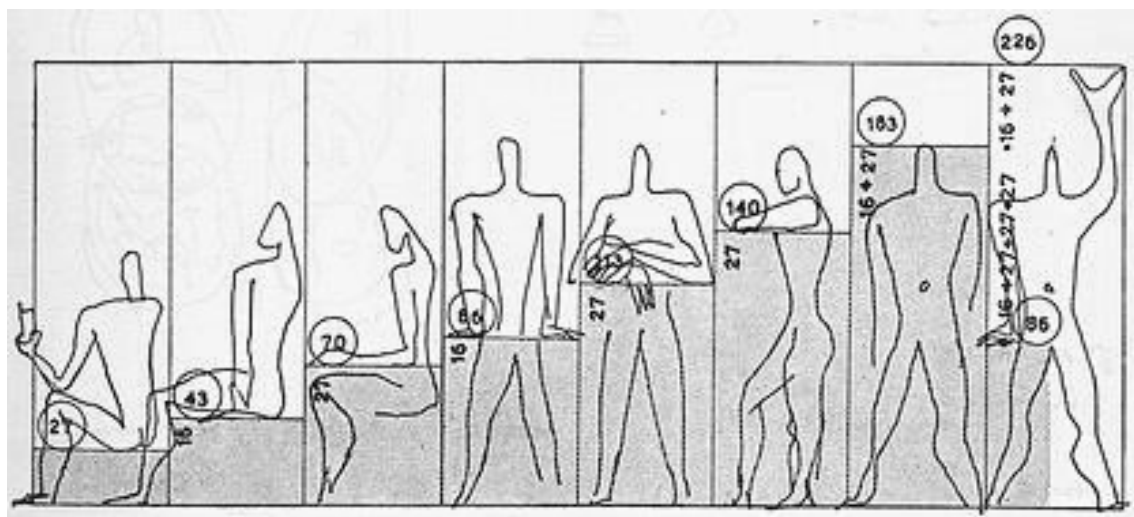
<sup>30</sup> Medidas antropomórficas significa que corresponde á forma humana, é semelhante ao homem.

<sup>31</sup> Número de ouro aparece em muitas relações do corpo humano, por exemplo como a razão entre a altura de uma pessoa e a distância do umbigo aos pés. Foi amplamente utilizado na arquitetura.

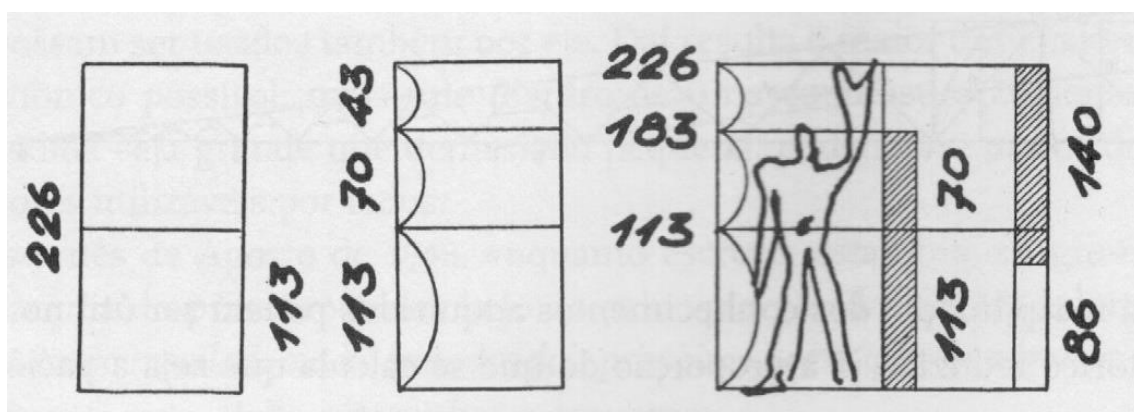




**Ilustração 52-** Esquema do quadrado duplo de Fibonacci. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 56)



**Ilustração 53-** Ergonomia conseguida através do Modulor ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 88)

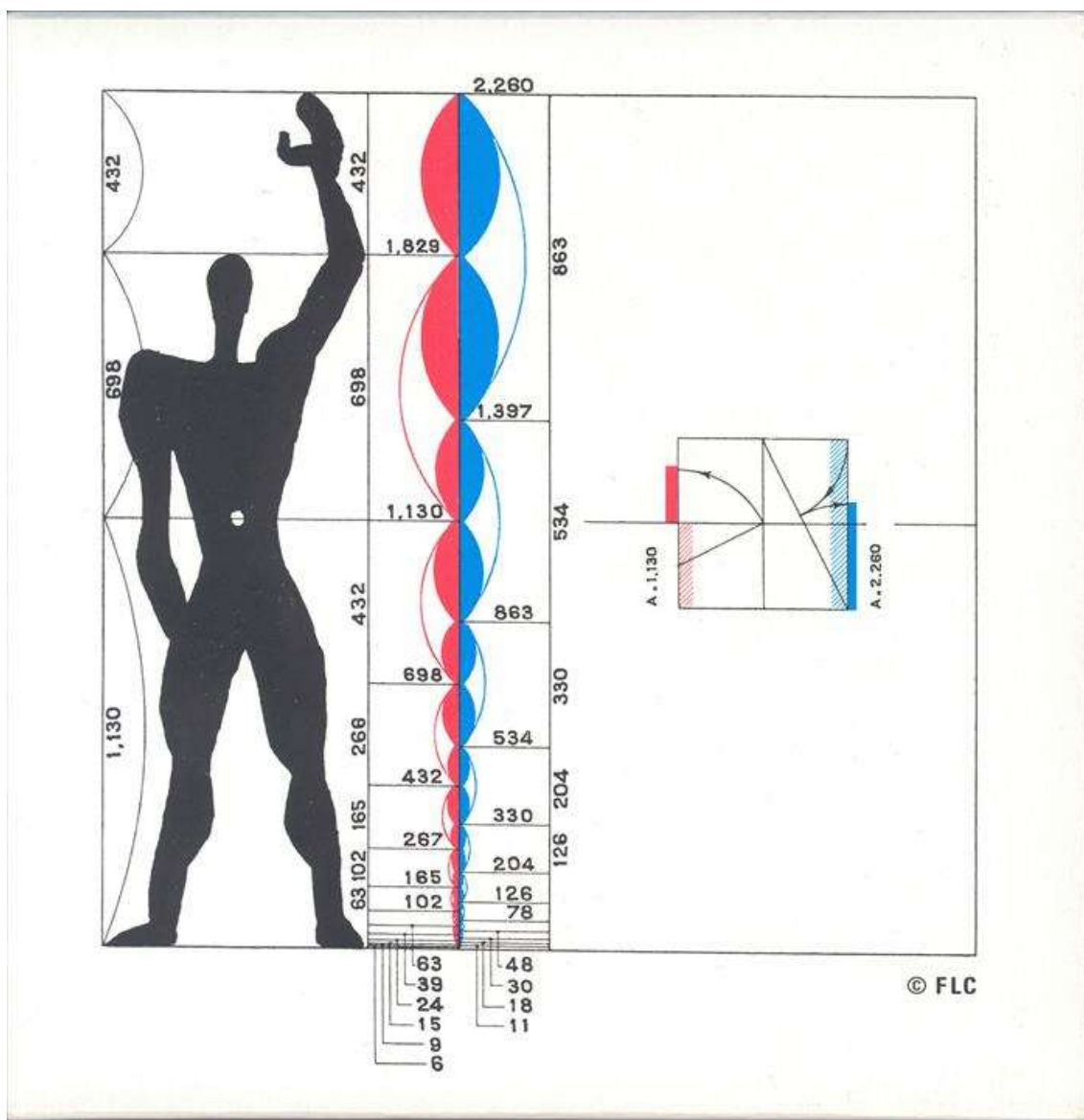


**Ilustração 54-** Medidas do Modulor. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 86)

Segundo a descrição do Modulor por Sequeira,



“[...] a divisão do corpo humano em três partes e inserindo em dois quadrados sobrepostos, de 1,13m por 1,13m, e, posteriormente, num terceiro que proporcionou a solução e originou duas séries de medidas. Surgiu a série vermelha, com base na medida de 1,13 metros, e a azul, com base na medida de 2,26 metros, estando cada medida da sua série relacionada com a imediatamente anterior, de acordo com a regra de ouro. No entanto, inicialmente, o modelo partia de um homem com 1,75 metros (altura média de um francês), mas foi adaptado de imediato para 1,83 metros devido à sua correspondência a 6 pés, no sistema pés-polegada.” (2010, p.11)



**Ilustração 55-** Medidas do Modulor, com indicação da série vermelha e da série azul. ([Adaptado a partir de:] Le Corbusier, 2010a, p. 86)

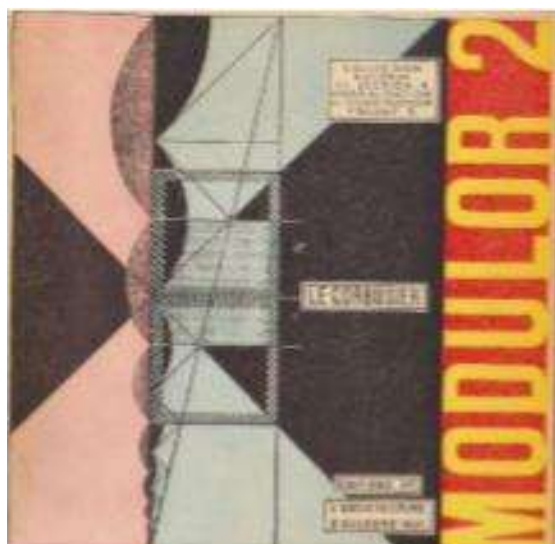
Com a publicação do “O Modulor” o arquiteto recebeu bastantes críticas de inúmeros estudiosos e usuários que estavam interessados no sistema. Através de correspondência debatiam sobre o conceito e apresentavam algumas retificações a ideias que não estariam totalmente corretas, de forma a tornar o sistema cada vez

mais preciso. Todos os ajustes e redefinições foram descritos e publicados, em 1950 por Le Corbusier, no livro “O Modulor 2”. (Possebon, 2004, p. 73)

Contudo a divulgação do Modulor foi alvo de bastantes críticas no entanto defendeu sempre o conceito explicando que era uma ferramenta que ajudava a ajustar dimensões e não servia para determinar grandezas mas sim para as adaptar e as colocar em profunda relação. (Sequeira, 2010, p.13-15)



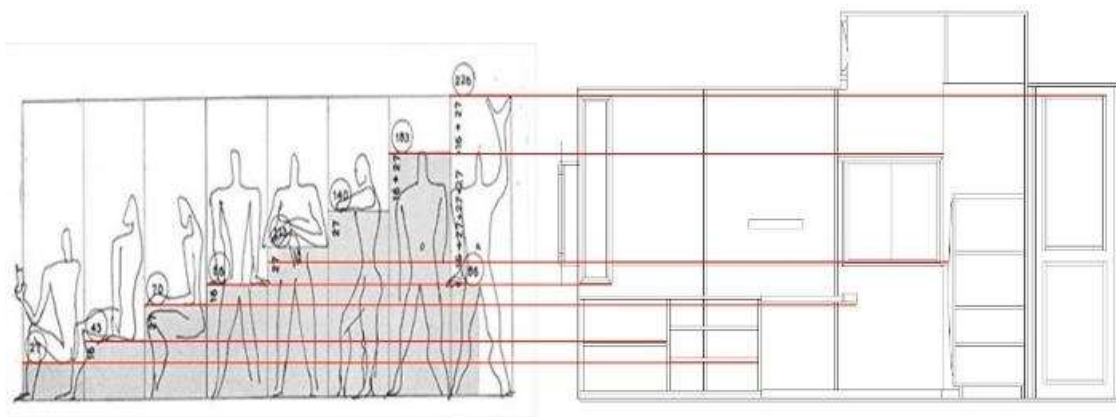
**Ilustração 56** - Capa do primeiro livro “O Modulor”. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 123).



**Ilustração 57** - Capa do segundo livro “O Modulor 2”. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 123).

#### 4.9. O CABANON

O *Cabanon* é um abrigo de montanha de dimensões mínimas construído por Le Corbusier em 1952 na costa de Cap-Martin para servir de sua residência de férias, local para exercitar a mente, o corpo, a alma, o espírito e fundir a natureza com a arquitetura, num espaço mínimo. A obra foi projetada de acordo com princípios modulares desenvolvidos pelo arquiteto, retornando ao primitivismo e utilizando o Modulor como ferramenta de projeto. No Cabanon, Le Corbusier procurou a padronização e, como já vimos anteriormente, o Modulor foi desenvolvido com a intenção de criar padrões na indústria da construção e nos mobiliários, e neste sentido criou uma cabana consoante as suas necessidades e da sua esposa Yvonne.



**Ilustração 58** - Corte transversal do Cabanon integrado nas medidas do Modulor. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 133).

No seu livro “Precisões”, Le Corbusier escreveu:

“Nossas necessidades são necessidades humanas. Todos nós possuímos os mesmos membros, em número, formas e dimensões; se, em relação a este último ponto existem diferenças, é fácil encontrar uma medida média.

Funções padronizadas,

necessidades padronizadas,

objetos padronizados,

dimensões padronizadas.” (2004, p. 114)

Ao contrário da grande maioria das obras de Le Corbusier, o Cabanon de aspeto anónimo e precário não se assume como uma grande realização arquitectónica. Foi construído na época do segundo pós-guerra, precisamente na reconstrução de França, numa fase de muitas encomendas públicas e de projetos de grande escala. Terminava a *Unité de Habitación* de Marselha e iniciava a igreja de Romchamp, apresentava os famosos desenhos *La Main Ouverte*, iniciava os planos de Chandigarh e publicava a obra “O Modulor”. (Moreira, 2008, p. 156-157)

Na sua evolvente existe um simples e rústico restaurante, o *Étoile de Mer* do seu amigo Thomas Rebutato, um protótipo de uma série de construções pré-fabricadas que seriam reproduzidas no local posteriormente, bem como as cinco *Unités de Camping*, mais tarde projetadas por Le Corbusier e ainda a *Villa E 1027* de Eileen Gray e Jean Badovicki.

Segundo Schumacher, o Cabanon surgiu a partir do desenho de uma concha,

“[...] a concha desconstruída forma o ritmo e a sequência que percorre o seu interior habitável. No crescimento das conchas aplica-se a estrutura geométrica que é detetável através dos pontos que correspondem a uma série de espirais. Os sucessivos comprimentos dos segmentos formam uma série geométrica e os segmentos entre as espirais.” Schumacher relaciona ainda a concha com o Cabanon na medida em que ambos servem de abrigo ao habitante, de proteção do exterior e proporciona um interior onde existe vida. (2018, p. 37)

O Cabanon é uma pequena habitação, pré-fabricada, de 15m<sup>2</sup> situado, à sombra de uma grande alfarrobeira, numa encosta rochosa acima do mar podendo contemplar uma vegetação densa e uma vista deslumbrante sobre a paisagem e o mediterrâneo.

Todos os elementos da cabana foram pré-fabricados no atelier do escultor Charles Barberis em Ajaccio e a sua montagem no local em Cap Martin. O material de construção usado neste projeto é a madeira maciça, que é utilizada de diferentes maneiras: a fachada é definida por troncos de pinho cortados ao meio e empilhados; o interior é um *open-space* segundo as medidas do Modulor; as paredes de 0,15m de espessura são revestidas com aglomerado de madeira contraplacado e isoladas com lã de vidro; o pavimento e o teto são com painéis de madeira pintados de várias cores por ele próprio; e todo o mobiliário é composto por madeira maciça e desenhado pelo arquiteto. Relativamente aos vãos, este projeto apresenta apenas duas janelas quadradas de 0,70m, duas janelas verticais de 0,15x1,05m opostas na diagonal para ventilação e ainda uma janela horizontal de 0,30x0,7m. O que se torna menos comum neste projeto é a cobertura inclinada em chapa ondulada de fibrocimento sabendo que nas suas obras Le Corbusier defendia a cobertura-jardim. (Carvalho, 2015, p. 74)



**Ilustração 59** - Perspectiva do *Cabanon* e do acesso ao restaurante Étoile de Mer, 1951. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020).



**Ilustração 60** - Perspectiva da cobertura do Cabanon. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 34).





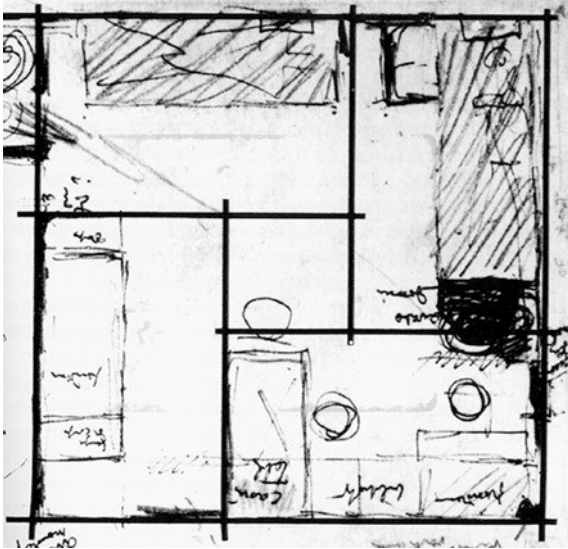
**Ilustração 61-** Perspectivas do interior do *Cabanon*, 1951. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)

Esta cabana apresenta uma planta de secção quadrada com dimensões de 3,66 x 3,66m e com um pé-direito de 2,26m que é a altura de um homem com o braço esticado (medida do Modulor). O acesso é feito através de um corredor com 0,70x3,66m. A planta pode subdividir-se em quatro retângulos áureos de 2,26x1,40m. O arquiteto define as zonas da casa recorrendo a um sistema modular, ou seja, divide a planta em quatro retângulos de 2,26x1,40m, circunscrevendo ao centro um quadrado com 0,86m de lado. Esses retângulos determinam a zona de estudo, a zona de estar, a zona dormir e a zona de armazenamento e circulação. (Carvalho, 2015, p. 73)

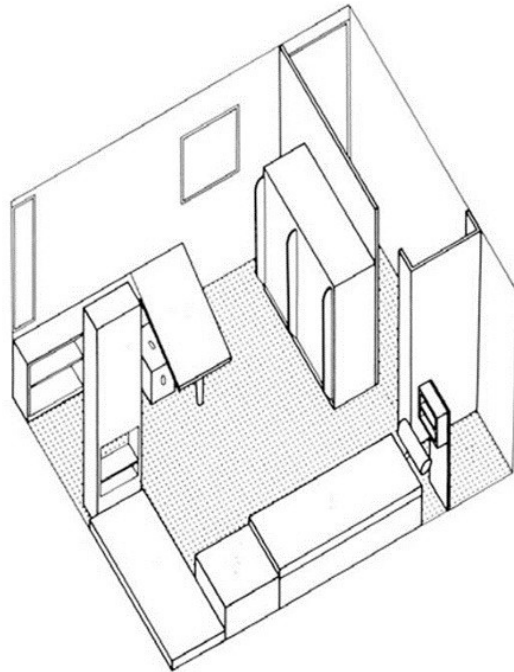
Todo o espaço foi estudado consoante as diferentes funções, sentado, encostado, distâncias visuais e movimentos. Neste projeto o arquiteto aplicou o conceito da casa como máquina de habitar e colocou em prática a adequação do Modulor face às necessidades do homem e comprovando a sua eficiência como sistema construtivo. (Schumacher, 2018, p. 84)

Um aspeto particular deste projeto é a ausência da cozinha, sendo que as refeições eram feitas no restaurante *Étoile de Mer* ao qual a cabana estava anexada em regime de copropriedade. Este regime foi feito com base num acordo mútuo em que o seu amigo Rebutato cedia o terreno e servia refeições enquanto que Le Corbusier investigava e desenhava propostas de diversas cabanas destinadas à exploração hoteleira.

Como a área de trabalho do Cabanon tornou-se insuficiente Le Corbusier construiu ainda, em 1954, um anexo de 2x3m, pintado de verde, no extremo oposto do terreno, a cerca de 15 metros, para seu novo local de trabalho ficando assim com um espaço para viver e outro para trabalhar. Este anexo também pré-fabricado em madeira e cobertura em chapa ondulada de fibrocimento.



**Ilustração 62** - Plano esquemático do sistema modular utilizado por Le Corbusier para determinar as zonas da cabana. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2015, p. 100).



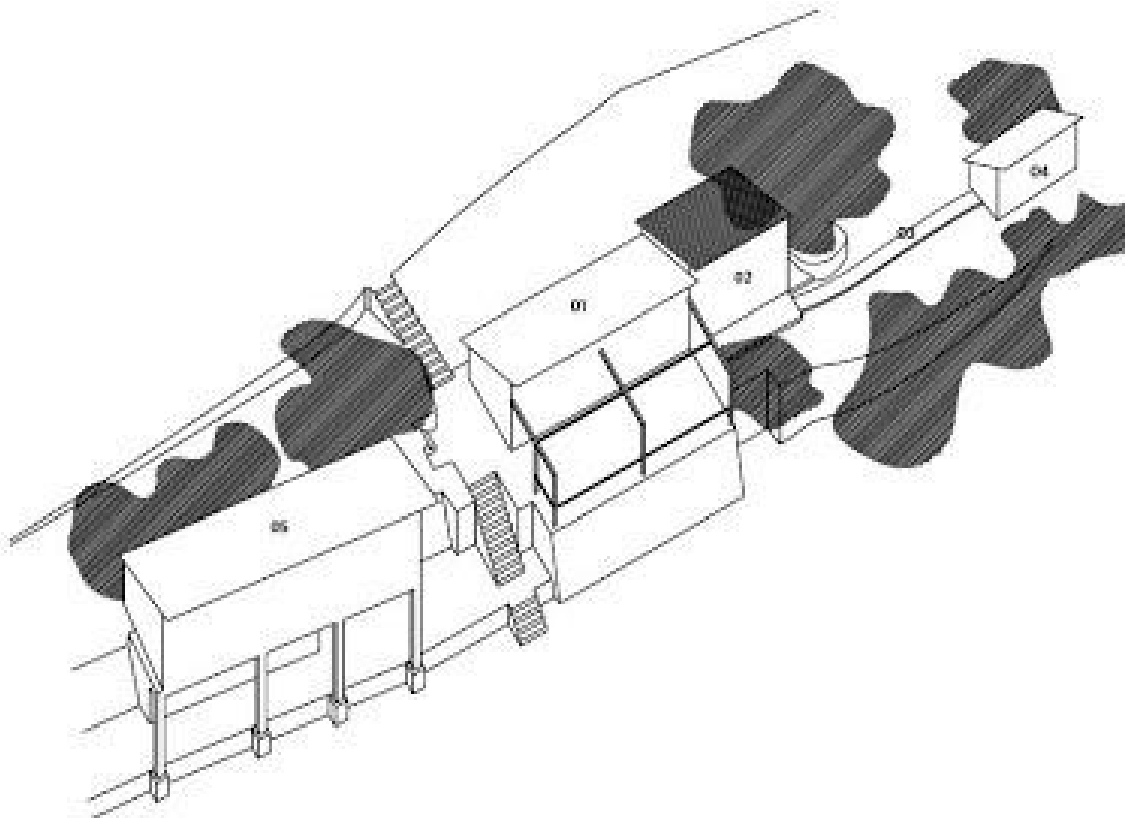
**Ilustração 63** - Axonometria do Cabanon. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 72).



**Ilustração 64** - Salão do restaurante Étoile de Mer. ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 57)



**Ilustração 65**- Atelier de trabalho de Le Corbusier em Cap Martin, 1954. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 66** - Isometria do conjunto de edifícios em Cap Martin. Da esquerda para a direita: Unités de Camping (05), restaurante Étoile de Mer (01), Cabanon (02) e Atelier de trabalho de Le Corbusier (04). ([Adaptado a partir de:] Schumacher, 2018, p. 75)

Le Corbusier construiu ainda, em 1957, cinco cabanas - Unités de Camping – como pagamento do terreno à família Rebutato. O projeto é uma fileira de cabanas pré-fabricadas com cores primárias vivas, de acordo com o estilo brutalista do arquiteto, com o objetivo de maior contraste à cabana rústica.

Por diversas vezes o arquiteto manifestava a sua alegria de viver no Cabanon, inclusive o seu desejo de terminar a sua vida ali. Le Corbusier na sua cabana procurava o simples e as suas raízes, pintava os seus murais, nadava nas águas mediterrâneas, convivia com os amigos, relacionava-se com a natureza e com uma realidade primitiva.

Mesmo depois da sua mulher falecer, continuou a frequentar sazonalmente o local até à data da sua morte. Le Corbusier haveria de morrer afogado em circunstâncias misteriosas, a 27 de Agosto de 1965, enquanto tomava banho nesse mesmo mar que se avistava e que o desenhou por diversas vezes do terreno do *Cabanon*.

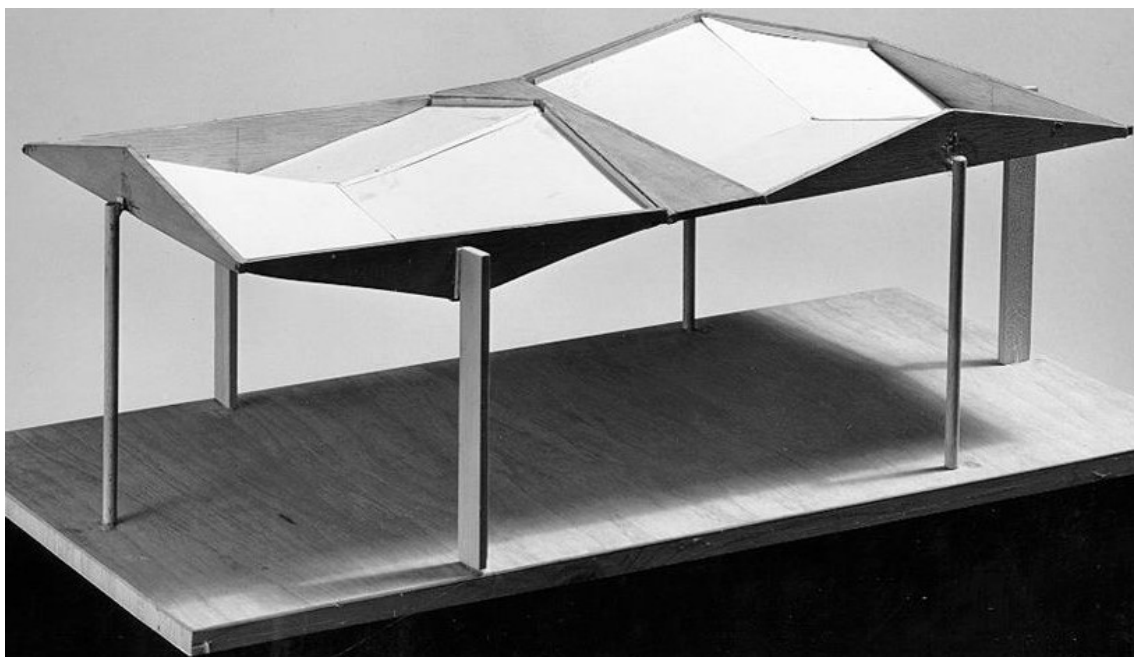
#### **4.10. O PAVILHÃO LE CORBUSIER**

Em 1963 Le Corbusier projetou uma das suas últimas obras, o Pavilhão Le Corbusier em Zurique. O projeto foi encomendado por uma decoradora, Heidi Weber, que tencionava fazer uma homenagem ao arquiteto dedicando-lhe um museu onde pudesse divulgar as suas obras.

Le Corbusier imaginou uma ideia para o projeto de acordo com o sistema Modulor e apresentou um projeto experimental no que confere à pré-fabricação dos elementos construtivos e do mobiliário através do uso da modularidade e proporcionando, deste modo, uma planta livre infinitamente adaptável. Propôs um edifício composto por dois volumes principais: a estrutura que define a cobertura e em baixo desta um volume retilíneo de dois pisos que assenta sobre uma laje de betão armado com a dimensão de 12x26,3m.

Curiosamente neste projeto Le Corbusier iniciou de uma forma diferente e invulgar, comparando com as outras suas obras, definindo primeiramente a cobertura do edifício. Uma grande cobertura metálica, solta do edifício, que teria como função acolher o volume da base e o proteger do sol e da chuva bem como proteger os trabalhadores que o iriam montar e atuando também como um elemento estético dominante no edifício. O arquiteto projetou esta estrutura apoiada em apenas quatro pontos e definiu-a por dois grandes elementos, de secção quadrada de 12x12m, que seriam construídos em chapas de aço soldadas, um voltado para cima e o outro para baixo. Como a estrutura seria pré-fabricada numa fábrica o seu transporte era feito depois para o local da obra. De seguida os dois elementos que compõem a cobertura eram então soldados um ao outro formando um único componente, posteriormente erguido com a ajuda de um guindaste para uma altura de 9m e fixado sobre os pilares.





**Ilustração 67-** Esquema da estrutura que protege o pavilhão, 1963. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



**Ilustração 68 -** Montagem do pavilhão, 1966. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011).



**Ilustração 69-** Perspectiva do pormenor de ligação do pilar com o volume da cobertura. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011).

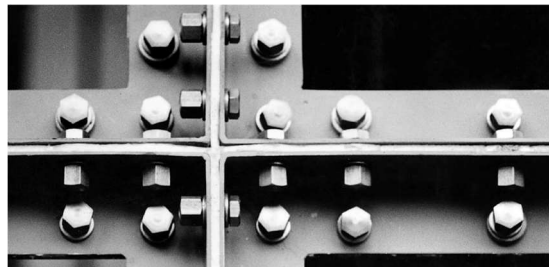
Com o primeiro volume montado procedia-se á montagem do volume da base, no local, que consiste em cubos de aço modular pré-fabricados com uma dimensão padrão de 2,26x2,26x2,26m. São colocados dois cubos um sobre o outro para atingir a altura de dois pisos. Este cubos apresentam uma estrutura com elementos pré-fabricados em aço e envolvido por painéis, com uma dimensão padrão de 1,13x2,26m, de madeira no interior, de esmalte de cores primárias no exterior e integrando vedações de neopreno para as peças envidraçadas como geralmente era usado pela indústria automobilística. Os painéis eram soldados e aparafusados à estrutura e entre si e definiam as paredes, pavimentos e vãos pivotantes. Le Corbusier utilizou os painéis coloridos de forma a criar uma dinâmica que transforma a percepção espacial do edifício. Outra notável diferença, comparando com outros edifícios projetados pelo arquiteto, é o tipo de material usado substituindo o betão e a pedra pelo aço e vidro. (Walsh, 2019)

Finalmente todo o conjunto do edifício, que pesava cerca de 40 toneladas, era colocado com a ajuda de máquinas sobre o piso térreo de betão. Na totalidade a construção do pavilhão contou com mais de 20.000 parafusos.

Além da base o uso singular do betão está presente numa escadaria autónoma esculpida no centro do edifício e ainda numa rampa exterior de acesso ao terraço. O terraço é plano e tem função de jardim, permitindo contemplar toda a envolvente do pavilhão e permanecer sentado nos bancos curvos de metal que definem o limite do terraço.



**Ilustração 70-** Fachada do pavilhão em painéis de vidro, 1963. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011).



**Ilustração 71-** Pormenor de ligação dos painéis. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011)



**Ilustração 72-** Perspectiva interior do pavilhão. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011)



**Ilustração 73-** Perspectiva de uma porta pivotante. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011)





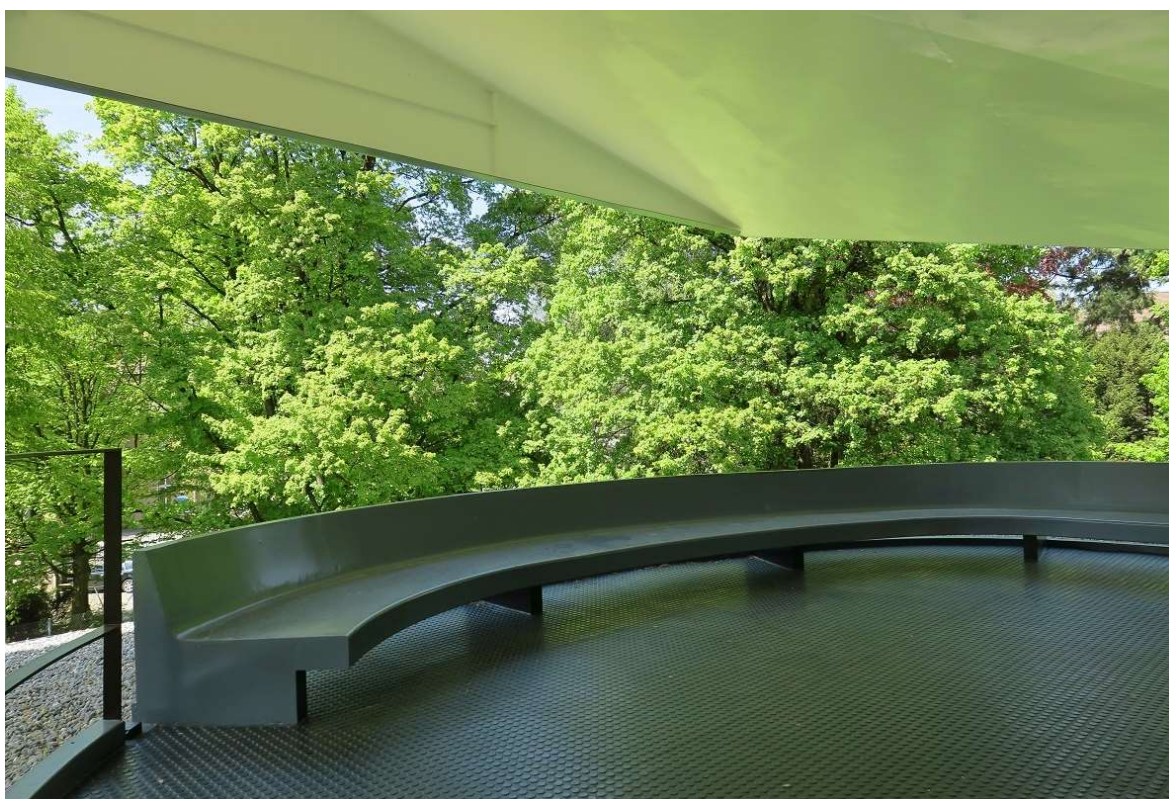
**Ilustração 74-** Perspectivas da rampa em betão de acesso ao terraço. ([Adaptado a partir de:] Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011)



**Ilustração 75-** Perspectiva da escada interior em betão. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011)



**Ilustração 76-** Perspectiva do terraço do pavilhão. ([Adaptado a partir de:] Heidi Weber Foundation, 2011)



**Ilustração 77-** Perspectiva do banco curvo em metal no terraço do pavilhão. ([Adaptado a partir de:] Walsh, 2019)





**Ilustração 78-** Pormenor da maçaneta de bronze. ([Adaptado a partir de:] Walsh, 2019)

Le Corbusier desenhou todos os detalhes até as maçanetas das portas, onde apresenta uma específica em bronze embutida na forma de ampulheta e ainda outras em madeira de carvalho em forma de nuvem colocadas nas portas de vidro.

Desenhou ainda os pormenores de uma pequena cozinha, com 2,26m de comprimento, em estilo cockpit cromado com prateleiras embutidas para copos escondidos no exaustor vermelho brilhante.

Le Corbusier faleceu em 1965 e este projeto foi concluído em 1967 o edifício é uma prova do génio renascentista de Corbusier.



**Ilustração 79** – Perspectiva exterior do Pavilhão Le Corbusier. ([Adaptado a partir de:] Fondation Le Corbusier, 2020)



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho incidiu sobre os conceitos de modularidade e pré-fabricação, a sua evolução e adaptação na arquitetura de Le Corbusier. Com a análise destes conceitos concluímos que ao longo dos tempos desde a antiguidade até aos dias de hoje estiveram sempre presentes no âmbito da construção. Contudo compreendemos que na antiguidade estes conceitos eram definidos apenas por uma unidade padrão surgindo então mais tarde, após a revolução industrial, os conceitos de modularidade e pré-fabricação. Estes conceitos foram um passo para a evolução da arquitetura em busca de um mundo industrializado conciliando a funcionalidade com técnica e desligando-se da arte que se praticava na antiguidade.

Relativamente à obra de Le Corbusier verificámos que a relação entre estes conceitos e a prática não foram os desejados devido á escassez de meios no que confere aos ideais de produção em série divulgados nos seus textos. Neste contexto ao estudarmos as obras construídas e mencionadas nesta dissertação verificámos também a inexistência de registos relativos a pormenores construtivos bem como desenhos de elementos pré-fabricados, apenas encontrámos informação referente a detalhes do mobiliário. Acreditamos que este facto deve-se por não haver nenhum registo de projetos de execução dos seus projetos construídos e que Le Corbusier acompanhava a pré-fabricação dos elementos o que permitiu-lhe definir detalhes tanto na construção como nos acessórios.

Contudo verificámos uma contínua evolução, no âmbito da modularidade e pré-fabricação, apoiada em diversas fases e influências adquiridas durante a sua aprendizagem seja com arquitetos de referência ou através dos seus estudos pessoais nomeadamente nas viagens que realizou. Podemos dizer que estas obras passaram do idealismo de L'Eplattenier para o racionalismo acentuado de Auguste Perret mas houve valores que estiveram sempre presentes como a proporção, a geometria e a natureza, ou seja as tradições clássicas.

Foi bastante perceptível o fascínio de Le Corbusier pela máquina quanto objeto industrial associado à standardização e produção em massa de elementos de construção como quanto objeto funcional relacionado às necessidades do homem/habitante num conceito de máquina de habitar. Foi neste sentido que o arquiteto adoptou a modularidade e pré-fabricação nos seus projetos construídos e não construídos. Verificámos primeiramente que o arquiteto focou os seus estudos no desenvolvimento de um sistema construtivo que conciliasse os novos materiais da era



industrial, o ferro, o betão e o vidro, com a extrema necessidade de construção de habitações face à situação de pós guerra que se vivia. Desta forma Le Corbusier adoptou o sistema Dom-ino para introduzir os conceitos do tema desta dissertação com o intuito de proporcionar uma construção rápida, fácil e a custos reduzidos. Foi notável o sucesso desta estrutura que foi usada como protótipo para a construção em série de um bairro inteiro devido à sua versatilidade e carácter universal, permitindo a multiplicação de uma unidade.

No início do século XX notámos uma forte preocupação do arquiteto na construção habitacional ligada ao processo industrial e a partir da década de 1930 os seus ideais incidiram no conforto do homem enquanto habitante. Conseguimos verificar esta mudança na criação da unidade de medida do Modulor que surgiu para estabelecer a relação perfeita entre o homem e o espaço que habita. Analisando o projeto do Cabanon conferimos que Le Corbusier pôs em prática os princípios modulares definidos no Modulor e comprovando a sua utilização como ferramenta de projeto no que diz respeito aos elementos de construção e também à concepção do mobiliário. É nesta obra que podemos verificar um forte contraste com os projetos do arquiteto produzidos na era da máquina. No início do século XX Le Corbusier projetava de forma brutalista enquanto que no Cabanon quase que se percebe um esquecimento até dos cinco pontos da nova arquitetura.

No último projeto analisado, o Pavilhão Le Corbusier, podemos dizer que o arquiteto explorou ao máximo os conceitos de modularidade e pré-fabricação tanto na composição dos elementos construtivos como no mobiliário. O edifício confirma a versatilidade de Le Corbusier como arquiteto, pintor e escultor e curiosamente diferencia-se de todas as outras obras tanto a nível estrutural como de revestimentos.

## REFERÊNCIAS

360 CAR MUSEUM (2010) – 1928 Voiture Maximum [Em linha]. [S.l.] : 360 Car Museum. [Consult. 2 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://360carmuseum.com/data/museums/45/expo/2311/image/5.jpg>>.

AIA CALIFORNIA (2017) – Walter Gropius and the (not so) Infinite Possibilities of Prefabrication [Em linha]. Califórnia : AIA CA. [Consult. 30 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://aiacalifornia.org/walter-gropius-and-prefab/>>.

AUTOMÓVEIS ONLINE (2009) – Este foi o primeiro carro em Portugal. “Panhard et Levassor” [Em linha]. Porto : Ataato Unipessoal. [Consult. 14 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://noticias.automoveis-online.com/este-foi-o-primeiro-carro-em-portugal-panhard-et-levassor/>>.

BAKER, Geoffrey H. (1984) – Le Corbusier : an analysis of form. New York : Van Nostrand Reinhold.

BIGMAT INTERNATIONAL (2017) - “L’Esprit Nouveau” 1920-1925 now available online by Dipartimento di Architettura Roma Tre [Em linha]. Luxembourg : Bigmat International. [Consult. 14 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://bmiaa.com/lesprit-nouveau-%E2%80%8B1920-1925-now-available-online-by-dipartimento-di-architettura-roma-tre/>>.

BREGATTO, Paulo Ricardo (2008) - Coordenação modular - parte 1 : breve história e aspectos importantes [Em linha]. Porto Alegre : Paulo Ricardo Bregatto. [Consult. 25 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://bregatto.blogspot.com>>.

CAMPOS, Francielen Jaqueline (2017) – Arquitetura sustentável, eco house. Centro Universitário Moura Lacerda, Departamento de Arquitetura e Urbanismo. [Em linha]. California : DMCA Guidelines – Issuu, Inc. [Consult. 5 mai. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[http://issuu.com/rafaelchivite/docs/arquitetura\\_20sustent\\_c3\\_81vel\\_20ec](http://issuu.com/rafaelchivite/docs/arquitetura_20sustent_c3_81vel_20ec)>.

CARVALHO, Teresa (2015) – Proposta de habitações temporárias e amovíveis para surfistas [Em linha]. [S.l.] : Ubiblorum. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura. Universidade da Beira Interior – Engenharia. [Consult. 1 mai. 2020]. Disponível em WWW:<URL: <http://hdl.handle.net/10400.6/5081>>.

COBOSDANIEL (2012) – Casas Murondins, Le Corbusier, 1945. [Em linha]. Sevilla : Proyetos 7 / Proyetos 8. [Consult. 11 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://proyetos4etsa.wordpress.com/2012/07/04/casas-murondins-le-corbusier-1945/>>.

COELHO, Leandro Callegari (2013) – Os avanços da linha de montagem – de 1913 até aos dias de hoje [Em linha]. [S.l.] : Disqus. [Consult. 18 Dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://logisticadescomplicada.com/os-avancos-da-linha-de-montagem-de-1913-ate-aos-dias-de-hoje/>>.

CURIATOR (2015) – Dymaxion House por Richard Buckminster Fuller [Em linha]. [S.l.] : Curiator. [Consult. 3 Jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://curiator.com/art/richard-buckminster-fuller/dymaxion-house>>

FONDATION LE CORBUSIER (2020) – Biography [Em linha]. Paris : Fondation Le Corbusier. [Consult. 25 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=15&IrisObjectId=6943&sysLanguage=en-en&itemPos=1&sysParentId=15&clearQuery=1>>.

FONDATION LE CORBUSIER (2020) – Works [Em linha]. Paris : Fondation Le Corbusier. [Consult. 28 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=5972&sysLanguage=en-en&itemPos=102&itemCount=215&sysParentName=&sysParentId=65>>.

FONYAT, Mariana de Araújo Ribeiro (2013) – A Pré-Fabricação e o Projeto de Arquitetura [Em linha]. [S.l.] : DSpace software. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura – PROPAR. [Consult. 3 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/80415>>.

FRAMPTON, Kenneth (1994) – História crítica da arquitetura moderna. São Paulo : Edição Martins Fontes.

GONÇALVES, José Fernando de Castro (2012) - Motivação e consequência da viagem na arquitetura de Le Corbusier: viagem ao Oriente e America Latina. Cadernos PROARQ : Revista de Arquitetura e Urbanismo do PROARQ [Em linha]. 18 (2012) 196-214. [Consult. 3 nov. 2019]. Disponível em WWW:<URL:[https://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq18\\_Motivacao\\_JoseGoncalves.pdf](https://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq18_Motivacao_JoseGoncalves.pdf)>.

GREVEN, Hélio Adão ; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann (2007) - Introdução à coordenação modular da construção no Brasil : uma abordagem atualizada [Em linha]. California: DMCA Guidelines – Issuu, Inc. (Coleção Habitare ed., Vol. 9). Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC. [Consult. 6 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[http://issuu.com/habitare/docs/colecao\\_9](http://issuu.com/habitare/docs/colecao_9)>.

HEIDI WEBER FOUNDATION (2011) - Centre Le Corbusier. Institute for Le Corbusier. [Em linha]. Zurich : Edition Heidi Weber. [Consult. 6 mai. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[http://lecorbusier-heidiweber.ch/templates/Gravis/images/files/Das%20Heidi%20Weber%20Weber%20Museum\\_Innenseiten\\_DeutschEnglisch.pdf](http://lecorbusier-heidiweber.ch/templates/Gravis/images/files/Das%20Heidi%20Weber%20Weber%20Museum_Innenseiten_DeutschEnglisch.pdf)>.

KATZ, Ariela (2017) - Craft in the machine age: Jean Prouvé, prototypes and the maison du peuple of Clichy, 1935-40. [Em linha]. New York : The Cooper Union. [Consult. 6 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://cooper.edu/events-and-exhibitions/events/ariela-katz-craft-machine-age-jean-prouve-prototypes-and-maison-du>>.

LE CORBUSIER (1929) - Vers une Architecture. Nouvelle édition revue et augmentée. Paris : Les Éditions G. Crès & Cie. (Collection de “L’Esprit Nouveau”). [Consult. 18 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9600362d.r=vers%20une%20architecture?rk=42918;4>>.

LE CORBUSIER (1930) - Précisions. Sur un état présent de l’architecture et de l’urbanisme. Paris : Altamira Editions.

LE CORBUSIER (1983) - El Espíritu Nuevo en Arquitectura. Madrid : Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid.

LE CORBUSIER (1995) - Le Corbusier et Pierre Jeanneret : Œuvre Complète 1919-1929. W. Boesiger, O. Stonorov (Ed.). Zurich : Éditions d’Architecture. Vol.1. ISBN: 978-3-7643-5503-6

LE CORBUSIER (2004) - Precisões sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo. São Paulo : Cosac & Naify.

LE CORBUSIER (2010a) - O Modulor. Lisboa : Orfeu Negro. ISBN 978 989 955565 7 7

LEFAIX, Fabrice (2008) - La signature, le nom de l'auteur, est la partie la plus importante d'une œuvre, la figuration de son sens dans la vie, la clef. (Robert Desnos) [Em linha]. [S.l.] : Fabrice Lefaix. [Consult. 14 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://dadaparis.blogspot.com/2008/12/la-signature-le-nom-de-lauteur-est-la.html>>.

LES COLEURS (2018) - Pavillon de L'Esprit Nouveau – An avant-garde vision of the future. [Em linha]. Zurique : Les Couleurs Suisse AG. [Consult. 18 mai. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://lescouleurs.ch/en/journal/posts/pavillon-de-lesprit-nouveau/>>.

MFRIZ (2015) - Aluminio en la construcción [Em linha]. California : Linkln Corporation. [Consult. 11 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://slideshare.net/mfriz/aluminio-en-la-construccion>>.

MOREIRA, Inês (2008) – Petit Cabanon. Entrevistada por Sandra Vieira Jurgens. Revista Arq./a [Em linha]. (Julho-Agosto 2008). [Consult. 19 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[http://revarqa.com/uploads/docs/Bib\\_Arte/arqa59-60-P156-161.PDF](http://revarqa.com/uploads/docs/Bib_Arte/arqa59-60-P156-161.PDF)>.

MOREIRA, Marco António Nogueira Teixeira. Arquitetura e Pré-Fabricação (2017) – Arquitetura e pré-fabricação. A expressividade dos sistemas construtivos em madeira maciça [Em linha]. Porto: Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto. Dissertação de mestrado em Arquitectura. FAUP - Faculdade de Arquitectura – Universidade do Porto. [Consult. 13 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[http://sigarra.up.pt/faup/pt/pub\\_geral.pub\\_view?pi\\_base\\_id=202044](http://sigarra.up.pt/faup/pt/pub_geral.pub_view?pi_base_id=202044)>.

NISSEN, H. (1976) – Construcción industrializada y diseño modular. Madrid : H. Blume.

NUNES, Tiago Alexandre Valente (2010) – As casas para os Trópicos em Niamey e Brazzaville : habitação pré-fabricada de Jean Prouvé [Em linha]. Coimbra : SIBUC/Estudo Geral – Universidade de Coimbra. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura pela Universidade de Coimbra. [Consult. 18 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://eg.uc.pt/handle/10316/14644>>.

OLIVEIRA, Lara Constantino de (2018) – A Habitação Modular : casas de madeira no Portugal contemporâneo [Em linha]. Lisboa : Fundação Minerva – Cultura, Ensino e Investigação Científica. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura pela

Universidade Lusíada de Lisboa. [Consult. 23 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://repositorio.ulusiada.pt/handle/11067/3761>>.

PALERMO, Humberto Nicolás Sica (2006) – O sistema Dom-ino [Em linha]. Brasil : UFRGS LUME, Repositório Digital. Dissertação de Mestrado para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura. PROPAR – Programa de pesquisa e pós-graduação em arquitetura. Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [Consult. 25 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://lume.ufrgs.br/handle/10183/7917>>.

PATINHA, Sérgio Miguel Pinto de Almeida (2011) - Construção Modular - desenvolvimento da ideia : casa numa caixa [Em linha]. Aveiro : Ria, Repositório Institucional. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil pela Universidade de Aveiro. [Consult. 15 fev. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://ria.ua.pt/handle/10773/6096>>.

PEREIRA, Diogo (2013) – Uma habitação transportável e flexível: archigram como ponto de partida [Em linha]. Covilhã : uBibliorum. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura pela Universidade da Beira Interior, Engenharia. [Consult. 17 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://ubibliorum.ubi.pt/handle/10400.6/2146>>.

PERROT, Armand ; BOECK, Sara de ; DAUGAS, Louise (2017) - Le Corbusier, Maison Loucheur, unbuilt, 1929 [Em linha]. [S.l.] : Atlas de Interiores. [Consult. 1 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://atlasofinteriors.polimi.it/2017/11/16/le-corbusier-maison-loucheur-unbuilt-1929/>>.

PETERS, Nils (2007) – Jean Prouvé, a dinâmica da criação. [S.l.] : Público. Edição Taschen, para Jornal Público. ISBN 978-3-8365-0010-4

PIMPÃO, Tiago Manuel Gonçalves (2015) – Relações e contaminações entre o design automóvel e a arquitectura [Em linha]. Lisboa : [s.n.]. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura, Universidade Lusíada de Lisboa. [Consult. 25 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://hdl.handle.net/11067/2278>>.

POSSEBON, Ennio (2004) – O Modulor de Le Corbusier : forma, proporção e medida na arquitetura. Revista IMAE [Em linha]. São Paulo. 11 (2004). [Consult. 11 abr. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/forma\\_propor\\_e\\_medida\\_na\\_arquitetura.pdf](http://airesfernandes.weebly.com/uploads/5/1/6/5/5165255/forma_propor_e_medida_na_arquitetura.pdf)>.

RIBEIRO, Nelson P. (2018) – Le Corbusier e os CIAMs [Em linha]. [S.l.] : Nelson P. Ribeiro. [Consult. 10 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://thau2ufes.blogspot.com/2018/06/le-corbusier-e-os-ciams.html>>.

SAP, Alexandre (2018) – Friche de L'Escalette – Ep3: Jean Prouvé, Nord-Sud. Revista Rupture [Em linha]. (25 Jun. 2018). [Consult. 7 mai. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://rupture.tv/2018/06/25/friche-de-lescalette-ep3-jean-prouve-nord-sud/>>.

SCHUMACHER, Bárbara (2018) – Cabanon : quando o mundo cabe em uma concha [Em linha]. Brasil : UFRGS LUME, Repositório Digital. Dissertação apresentada ao Programa de pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de mestre em Arquitetura. [Consult. 25 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://lume.ufrgs.br/handle/10183/184520>>.

SEQUEIRA, Marta (2010) – Prefácio em Le Corbusier – O Modulor . Lisboa : Orfeu Negro. ISBN 978 989 95565 7 7.

SILVA, Ana Carolina Simões da (2014) - A casa do homem : a máquina de habitar na arquitetura de Le Corbusier. Porto : [s.n.]. Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura, FAUP. [Consult. 14 jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL:[https://sigarra.up.pt/faup/pt/pub\\_geral.pub\\_view?pi\\_pub\\_base\\_id=33360](https://sigarra.up.pt/faup/pt/pub_geral.pub_view?pi_pub_base_id=33360)>.

SILVA, Paulo Brito da (2018) - Modularidade e medida na construção. Apresentação no Congresso do Cluster Habitat Sustentável em Aveiro – CINCOS 18 - através do CITAD – Centro de Investigação em Território, Arquitetura e Design, pela Universidade Lusíada.

SILVEIRA, André, dir. (2019) - Fundadores da Mercedes-Benz celebram aniversário [Em linha]. [S.l.] : Daimler AG. [Consult. 14 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://media.mercedes-benz.pt/fundadores-da-mercedes-benz-celebram-aniversario>>.

SIMONOT, Béatrice (2010) - Maison du Peuple [Em linha]. Clichy : Office de Tourisme. [Consult. 8 mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://clichy-tourisme.fr/decouvrir/patimoine/maison-du-peuple/>>.

TÁVORA, Fernando (2006) - Da organização do espaço. Porto : Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. ISBN: 978-972-9483-22-6.

TIETZ, Jurgen (2008) – História da arquitectura contemporânea. [S.l.] : H.F. Ullmann. ISBN 978-3-8331-4769-2.

VEDRENNE, Elisabeth (1998) – Le Corbusier. Paris : H. Kliczkowski. ISBN 84-89439-46-X

WALSH, Niall Patrick (2019) - Último edifício projetado por Le Corbusier é reaberto em Zurique. Traduzido por Vinicius Libardoni . Archdaily Brasil [Em linha]. (4 jun. 2019). [Consult. 20 mai. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://archdaily.com.br/br/918082/ultimo-edificio-projetado-por-le-corbusier-e-reaberto-em-zurique>>.





## BIBLIOGRAFIA

BATCHELOR, Ray (1994) – Henry Ford: mass production, modernism and design. UK : Redwood Books. ISBN: 0-7190-4173-2.

BOESIGER, Willy (1995) – Le Corbusier. Barcelona : Edição Gustavo Gili.

BOYER, Robert (1992) – As alternativas ao Fordismo – Uma análise provisória. Paris: Centre D'Etudes Prospectives D'Economie Mathématique Appliquées à la Planification.

COHEN, Jean-Louis (2006) – Le Corbusier. Tradução de Francisco Paiva Boléo. Lisboa : Taschen. Edição em exclusivo para o jornal Público. ISBN 978-3-8228-3736-8.

CURTIS, William J. R. (2003) – Le Corbusier: Ideas and Forms. London : Phaidon Press.

FRAMPTON, Kenneth (2008) – História crítica da arquitetura moderna. São Paulo : Livraria Martins Fontes Editora, Lda. ISBN 978-85-336-2426-9.

GANS, Deborah (2006) – The Le Corbusier Guide. Princeton Architectural Press. Ed. 3, ilustrada. ISBN: 978-156-89853-9-8.

LE CORBUSIER (2008) - A Viagem do Oriente. ISBN: 978-857-0356-3-4.

LE CORBUSIER (2010b) – Modulor 2. Lisboa : Orfeu Negro. V.2. ISBN 978-989-95565-7-7.

MASCAREHAS, Jorge (2004) – Sistemas de construção – o edifício de rendimento da Baixa Pombalina e Lisboa. Lisboa: Livros Horizonte. ISBN: 9789722414227. V. 5.

PROUVÉ, Jean (cop.2006) – New structural forms : two french prefabricated houses. Trad. Bradley Baker Dick. Lisboa : Taschen. ISBN: 978-3-8228-3027-7.

QUETGLAS, Josep (2004) – Le Corbusier y Pierre Jeanneret – Villa Savoye, Les heures claires 1928-1962. Madrid : Editorial Ruenda. ISBN 84-7207-170-7.

QUINCY, Quatremère de Quincy (1825) – Encyclopedie methodique d'architecture [Em linha]. França : Gallica. [Consult. 21 dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL:<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k85718t/f4.image>>.

ZEVI, Bruno (2011) – Saber ver a arquitetura. Trad. Maria Isabel Gaspar e Gaetan Martins de Oliveira. 6.<sup>a</sup> ed. São Paulo : Martins Fontes.

ZUMTHOR, Peter (2009) – Pensar a Arquitetura. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.