

# **COBERTURAS PLANAS DE EDIFÍCIOS**

**Formulação Exigencial, Classificação e Elementos Constituintes**



Susana Duarte Raposo

EDIÇÃO:

CONSTRULINK PRESS

Construlink, SA  
Tagus Park, - Edifício Eastecníca  
2780-920 Porto Salvo, Oeiras  
Tel . +351 214 229 970  
apoio@construlink.com

A monografia apresentada foi realizada na cadeira de Tecnologia de Construção de Edifícios do Mestrado em Construção

Coordenador: Pedro Vaz Paulo

Editores:

Nuno Chambel

Marco Caixa

Jorge Sequeira

Índice

<b>1. SUMÁRIO</b>	<b>1</b>
<hr/>	
<b>2. NOTA INTRODUTÓRIA</b>	<b>2</b>
<hr/>	
<b>3. COBERTURAS PLANAS HISTÓRIA E EVOLUÇÃO</b>	<b>2</b>
<hr/>	
3.1 A COBERTURA PLANA – UMA LEI NÃO ESCRITA DO MOVIMENTO MODERNO NA ARQUITECTURA .....	3
<hr/>	
<b>4. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DAS COBERTURAS</b>	<b>6</b>
<hr/>	
4.1 Breve Noção de Exigência Funcional e de Regra de Qualidade .....	6
4.2. Exigências de Segurança.....	7
4.2.1. Segurança estrutural	8
4.2.2. Segurança contra riscos de incêndio	9
4.2.3. Segurança contra riscos inerentes ao uso normal	10
4.3. Exigências de Habitabilidade.....	10
4.3.1. Estanquidade	11
4.3.2. Conforto termo-higrométrico	12
4.3.3. Conforto acústico	13
4.3.4. Conforto visual	13
4.3.5. Aspecto	13
4.4 – Exigências de Economia .....	14
4.4.1 Limitação do custo global	14
4.4.2. Durabilidade	14
<hr/>	
<b>5. CLASSIFICAÇÃO DAS COBERTURAS PLANAS</b>	<b>15</b>
<hr/>	
5.1. Acessibilidade .....	16

5.2. Estrutura de Suporte .....	17
5.3. Camada de Forma (Pendente).....	19
5.4. Camada de Isolamento Térmico.....	20
5.5. Revestimento de Impermeabilização.....	22
5.6. Camada de Protecção .....	24

**6. ELEMENTOS CONSTITUINTES DAS COBERTURAS PLANAS 26**

6.1. Principais Funções das Camadas Constituintes.....	26
6.2. Estrutura de Suporte .....	27
6.2.1. Exigências funcionais da estrutura de suporte e seu modo de satisfação	27
6.3. Camada de Forma .....	29
6.3.1. Exigências funcionais associadas à camada de forma	29
6.3.2. Modo de execução	29
6.4. Camada de Isolamento Térmico.....	33
6.4.1 Exigências relativas a painéis isolantes térmicos	33
6.4.2. Características dos Materiais mais utilizados	34
6.4.3. Modo de execução	36
6.5. Sistema de Impermeabilização.....	38
6.5.1. Exigências relativas ao sistema de impermeabilização	38
6.5.2. Aplicação das membranas que constituem o sistema de impermeabilização	40
6.5.3. Materiais mais utilizados em impermeabilização de coberturas	40
6.5.4. Sistemas correntes de Impermeabilização	43
6.5.5. Impermeabilização de elementos emergentes e caleiras	44
6.6. Camada de Protecção .....	46
6.6.1. Exigências relativas à camada de protecção	46
6.7. Dispositivos de Drenagem e de Evacuação da Água .....	48
6.7.1. Pendentes, Caleiras, Ralos, Tubos de Queda	48

6.8. Pormenores de Juntas e Ligações da Cobertura .....	50
<b>7. COBERTURA “INVERTIDA” VS COBERTURA PLANA TRADICIONAL</b> .....	<b>54</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>57</b>
8.1. Alguns Produtos e Acessórios utilizados na concepção das Coberturas Planas .....	57
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>68</b>

### Índice de Figuras

<i>Figura 1 – Biblioteca da Universidade de Aveiro – Álvaro Siza Vieira, 1988-1995, [1] .....</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2 – Projecto Durand, em Argel, Le Corbusier, 1933-1934 .....</i>	<i>4</i>
<i>Figuras 3 e 4 – Pavilhão de Barcelona (Obra e Projecto), Mies Van der Rohe, 1929.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 5 – Conjunto de Edifícios para Habitação Social, Outurela-Portela, 2002.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 6 – Laje de betão armado da cobertura, moldada em obra – Outurela-Portela, 2002.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 7 – Realização da camada de forma, utilizando betão leve de argila expandida .....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8 – Cobertura plana e camadas constituintes .....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 9 – Cobertura plana de acessibilidade limitada [11].....</i>	<i>16</i>
<i>Figuras 10, 11 e 12 – Coberturas plana acessíveis: veículos, pessoas e ajardinadas [11].....</i>	<i>17</i>
<i>Figuras 13 e 14 – Laje moldada em obra (esq.) e Laje de vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos de cofragem (dir.).....</i>	<i>18</i>
<i>Figuras 15 e 16 – Pré-laje com complemento de betonagem em obra (esq.) e Pranchas vazadas pré-esforçadas (dir.) .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 17 – Cobertura Tradicional (o isolamento térmico serve de suporte ao sistema de impermeabilização) 20</i>	
<i>Figura 18 - Cobertura “Invertida” (O isolamento térmico é aplicado sobre o sistema de impermeabilização).. 20</i>	
<i>Figura 19 – Membrana de impermeabilização, em rolo.....</i>	<i>22</i>
<i>Figuras 20 e 21 – Membrana de impermeabilização, aplicação num paramento vertical – Outurela – Portela, 2002.....</i>	<i>23</i>
<i>Figuras 22 e 23 – Impermeabilização monocamada (esq.) e multicamada (dir.).....</i>	<i>23</i>
<i>1–Laje, 2–Camada de forma, 3–Impermeabilização, 4–Isolamento térmico, 5–Lâmina asfáltica, 6–Lâmina asfáltica com auto--protecção.....</i>	<i>23</i>

<i>Figuras 24 e 25 – Disposição das juntas entre peças do revestimento de impermeabilização (certo – esq. e errado – dir.) [14]</i> .....	23
<i>Figuras 26 e 27 – Protecção leve sobre cobertura tradicional (esq.) e protecção pesada sobre cobertura “invertida” (dir.)</i> .....	25
<i>Figura 28 – Juntas móveis entre lajes e vigas/paredes</i> .....	28
<i>Figura 29 – Fissuração em paredes de alvenaria devido a deslocamentos da laje da cobertura</i> .....	29
<i>Figuras 30 e 31 – Camada de forma (aderente ao suporte estrutura), constituída por grânulos de argila expandida . Outurela – Portela, 2002</i> .....	30
<i>Figura 32 – Camada de forma – Esquema construtivo</i> .....	31
<i>Figuras 33 e 34 – Camada de forma fraccionada</i> .....	32
<i>Figura 35 – Modo de disposição e fixação das placas de isolamento térmico</i> .....	37
<i>Figuras 36 e 37 – Uniões entre elementos horizontais e verticais – esquema e obra (Outurela – Portela, 2002)</i>	37
<i>Figuras 38 e 39 – O revestimento de impermeabilização e algumas anomalias relacionadas com a estanquidade à água</i> .....	38
<i>Figuras 40, 41 e 42 – Modo de execução de uma cobertura tradicional (isolamento térmico e impermeabilização)</i> .....	41
<i>Figuras 43 a 48 – Modo de execução da impermeabilização de um elemento vertical (Outurela – Portela, 2002)</i> .....	44
<i>Figuras 49 e 50 – Impermeabilização das chaminés da obra visitada, 2002</i> .....	45
<i>Figuras 51 e 52 – Formação de caleira (Outurela – Portela, 2002) e esquema de execução das camadas constituintes, numa cobertura tradicional</i> .....	45
<i>Figuras 53, 54 e 55 – Camada de protecção constituída por seixos rolados (modo de fixação, remates e aspecto final)</i> .....	46
<i>Figuras 56 e 57 – Protecção leve e protecção rígida sobre cobertura “invertida”</i> .....	47
<i>Figuras 58, 59 e 60 – Protecção rígida sobre apoios em coberturas</i> .....	47
<i>Figuras 61 e 62 – Evacuação da água através das pendentes</i> .....	48
<i>Figura 63 – Peças de ligação laje estrutural – tubos de queda</i> .....	49
<i>Figuras 64 e 65 – Ralos de pinha</i> .....	49
<i>Figuras 66 e 67 – Juntas de dilatação formadas por muretes paralelos, emergentes da cobertura</i> .....	50
<i>Figura 68 – Junta de dilatação na obra visitada</i> .....	
<i>Figura 69 – Junta de dilatação plana</i> .....	51
<i>Figuras 70 e 71 – Remates da impermeabilização em muretes de betão e alvenaria</i> .....	51
<i>Figura 72 – Impermeabilização das tubagens</i> .....	52
<i>Figura 73 – Vedação do sumidouro</i> .....	53

<i>Figura 74 – Variações de temperatura nos dois tipos de cobertura .....</i>	<i>54</i>
<i>Figuras 75 e 76 – Comportamento das coberturas relativamente à água da chuva .....</i>	<i>55</i>
<i>Figuras 77 e 78 – Comportamento das coberturas relativamente à assimetria de temperaturas .....</i>	<i>56</i>

# 1. Sumário

As *Coberturas Planas* ou em *Terraço*, têm características funcionais e formais que, em muitos casos, são recomendadas ou impostas.

No entanto, a constatação frequente do comportamento deficiente deste tipo de coberturas, quase sempre resultante de erros ou descuidos de projecto ou de execução, tem desprestigiado indevidamente o seu uso.

Esta monografia tem por objectivos discutir, esclarecer e, possivelmente, divulgar as soluções de concepção, constituição e pormenorização construtiva aconselháveis para as *Coberturas Planas*, passando em análise sucessivamente, a sua formulação exigencial, as suas características e as condições de conjugação dos diversos elementos constituintes e acessórios.

## 2. Nota Introdutória

A presente monografia insere-se no âmbito da cadeira de Tecnologias da Construção de Edifícios, integrada no 11º Curso de Mestrado em Construção, do Instituto Superior Técnico.

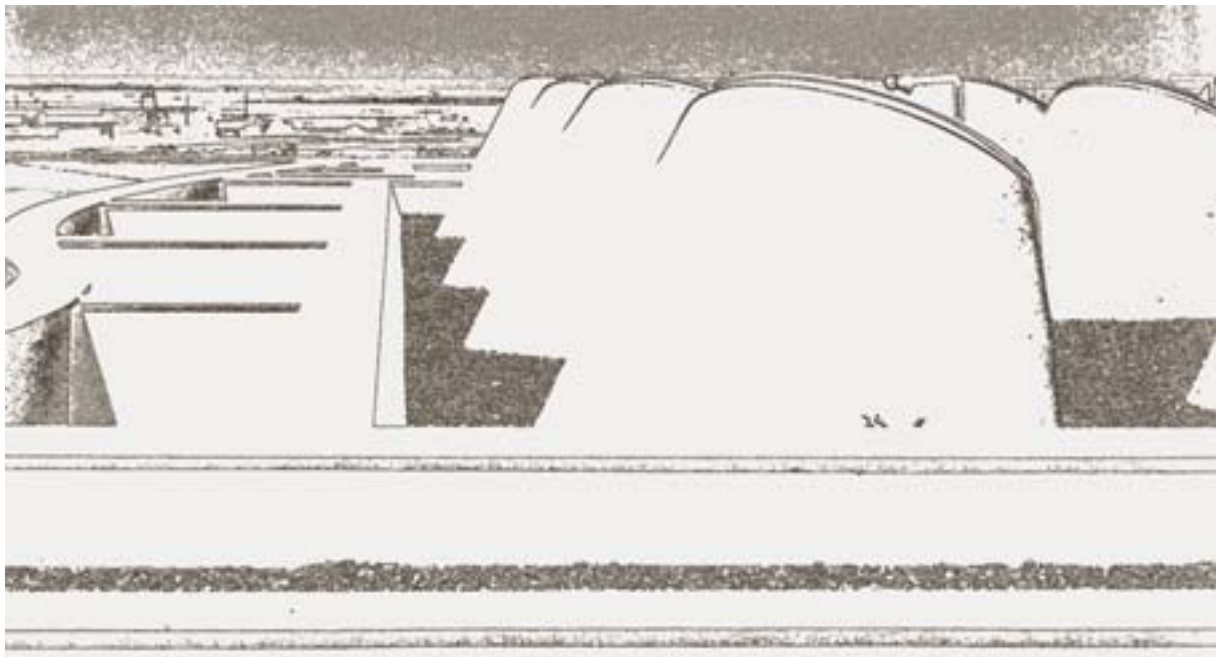


Figura 1 – Biblioteca da Universidade de Aveiro – Álvaro Siza Vieira, 1988-1995, [1]

Com este trabalho pretende dar-se uma visão tão completa quanto possível do tipo de coberturas convencionalmente designado por *Coberturas Planas*, de acordo com a classificação que utiliza a pendente como atributo de referência, sendo 8% o valor desta pendente usualmente admitido como limite separador do outro grupo de coberturas, as *Coberturas Inclinadas*.

O tema é abordado numa perspectiva exigencial, ou seja, procura analisar-se o elemento de construção “*Cobertura Plana*” em função dos principais requisitos funcionais que se lhe exigem, dentro do conjunto mais alargado de exigências do edifício de que é parte integrante.

As Coberturas Planas são classificadas e descritas nas suas formas usuais e desenvolvidas nos elementos constituintes mais relevantes.

Espera ter-se reunido os aspectos de maior importância que devem estar na base de qualquer projecto de coberturas planas correntes, e assim contribuir para a sua melhor execução, quer em projecto, quer em obra.

**Nota:** As coberturas em Terraço Ajardinado não foram, propositadamente, desenvolvidas.

## 3. Coberturas Planas História E Evolução

Uma das principais preocupações do Homem relativamente à criação de um *habitat* terá sido proteger-se do sol, do frio e das precipitações e neste contexto a cobertura constitui um elemento essencial.

Os materiais aplicados na execução das coberturas foram as matérias vegetais, as peles, a pedra e a terra argilosa. E, já desde a antiga Mesopotâmia, eram construídas coberturas planas.

As transformações mais importantes neste campo relacionaram-se, por um lado, com a pré-

-fabricação, que veio permitir maiores garantias de êxito em qualquer aplicação, e por outro lado, com o aparecimento de novos materiais na construção, tais como o vidro laminado, o aço e o alumínio, as peças de madeira e cerâmica pré-fabricadas e as matérias plásticas e betuminosas.

Actualmente, assiste-se à procura de componentes que consigam responder às várias exigências funcionais, seja através de várias placas com funções específicas, seja através de um único elemento multifuncional, constituído por várias camadas [2].

### 3.1 A COBERTURA PLANA – UMA LEI NÃO ESCRITA DO MOVIMENTO MODERNO NA ARQUITECTURA

Os princípios compositivos do Movimento Moderno, o aparecimento de novos materiais impermeáveis e a simplificação dos processos construtivos tornaram realidade, no início do século XX, o sonho dos arquitectos em conseguir através de um plano horizontal perfeito, o remate dos edifícios.

A implantação do Movimento Moderno, com o correspondente estabelecimento dos seus princípios, prejuízos, modos e modas (comumente assumidos por toda a “família arquitectónica” a partir dos anos trinta) trouxe consigo o quase desaparecimento da cobertura inclinada, pelo uso e abuso da cobertura plana.

São vários os factores que propiciaram o uso generalizado da cobertura plana, um fenómeno colectivo que se sobrepôs à prévia nostalgia formal de uma geometria plana de cobertura:

- O primeiro deles é uma condicionante material: graças à recente e prospera indústria química, apareceram membranas impermeáveis que podiam ser utilizadas, com alguma fiabilidade (por períodos de dez a vinte anos) nas construções;

- Em segundo lugar, o factor económico aparece ligado à grande aceitação da cobertura plana por parte do sector da construção: a redução das complexas (ou pelo menos, diferentes) estruturas de cobertura implicou uma importante redução de custos assim como uma simplificação dos processos construtivos;

- Em terceiro lugar, o factor sociológico, influenciou fundamentalmente na atribuição da cobertura a um uso colectivo por parte de todos os ocupantes do edifício. Le Corbusier sustentava esta questão na sua “Unité d’habitation”, em Marselha, como a nova e melhor forma de utilizar a “machine à vivre”.

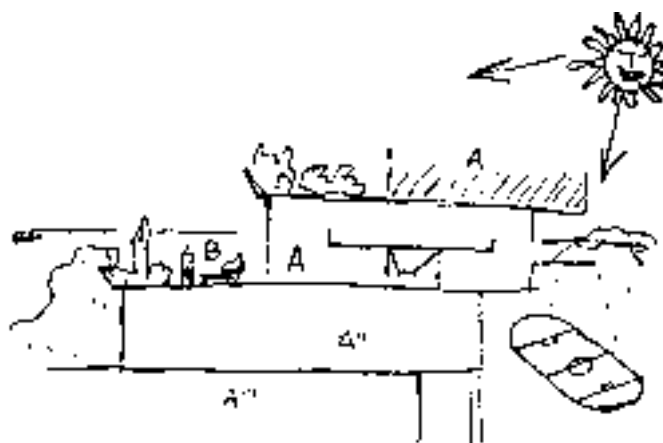
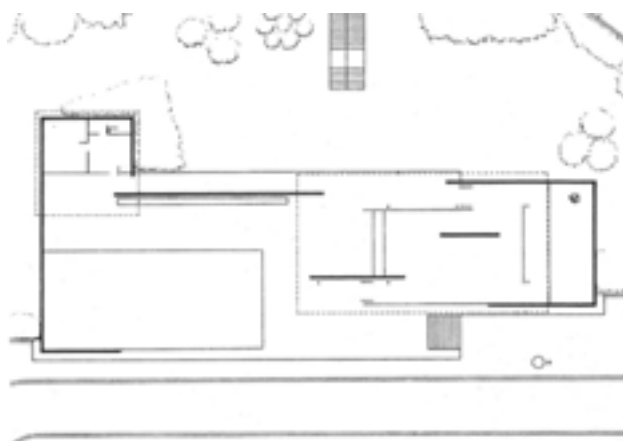


Figura 2 – Projecto Durand, em Argel, Le Corbusier, 1933-1934

Ludwig Mies Van der Rohe entendia a Arquitectura (e a arte em geral) como expressão das características da época em que era produzida ou realizada (figuras 3 e 4).

Assim, as eleições referentes aos materiais empregues nos edifícios estavam condicionadas por este critério: o aço, o vidro, o betão armado e os metais eram os materiais privilegiados da sua arquitectura. Este tratamento estendia-se também à cobertura, graças ao desenvolvimento das impermeabilizações.



Figuras 3 e 4 – Pavilhão de Barcelona (Obra e Projecto), Mies Van der Rohe, 1929

Desta lei, não escrita, são excepções alguns edifícios públicos de grande escala (aerportos, auditórios, centros de exposição), que implicavam pelo seu tamanho um claro desafio à racionalidade do uso deste tipo de coberturas e alguns edifícios de pequena dimensão, como as moradias unifamiliares, que pela sua situação ou contexto permitiam fugir um pouco à moda omnipresente da cobertura plana.

Entendida pelos fundadores do Movimento Moderno como um dos avanços trazidos pela arquitectura de vanguarda (não só tecnológicos mas também estéticos), a cobertura plana enfrenta hoje um crescente desenvolvimento a nível dos novos materiais e sistemas de concepção; No entanto, deixou de ser a solução preferida, e quase exclusiva de um século de Arquitectura, para passar a ser uma de entre outras, opções possíveis [3].



## 4. Exigências Funcionais Das Coberturas

### 4.1 BREVE NOÇÃO DE EXIGÊNCIA FUNCIONAL E DE REGRA DE QUALIDADE

*Exigência Funcional* pode ser definida como um requisito colocado a parte de um edifício ou ao seu todo, tendo em vista a satisfação de determinadas necessidades dos utentes (fisiológicas, psicológicas e sócio-económicas).



Figura 5 – Conjunto de Edifícios para Habitação Social, Outurela-Portela, 2002

A verificação de dada exigência funcional num elemento de construção depende do comportamento físico do mesmo perante certas acções a que está sujeito durante a sua vida útil.

Há pois uma absoluta necessidade de transmitir utilidade prática à filosofia exigencial e de traduzir de uma forma quantificada tal comportamento, obtendo regras ou recomendações através das quais é possível aferir o comportamento das exigências funcionais e, consequentemente, do elemento da construção em estudo.