

**CHRISTOPHER JOSÉ DOS REIS OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE SOLUÇÕES DE LAJES MACIÇAS EXECUTADAS  
A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO  
PARA O USO GENERALIZADO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO EM CABO VERDE**

**Orientador: Felicita Maria Guerreiro Pires**

**Co-Orientador: António Manuel Gardete Mendes Cabaço**

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Faculdade de Engenharia**

**Lisboa**

**2014**

**CHRISTOPHER JOSÉ DOS REIS OLIVEIRA**

**PROPOSTA DE SOLUÇÕES DE LAJES MACIÇAS EXECUTADAS  
A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO  
PARA O USO GENERALIZADO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO EM CABO VERDE**

Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de  
Mestre em Engenharia Civil no curso Mestrado em  
Engenharia Civil – Especialização em Construção e  
Estruturas, conferido pela Universidade Lusófona de  
Humanidades e Tecnologias

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Eng.<sup>a</sup> Felicita Maria Guerreiro Pires

Co-Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Eng.<sup>o</sup> António Manuel Gardete  
Mendes Cabaço

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias  
Faculdade de Engenharia**

**Lisboa**

**2014**

**“In Memoriam”**

Ao meu querido primo e grande amigo, Artur Jorge Monteiro.

## AGRADECIMENTOS

Para a elaboração da presente dissertação, tive o privilégio de contar com o apoio de diversas pessoas, as quais gostaria de salientar pelos seus contributos prestados:

À Prof<sup>a</sup>. Eng.<sup>a</sup> Felicita Pires, minha orientadora científica, a qual agradeço pela sugestão do tema, o apoio e a disponibilidade demonstrada ao longo da execução da dissertação.

Ao Prof<sup>o</sup>. Eng.<sup>o</sup> António Cabaço, que deu desde o início da elaboração da dissertação um apoio inquestionável e que se revelou de extrema importância para a realização da mesma.

Ao Eng.<sup>o</sup> Pedro Ramos, pela disponibilidade, apoio e auxílio prestado para o fabrico da prelaje e que se revelou de extrema importância para a execução da mesma.

Ao Arq.<sup>o</sup> João Branco Pedro do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, pela disponibilidade e esclarecimentos prestada ao longo da execução da dissertação.

Ao Arq.<sup>o</sup> Alberto Santos, pela sua preciosa ajuda.

À família (Mãe, Avó, Pai, Irmão, Tios, Tias, Primos), pelo apoio inextinguível e inequívoco prestado desde o início ao fim da realização desta dissertação, a qual lhes é dedicada na íntegra.

À minha companheira, Candice Évora por me encorajar nos momentos mais difíceis e por estar sempre presente.

Aos meus amigos e colegas, pelo incentivo e apoio incansáveis.

## RESUMO

A atividade da construção civil é provavelmente o ramo do setor secundário de maior importância nos países em desenvolvimento.

Efetivamente ela responde, por um lado, à carência generalizada de infraestruturas, enquanto que, por outro, pode em geral adaptar as exigências tecnológicas à capacidade local.

No que diz respeito ao setor da construção civil, a subatividade de construção de edifícios habitacionais e para outros fins em Cabo Verde, como atividade integrante deste setor, reveste-se de grande importância, tanto pelo seu fator social como pela sua influência na economia no país.

Assim, os processos construtivos poderão ser mais ou menos mecanizados, utilizando em alternativa diferentes materiais em conformidade com os recursos naturais.

No caso de Cabo Verde, tem sido efetuado um esforço apreciável, quer lançando bases para racionalizar este setor através dos organismos oficiais vocacionados para esse fim, quer recorrendo à cooperação internacional no sentido de adaptar os projetos de edifícios e as soluções construtivas aos recursos e às condições climáticas do país.

A presente dissertação tem como objetivo propor uma solução de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado, para uso generalizado em edifícios de habitação em Cabo Verde, que possa ser de fácil execução, e adequar-se às necessidades existentes, a fim de constituir uma alternativa às habitações precárias existentes “in loco”.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pavimentos não tradicionais; Prefabricação; Prelajes; Habitação em Cabo Verde.

## ABSTRACT

The construction activity is likely the most important arm of the secondary sector in developing countries.

Effectively it responds, on the one hand to the widespread lack of infrastructure, on the other hand, it can usually adapt the technological requirements to the local capacity.

With regard to the construction industry, the sub activity of buildings construction, for housing and for other purposes in Cape Verde, as an integral activity of this sector is one of great importance, because of its social factor and because of the influence on the country's economy.

Thus the construction processes may be more or less mechanized, different materials are used alternately in accordance with the natural resources.

In Cape Verde's case, an appreciable effort has been made either launching basis to streamline this sector through official bodies devoted to that purpose or by using international cooperation towards to adapt the designs of buildings and constructive solutions to the resources and climatic conditions of the country.

This thesis aims to propose a solution of solid slabs performed from reinforced concrete pre slabs, for widespread use in houses in Cape Verde that could be consistent with good practice and that fits to the existing needs, in order to give a better response to the substandard housing existing *in loco*.

**KEYWORDS:** Non-traditional floors, Pre-cast, Pre-slabs, Housing in Cape Verde.

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Apresenta-se a lista das siglas e símbolos utilizados na dissertação, com o respetivo significado.

### **SIGLAS:**

**ASS** – África ao Sul do Sará

**BCV** – Banco de Cabo Verde

**CV** – Cabo Verde

**EUA** – Estados Unidos da América

**IFH** – Instituto de Fomento e *Habitat*

**INE** – Instituto Nacional de Estatística

**LEC** – Laboratório de Engenharia Civil

**LNEC** – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

**MPD** – Movimento para a Democracia

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**PAICV** – Partido Africano para a Independência de Cabo Verde

**PAIGC** – Partido Africano para a Independência de Cabo Verde e Guiné Bissau

**PALOP** – Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa

**PIB** – Produto Interno Bruto

**PIBpm** – Produto Interno Bruto a Preços de Mercado

**PNH** – Plano Nacional de Habitação

**REBAP** – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

**RGCHU** – Regulamento Geral de Construção e Habitação Urbana

**RGEU** – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

**REAOT** – Relatório sobre o Estado Actual do Ordenamento do Território em Cabo Verde

**RSA** – Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes

**SNHIS** – Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social

**TMCA** – Taxa Média Anual de Crescimento da População Cabo-Verdiana

**ZEE** – Zona Económica Exclusiva

## SÍMBOLOS:

### Letras maiúsculas latinas

- $A_i$  – Área da junta  
 $A_s$  – Área da secção de uma armadura para betão armado  
 $A_{s, cal}$  – Área da secção de armadura requerida pelo cálculo  
 $A_{s, ef}$  – Área da secção de armadura efetivamente adotada  
 $A_{s, min}$  – Área da secção mínima de armaduras  
 $C_P$  – Carga Permanente  
 $E_c$  – Módulo de elasticidade do betão  
 $E_s$  – Módulo de elasticidade do aço de uma armadura de betão armado  
 $F_c$  – Força no betão  
 $F_s$  – Força nas armaduras  
 $G_k$  – Valor característico de uma ação permanente  
 $I_c$  – Momento de inércia da parte de betão da secção de um elemento  
 $Q_k$  – Valor característico de uma ação variável  
 $M_{Rd}$  – Valor de cálculo do momento fletor resistente  
 $M_{Sd}$  – Valor de cálculo do momento fletor atuante  
 $P_P$  – Peso próprio  
 $P_{sd}$  – Valor de cálculo de uma força atuante  
 $R_{CP}$  – Restante carga permanente  
 $S_C$  – Sobrecarga  
 $S_d$  – Esforço atuante de dimensionamento  
 $V_{Edi}$  – Valor de cálculo da tensão tangencial na junta  
 $V_{Rdi}$  – Valor de cálculo da tensão resistente na junta  
 $V_{Sd}$  – Valor de cálculo do esforço transversal atuante  
 $V_{Rd}$  – Valor de cálculo do esforço transversal resistente

### Letras minúsculas latinas

- $b$  – Largura de uma secção  
 $b_i$  – Largura da junta  
 $b_t$  – Largura média da zona tracionada  
 $b_w$  – Menor largura da secção transversal na área tracionada

**c** – Recobrimento da armadura

**c** – Coeficiente que depende da rugosidade

**d** – Altura útil de uma secção

**f<sub>ck</sub>** – Valor característico da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias

**f<sub>ctm</sub>** – Valor médio da tensão de rotura do betão à tração simples

**f<sub>ctd</sub>** – Resistência de cálculo à tração do betão

**f<sub>yk</sub>** – Valor característico da tensão de cedência à tração do aço das armaduras do  
betão armado

**h** – Espessura

**k** – Efeito de escala da dimensão relativa dos agregados em relação à espessura do  
elemento

**l** – Comprimento

**x** – Profundidade da linha neutra

**z** – Braço do binário das forças interiores em flexão

### Letras Gregas

**α** – Inclinação dos varões do aço em relação à junta

**β** – Relação entre o esforço transversal longitudinal na secção de betão novo e o  
esforço longitudinal total na zona de tração

**μ** – Coeficiente que depende da rugosidade

**μ** – Momento fletor reduzido

**v** – Coeficiente de redução da resistência

**ρ** – Percentagem da armadura

**σ<sub>cp</sub>** – Valor da tensão normal média de compressão no elemento, devido a um esforço  
normal de compressão ou pré-esforço

**σ<sub>n</sub>** – Tensão devida ao esforço normal exterior mínimo na junta, que pode atuar  
simultaneamente com o esforço transversal

**Φ** – Diâmetro de um varão de secção circular

**φ** – Coeficiente de fluência

**ψ** – Coeficiente que determinam os valores reduzidos das ações

**ω** – Percentagem mecânica de armadura

## ÍNDICE GERAL

|                                                                      | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| AGRADECIMENTOS.....                                                  | I    |
| RESUMO.....                                                          | II   |
| ABSTRACT.....                                                        | III  |
| LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS .....                                     | IV   |
| INTRODUÇÃO... ..                                                     | 1    |
| Objetivos.....                                                       | 3    |
| Metodologia.....                                                     | 3    |
| Organização da dissertação .....                                     | 5    |
| 1 – ENQUADRAMENTO SOCIO – GEOGRÁFICO DE CABO VERDE.....              | 6    |
| 1.1 – Considerações iniciais.....                                    | 6    |
| 1.2 – Localização geográfica.....                                    | 6    |
| 1.3 – A população das ilhas.....                                     | 7    |
| 1.4 – Clima.....                                                     | 9    |
| 1.5 – Fauna e Flora.....                                             | 10   |
| 1.6 – A Economia de Cabo Verde no contexto da África Ocidental ..... | 11   |
| 2 – CARATERIZAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES E NECESSIDADES                     |      |
| HABITACIONAIS EM CABO VERDE .....                                    | 16   |
| 2.1 – Considerações iniciais.....                                    | 16   |
| 2.2 – Identificação e evolução das tipologias.....                   | 16   |
| 2.2.1 – Construção e a arquitetura das habitações tradicionais ..... | 17   |
| 2.2.1.1 – Habitação tradicional de tipologia circular .....          | 17   |
| 2.2.1.2 – Situação atual das habitações de tipologia circular .....  | 19   |
| 2.2.1.3 – Habitação de tipologia retangular .....                    | 20   |

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1.3.1 – Casa tradicional retangular tipo I.....                                              | 21 |
| 2.2.1.3.2 – Casa retangular tipo II.....                                                         | 22 |
| 2.2.1.3.3 – Estado atual dos edifícios retangulares .....                                        | 23 |
| 2.3 – Construção e arquitetura colonial.....                                                     | 24 |
| 2.3.1 – Os edifícios sobrados tradicionais .....                                                 | 24 |
| 2.3.2 – Situação atual dos edifícios sobrados .....                                              | 26 |
| 2.4 – Arquitetura e construção contemporâneas .....                                              | 27 |
| 2.4.1 – Edifícios contemporâneos.....                                                            | 27 |
| 2.4.2 – Moradias unifamiliares .....                                                             | 29 |
| 2.4.3 – Edifícios em altura .....                                                                | 34 |
| 2.4.4 – Construção para o ecoturismo.....                                                        | 36 |
| 2.5 – Os materiais utilizados na construção em Cabo Verde .....                                  | 38 |
| 2.6 – As necessidades habitacionais em Cabo Verde .....                                          | 48 |
| 2.6.1 – A habitação cabo-verdiana e a sua envolvente .....                                       | 48 |
| 2.6.2 – Habitação e demografia .....                                                             | 49 |
| 2.6.3 – O “deficit” habitacional em Cabo Verde .....                                             | 51 |
| 2.6.4 – A habitação social em Cabo Verde, uma política habitacional e urbana... 53               |    |
| 2.6.5 – Promoção pública de habitação .....                                                      | 56 |
| 2.6.6 – Promoção privada da habitação .....                                                      | 57 |
| 3 – SOLUÇÕES MAIS CORRENTES DE PAVIMENTOS PREFABRICADOS<br>DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO .....       | 58 |
| 3.1 – Considerações iniciais.....                                                                | 58 |
| 3.2 – Resumo histórico da prefabricação. ....                                                    | 58 |
| 3.2.1 – Elementos estruturais prefabricados em betão armado para edifícios<br>de habitação. .... | 59 |

|                                                                                                                                                                    |    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 3.2.1.1 – Lajes .....                                                                                                                                              | 60 |    |
| 3.2.1.1.1 – Prelajes .....                                                                                                                                         | 61 |    |
| 3.2.1.1.2 – Lajes de vigotas prefabricadas .....                                                                                                                   | 62 |    |
| 3.2.1.1.3 – Lajes Alveolares.....                                                                                                                                  | 63 |    |
| 3.2.1.1.4 – Lajes Minos em U .....                                                                                                                                 | 64 |    |
| 3.2.1.1.5 – Lajes prefabricadas de betão armado<br>produzidas com elementos reciclados.....                                                                        | 65 |    |
| 3.3.1 – Elementos constituintes do escoramento .....                                                                                                               | 67 |    |
| 3.3.2 – Tipos de Escoramento.....                                                                                                                                  | 68 |    |
| 4 – LAJES MACIÇAS EXECUTADAS A PARTIR DE PRELAJES DE<br>BETÃO ARMADO. PROPOSTA DE SOLUÇÕES PARA USO<br>GENERALIZADO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO EM CABO VERDE .....  |    | 70 |
| 4.1 – Considerações Iniciais.....                                                                                                                                  | 70 |    |
| 4.2 – Disposições regulamentares aplicáveis aos pavimentos não-tradicionais .....                                                                                  | 70 |    |
| 4.2.1 – Regulamento Geral de Construção e Habitação Urbana .....                                                                                                   | 71 |    |
| 4.2.2 – Eurocódigo dois (EC 2) .....                                                                                                                               | 71 |    |
| 4.2.2.1 – Regras adicionais relativamente aos elementos e a<br>estruturas prefabricadas de betão, segundo o EC 2.....                                              | 71 |    |
| 4.2.2.2 – Esforço longitudinal nas juntas de betonagem.....                                                                                                        | 72 |    |
| 4.2.3 – Documentos de Homologação .....                                                                                                                            | 74 |    |
| 4.3 – Lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado.<br>Proposta de soluções para uso generalizado em edifícios de habitação<br>em Cabo Verde..... | 74 |    |
| 4.3.1 – Dimensionamento das soluções propostas.....                                                                                                                | 77 |    |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.2 – Pré-dimensionamento da laje maciça executada a partir de prelaje        |     |
| de betão armado, com o vão de 3 m e 3,5 m de comprimento .....                  | 80  |
| 4.3.2.1 – Verificação da segurança em relação aos estados limites               |     |
| últimos de resistência .....                                                    | 81  |
| 4.3.2.1.1 – Esforço de Flexão.....                                              | 81  |
| 4.3.2.1.2 – Esforço transversal.....                                            | 82  |
| 4.3.2.1.3 – Área mínima de armadura.....                                        | 83  |
| 4.3.3 – Verificação da segurança em relação aos estados limites de              |     |
| utilização .....                                                                | 84  |
| 4.3.3.1 – Deformação .....                                                      | 84  |
| 4.3.3.2 – Fendilhação .....                                                     | 87  |
| 4.3.3.3 – Tensão de corte resistente nas juntas de betonagens.....              | 89  |
| 4.3.3.4 – Tensão de corte de cálculo nas juntas de betonagens.....              | 89  |
| 4.3.3.5 – Armaduras de Ligação sobre as juntas das prelares .....               | 91  |
| <br>5 – VALIDAÇÃO TÉCNICO – ECONÓMICA DA SOLUÇÃO PROPOSTA                       |     |
| COM BASE EM QUESTIONÁRIO REALIZADO A EMPRESAS                                   |     |
| DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....                                                        | 92  |
| 5.1 – Considerações iniciais.....                                               | 92  |
| 5.2 – Questionário realizado a empresas de construção civil em Cabo Verde ..... | 92  |
| 5.2.1 – Caracterização dos edifícios em Cabo Verde .....                        | 93  |
| 5.2.2 – Caracterização do setor da construção em Cabo Verde .....               | 93  |
| 5.2.3 – Solução de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão       |     |
| armado .....                                                                    | 93  |
| 5.3 – Informação prestada pelos técnicos das empresas inquiridas .....          | 96  |
| 5.4 – Avaliação técnica da solução proposta .....                               | 102 |

|                                                                                                                                                     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 5.4.1 – Comportamento estrutural .....                                                                                                              | 102     |
| 5.4.2 – Resistência ao fogo .....                                                                                                                   | 103     |
| 5.4.3 – Conforto acústico .....                                                                                                                     | 103     |
| 5.4.4 – Durabilidade.....                                                                                                                           | 103     |
| 5.4.5 – Fatores do custo de uma laje tradicional e de uma laje executada<br>a partir de prelares de betão armado. ....                              | 103     |
| 5.4.6 – Análise comparativa dos custos da execução de uma laje<br>tradicional e de uma laje executada a partir de prelares de<br>betão armado. .... | 104     |
| 5.4.6.1 – Regras de Medições .....                                                                                                                  | 105     |
| 5.4.6.2 – Medição de Betão.....                                                                                                                     | 105     |
| 5.4.6.3 – Medição da Armadura.....                                                                                                                  | 105     |
| 5.4.6.4 – Medição de Cofragem .....                                                                                                                 | 105     |
| <br>6 – EXECUÇÃO DA SOLUÇÃO DE PAVIMENTOS DE LAJES MACIÇAS<br>EXECUTADAS A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO .....                                 | <br>108 |
| 6.1 – Considerações iniciais.....                                                                                                                   | 108     |
| 6.2 – Manual de Apoio ao Cálculo, Montagem e Produção das Prelajes .....                                                                            | 108     |
| 6.2.1– Organização do Manual .....                                                                                                                  | 109     |
| 6.2.2 – Materiais necessários para a execução da prelaje.....                                                                                       | 109     |
| 6.2.2.1 – Controlo na receção dos materiais .....                                                                                                   | 116     |
| 6.2.2.2 – Execução de prelares .....                                                                                                                | 118     |
| <br>7 – CONCLUSÕES .....                                                                                                                            | <br>122 |
| 7.1 – SÍNTESE DO TRABALHO DESENVOLVIDO.....                                                                                                         | 122     |
| 7.2 – Desenvolvimentos futuros.....                                                                                                                 | 124     |
| <br>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                                                                                 | <br>125 |

CHRISTOPHER JOSÉ DOS REIS OLIVEIRA  
PROPOSTA DE SOLUÇÕES DE LAJES MACIÇAS EXECUTADAS A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO  
ARMADO PARA O USO GENERALIZADO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO EM CABO VERDE

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXOS.....                                                                                       | 130 |
| ANEXO I - Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes.....                       | 131 |
| ANEXO I.1- Características da laje maciça executada a partir de prelares de<br>betão armado ..... | 140 |
| ANEXO I.2 - Tabelas de Cálculo .....                                                              | 143 |
| ANEXO I.3 - Fichas de Produção de Prelajes .....                                                  | 146 |
| ANEXO I. 4 - Fichas de Montagem de Prelajes .....                                                 | 151 |
| ANEXO II - Questionários.....                                                                     | 153 |

## ÍNDICE DE QUADROS

|                                                                                                                                                                    | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Quadro 4.1 – Valores das ações que atuam nos pavimentos .....                                                                                                      | 79   |
| Quadro 4.2 – Valores das ações que atuam nas coberturas. ....                                                                                                      | 79   |
| Quadro 4.3 – Armaduras principais e de distribuição adotadas para os pavimentos<br>a partir de prelares de betão armado .....                                      | 82   |
| Quadro 4.4 – Estado limite de esforço transversal. ....                                                                                                            | 83   |
| Quadro 4.5 – Valores da flecha elástica $a_c$ .....                                                                                                                | 86   |
| Quadro 4.6 – Valores do momento de fendilhação. ....                                                                                                               | 87   |
| Quadro 4.7 – Valores do momento determinante.....                                                                                                                  | 87   |
| Quadro 4.8 – Verificação do estado limite da deformação a longo prazo. ....                                                                                        | 87   |
| Quadro 4.9 – Diâmetros máximos dos varões para o controlo da fendilhação. ....                                                                                     | 88   |
| Quadro 4.10 – Espaçamento máximo dos varões para o controlo da fendilhação. ....                                                                                   | 88   |
| Quadro 4.11 – Valores da tensão da armadura. ....                                                                                                                  | 89   |
| Quadro 4.12 - Verificação da tensão tangencial na junta .....                                                                                                      | 90   |
| Quadro 5.1 – Perguntas sobre a caracterização dos edifícios em Cabo Verde.....                                                                                     | 94   |
| Quadro 5.2 – Lista das perguntas sobre a caracterização do setor da construção<br>em Cabo Verde. ....                                                              | 95   |
| Quadro 5.3 – Lista das perguntas sobre a solução prelares .....                                                                                                    | 95   |
| Quadro 5.4 – Custo por $m^2$ de uma laje tradicional de betão armado, com 0,13 m<br>de espessura total, realizada com betão C25/30. ....                           | 106  |
| Quadro 5.5 – Custo por $m^2$ de uma laje maciça executada a partir de prelares de<br>betão armado, com 0,13 m de espessura total, realizada com betão C25/30 ..... | 106  |
| Quadro 6.1 – Classes de abaixamento .....                                                                                                                          | 111  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                            | Pág. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1.1 – Localização do arquipélago de Cabo Verde .....                                                                                | 7    |
| Figura 1.2 – Coberto vegetal, ilha de Santiago, Cabo Verde . ....                                                                          | 10   |
| Figura 1.3 – As cabras sob “Ficus gnaphalocarpa” .....                                                                                     | 11   |
| Figura 1.4 – Crescimento real do PIB. ....                                                                                                 | 14   |
| Figura 2.1 – Imagem dos funcos, habitações da Comunidade Rabelados.....                                                                    | 19   |
| Figura 2.2 – Funco atual na ilha do Fogo. ....                                                                                             | 20   |
| Figura 2.3 – Casa tradicional de tipologia retangular, situada na Cidade Velha .....                                                       | 21   |
| Figura 2.4 – Cobertura de uma habitação tradicional de tipologia retangular .....                                                          | 22   |
| Figura 2.5 – Casas de tipologia retangular, com cobertura em telha de cerâmica . ....                                                      | 23   |
| Figura 2.6 – Pousada Nacional São Pedro .....                                                                                              | 24   |
| Figura 2.7 – Edifícios sobrados da Ilha do Fogo. ....                                                                                      | 25   |
| Figura 2.8 – Habitações com mansardas em Mindelo.....                                                                                      | 26   |
| Figura 2.9 – Estado atual de um edifício da época colonial, na cidade da Praia.....                                                        | 27   |
| Figura 2.10 – Estilo de arquitetura europeia em Cabo Verde .....                                                                           | 28   |
| Figura 2.11 – Bairro urbano de habitação espontânea, cidade da Praia. ....                                                                 | 30   |
| Figura 2.12 – Blocos de cimento industrializado na cidade da Praia. ....                                                                   | 31   |
| Figura 2.13 – Derrame das águas residuais em espaço público. ....                                                                          | 32   |
| Figura 2.14 – Aspeto de uma cobertura plana com laje de betão armado, onde se<br>observa a armadura à vista por falta de recobrimento..... | 32   |
| Figura 2.15 – Moradia unifamiliar em bairros nobres da cidade da Praia.....                                                                | 33   |
| Figura 2.16 – Amassadura do betão para a execução de uma habitação unifamiliar. ....                                                       | 34   |
| Figura 2.17 – Edifícios em altura destinados à habitação, cidade da Praia. ....                                                            | 35   |
| Figura 2.18 – Utilização da laje aligeirada em edifícios de escritórios.....                                                               | 36   |
| Figura 2.19 – Empreendimento turístico, situada na ilha de Santo Antão. ....                                                               | 37   |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2.20 – Cana-de-açúcar que utilizado para as coberturas das casas. ....                            | 39  |
| Figura 2.21 – Sisal para efetuar os amarramentos nas coberturas de palhas.....                           | 40  |
| Figura 2.22 – Casas fabricadas a partir de bidões de combustíveis. ....                                  | 42  |
| Figura 2.23 – Pedra basáltica, ilha de Santiago.....                                                     | 43  |
| Figura 2.24 – Exploração de um filão basáltico para a produção manual de brita.....                      | 44  |
| Figura 2.25 – Exploração da areia do mar, São Francisco, Ilha de Santiago. ....                          | 45  |
| Figura 2.26 – Evolução da População Residente em Cabo Verde .....                                        | 50  |
| Figura 2.27 – Repartição da população por meio de residência, 2010.....                                  | 51  |
| Figura 2.28 – Aspeto de habitações precárias construídas numa encosta e no fundo<br>de uma ribeira. .... | 53  |
| Figura 3.1 – Prelaje maciça .....                                                                        | 62  |
| Figura 3.2 – Laje aligeirada em vigotas .....                                                            | 63  |
| Figura 3.3 – Prancha prefabricada alveolada montada em obra.....                                         | 64  |
| Figura 3.4 – Laje mino aligeirada com poliestireno expandido. ....                                       | 65  |
| Figura 3.5 – Lajes prefabricadas com componentes reciclados. ....                                        | 66  |
| Figura 3.6 – Sistema de escoramento .....                                                                | 68  |
| Figura 3.7 – Escoramentos com troncos de madeira. ....                                                   | 68  |
| Figura 4.1 – Junta de construção indentada.....                                                          | 74  |
| Figura 4.2 – Molde assente em plástico resistente para o fabrico da prelaje. ....                        | 75  |
| Figura 4.3 – Modelo de cálculo simplesmente apoiado. ....                                                | 80  |
| Figura 4.4 - Caraterística da secção retangular do betão .....                                           | 85  |
| Figura 4.5 – Corte Transversal da laje.....                                                              | 90  |
| Figura 4.6 – Armadura sobre as juntas das prelares. ....                                                 | 91  |
| Figura 6.1 – Fabrico do betão para a execução da prelaje.....                                            | 110 |
| Figura 6.2 – Ensaio do abaixamento do cone de Abrams. ....                                               | 111 |
| Figura 6.3 – Ensaio de resistência à compressão do betão.....                                            | 112 |
| Figura 6.4 – Agregados. ....                                                                             | 113 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 6.5 – Armaduras da classe A400 NR. ....                                  | 114 |
| Figura 6.6 – Molde de madeira para o fabrico da prelaje. ....                   | 115 |
| Figura 6.7 – Espaçadores de argamassa. ....                                     | 116 |
| Figura 6.8 – Aplicação de um líquido descofrante sobre o molde de madeira. .... | 119 |
| Figura 6.9 – Colocação das armaduras e os respetivos espaçadores. ....          | 120 |
| Figura 6.10 – Colocação e espalhamento do betão. ....                           | 120 |
| Figura 6.11 – Tratamento da superfície superior da prelaje. ....                | 121 |
| Figura 6.12 – Cura da prelaje. ....                                             | 121 |

## INTRODUÇÃO

A problemática da habitação em Cabo Verde tem estado, ao longo dos tempos, no centro das preocupações das autoridades. A existência de alojamentos precários ou barracas, a partilha de um mesmo alojamento por mais do que um agregado familiar, o fenómeno de segunda habitação, as condições sanitárias e de conforto, são, entre outros, fatores que refletem as condições de vida de uma comunidade.

A condição insular de Cabo Verde conduz a uma realidade do setor construção muito particular. O isolamento das ilhas leva a custos de importação muito elevados. Por isso, uma medida essencial é a autossuficiência. Os altos custos de importação poderão ser a motivação para produzir e conduzir naturalmente a soluções mais viáveis, envolvendo o uso de recursos locais.

Considera-se importante haver uma sensibilização por parte da população neste sentido. Do exterior, poderão surgir recomendações para novas técnicas e conceções de construção, que permitem uma utilização mais racional da matéria-prima.

Em diversos países, está a ser utilizada uma solução de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado para a execução de pavimentos e coberturas. Apresenta-se como vantagens destas soluções: a facilidade de execução sem recurso a tecnologia especializada, a possibilidade de utilização dos materiais locais, a facilidade no transporte e o facto de ser uma solução globalmente económica, que se adequa à tipologia dos edifícios e às dimensões dos espaços.

Atendendo a estas vantagens, interessa estudar de que forma estas soluções poderão ser adequadas à construção em Cabo Verde.

O mercado da prefabricação tem evoluído ao longo do tempo, quer nas pequenas como nas grandes construções. Essa evolução deve-se principalmente ao aperfeiçoamento dos materiais de construção, à industrialização e à utilização das novas tecnologias na construção.

O mercado da prefabricação em betão armado é reduzido em Cabo Verde. Não são conhecidas as razões concretas que fundamentam a não utilização da prefabricação, não obstante seja de realçar que a inexistência da prefabricação se prende com a pouca divulgação das soluções existentes e incentivos à sua aplicação.

Com a presente dissertação pretende-se analisar as potencialidades da aplicação da prefabricação em Cabo Verde e propor soluções para a execução de pavimentos e coberturas.

As soluções propostas referem-se à execução de pavimentos e coberturas em lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado prefabricados para os edifícios de habitação em Cabo Verde. Para além da descrição das soluções, pretende-se elaborar um Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes, onde se indicam as características, os elementos constituintes destas soluções bem como o seu processo de execução.

Assim como as estruturas betonadas “in situ”, as estruturas prefabricadas obedecem uma série de regulamentos que permitem definir os critérios de dimensionamento a adotar para o seu cálculo, os quais foram analisados e adotados no cálculo das soluções propostas.

Este trabalho aborda apenas o elemento estrutural laje. Os restantes elementos construtivos (fundações, pilares, vigas, paredes) poderão ser abordados em estudos posteriores.

Optou-se por estudar nesta dissertação o elemento construtivo laje, por ser um elemento estrutural importante e por ter um peso significativo no custo total da estrutura. No sistema construtivo global trata-se de um elemento que tem um custo elevado, é tecnicamente complexo, a sua realização em obra envolve mão-de-obra, materiais (cofragem) e equipamento significativos e poderá beneficiar de otimização e racionalização com adoção de elementos prefabricados.

A adoção de novos processos construtivos nos países em desenvolvimento com o clima tropical quente e seco como é o caso de Cabo Verde, pode ter impactos bastante positivos no que diz respeito à economia, à segurança estrutural e ao conforto térmico.

Neste contexto, este trabalho surge no seguimento de outros trabalhos já desenvolvidos no âmbito da mesma temática e tipo de abordagem, no qual se destaca o “Programa Ibero-Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo - CYTED”.

## **Objetivos**

O objetivo central deste trabalho é o de propor soluções de pavimentos não-tradicionais executados a partir de prelares de betão armado para o uso generalizado em edifícios de habitações em Cabo Verde.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Elaborar um enquadramento histórico das construções e tipos de arquitetura existentes em Cabo Verde;
- Caracterizar as habitações precárias em Cabo Verde e suas principais carências;
- Executar o dimensionamento de um projeto de referência e a caracterização dos requisitos da prela (espessura da prela, processo de fabrico);
- Propor soluções com recurso a prelares que se adequem às necessidades habitacionais e construtivas em Cabo Verde;
- Elaborar o Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelas;
- Analisar a viabilidade técnico-económica dos pavimentos não-tradicionais.

## **Metodologia**

Para a realização deste trabalho foi definida a seguinte metodologia:

### **• Leitura exploratória e revisão bibliográfica**

O trabalho iniciou-se com uma recolha bibliográfica das matérias mais relevantes acerca do tema abordado na dissertação. Foram consultados diversos trabalhos sobre a habitação em Cabo Verde, destacando-se os estudos realizados no LNEC.

### **• Análise da informação recolhida**

Após a revisão bibliográfica, fez-se uma análise comparativa entre os diversos autores e foi efetuada uma comparação das obras mais antigas face às mais recentes, de forma a perceber-se a evolução das características da habitação e sua política em Cabo Verde, mais precisamente das habitações com caráter social.

- **Entrevistas às entidades locais ligadas ao setor da construção civil a fim de analisar a viabilidade técnica – económica da solução proposta**

Numa fase mais avançada, foram levadas a cabo entrevistas às entidades locais ligadas ao setor da construção civil. O principal objetivo das entrevistas realizadas foi o de aferir a viabilidade técnico-económica da solução em estudo e consequentemente proceder a sua análise.

- **Dimensionamento das soluções propostas;**

Nesta fase, foram dimensionadas as soluções propostas, aplicando-se a legislação em vigor. Foram ainda elaborados os elementos de apoio ao cálculo e o dimensionamento de lajes executadas a partir de prelares, os quais fazem parte do Manual do Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes.

- **Elaboração do Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes**

Elaborou-se um Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes direcionado aos técnicos do setor da construção em Cabo Verde, que tem parâmetros de orientação para a execução de pavimentos a partir de prelares de betão armado, para o uso generalizado em edifícios habitacionais em Cabo Verde, a fim de dar resposta às necessidades de alojamento da população local.

## **Organização da dissertação**

A presente dissertação encontra-se subdividida em sete capítulos, conforme se descreve seguidamente.

O primeiro capítulo baseia-se numa investigação histórica e na descrição de acontecimentos de relevância política e económica em Cabo Verde. Posteriormente é feita uma caracterização dos edifícios e uma análise dos problemas habitacionais em Cabo Verde.

O segundo capítulo descreve as principais tipologias arquitetónicas e processos construtivos praticados em Cabo Verde. Seguidamente são mencionados os principais problemas habitacionais em Cabo Verde, bem como os materiais construtivos existentes “in loco”.

O terceiro capítulo apresenta um resumo histórico da prefabricação de elementos de edifícios, sendo dada especial incidência ao caso da prefabricação das lajes.

O quarto capítulo descreve as disposições regulamentares inerentes às lajes. Neste capítulo é também apresentado o dimensionamento das soluções propostas.

No quinto capítulo é feita a avaliação técnico-económica da solução proposta, onde é apresentado um inquérito direcionado às várias empresas de construção civil em Cabo Verde, de modo a fazer uma análise comparativa dos custos de execução de uma laje tradicional e de uma laje maciça executada a partir de prelares.

No sexto capítulo descreve-se o Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes e é desenvolvido o processo construtivo das lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado.

No sétimo capítulo são apresentadas as principais conclusões do trabalho e são referidos possíveis desenvolvimentos futuros na área.

Os anexos dizem respeito ao Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes (Anexo I) e ao questionário (Anexo II) realizado a empresas de construção civil em Cabo Verde.

## **CAPÍTULO 1 – ENQUADRAMENTO SOCIO – GEOGRÁFICO DE CABO VERDE**

### **1.1 – Considerações iniciais**

Pretende-se neste capítulo fazer uma síntese dos fatores físicos (a localização geográfica, a fauna e a flora), do descobrimento e do povoamento social e económico de Cabo Verde.

É de salientar, no que diz respeito ao contexto socioeconómico há muita semelhança entre Cabo Verde e o conjunto dos países da África ao Sul do Sara e portanto há uma forte tendência para a existência do mesmo tipo de problemas no setor de habitação.

### **1.2 – Localização geográfica**

O arquipélago de Cabo Verde (figura 1.1) fica localizado no Oceano Atlântico a Oeste da costa africana, a cerca de 500 km do Senegal. Está localizado entre os paralelos 14° 48' e 17° 12' de latitude Norte e o meridiano 22° 40' e 25° 22' de longitude Oeste. A posição geográfica do arquipélago de Cabo Verde foi o fator que determinou a origem do seu povoamento a partir de 1462 (quando foi descoberto pelos Portugueses), e continua a ser o fator mais preponderante do desenvolvimento do país. Cabo Verde é um grupo de dez ilhas vulcânicas, com algumas ilhas montanhosas e íngremes cujo ponto mais alto é o pico do vulcão ativo de Fogo (2829 m). A superfície emersa do arquipélago abrange uma área de 4033 km<sup>2</sup> e abriga uma população residente de 491 575 habitantes, segundo os resultados preliminares do Censo de 2010. A zona económica exclusiva (ZEE) no atlântico atinge os 700.000 km<sup>2</sup>.

Cabo Verde ocupa uma posição de estratégia entre a América, Europa e África.

Em função da sua posição geográfica e dos ventos dominantes, as ilhas estão divididas em dois grupos:

- O grupo das ilhas do Norte, conhecidas como Ilhas de Barlavento que compreende as ilhas de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boa Vista.
- O grupo das ilhas do Sul, conhecidas como ilhas de Sotavento que compreende um conjunto de quatro ilhas; Maio, Santiago, Fogo e Brava.

A ilha de Santiago é a maior do arquipélago com 991 km<sup>2</sup> e é onde se localiza a cidade da Praia, a maior cidade cabo-verdiana e a capital do país.



**Figura 1.1** – Localização do arquipélago de Cabo Verde ([www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)).

### 1.3 – A população das ilhas

O arquipélago de Cabo Verde constitui um dos mais interessantes e consideráveis laboratórios naturais de antropologia e etnografia que existem no mundo. Com efeito, basta enumerar os vários grupos étnicos que forneceram, no decurso de cinco séculos, contingentes maiores ou menores para o povoamento das ilhas, para se verificar o grande interesse do processo de cruzamento estabelecido.

Não podiam deixar de se refletir no povoamento, na fisionomia étnica e no desenvolvimento demográfico, os recursos e as possibilidades do arquipélago e ainda a sua posição geográfica, que o tornou ponto quase forçado de escala da navegação, com grande movimentação de gentes.

Portugueses metropolitanos Cristãos e Judeus, e ainda Goeses, mas principalmente africanos da Costa da Guiné, em especial Jalofof, Balantas e Papéis, todos forneceram contingentes que, por cruzamentos múltiplos, viriam a constituir a atual população cabo-verdiana, muito variada de ilha para ilha.

O arquipélago foi descoberto em 1460 e povoado em 1462. A língua oficial é o português e a língua materna é o crioulo, resultante de uma mistura do português com as línguas africanas, diferenciado de ilha para ilha.

O território cabo-verdiano foi sempre marcado pela ocorrência de secas cíclicas que estiveram na origem de uma marcada emigração, tendo como destino os Estados Unidos da América, América Latina e outros países do continente africano. As décadas de 60 e 70 registaram uma forte emigração para os países europeus, com forte incidência para Portugal. Constata-se, presentemente, um recuo da emigração, sobretudo condicionado por uma conjuntura internacional pouco favorável à absorção desta mão-de-obra.

Em 1975 torna-se um Estado independente, sob a liderança do PAIGC (Partido Africano para a Independência da Guiné e Cabo Verde). Em 1980 dá-se a cisão Guiné Bissau/Cabo Verde e em 1981 o PAICV (Partido Africano para a Independência de Cabo Verde) passa a presidir os destinos do arquipélago. Em Janeiro de 1991 na sequência da abertura democrática de 1990, o Movimento para a Democracia (MPD) vence as primeiras eleições multipartidárias.

Cabo Verde é um país que tem uma história baseada na paz e na estabilidade política e social, com reflexos numa estabilidade institucional. Desde a independência tem tido um bom desenvolvimento a nível social, cultural e principalmente económico, fruto da grande abertura e do ambiente de paz e estabilidade. Recentemente com a adesão à Organização Mundial do Comércio, Cabo Verde conseguiu a elevação à categoria de país de rendimento médio e à parceria especial com a União Europeia.

Segundo (Reis, 2010) Cabo Verde é a ex-colónia Portuguesa que melhor soube caminhar a independência, que mais pacificamente transitou do sistema de partido único para o pluripartidarismo e de uma economia socialista de planeamento central para uma economia de mercado, em poucas décadas passou de um país pobre, quase sem recursos naturais e com boa parte dos seus recursos humanos na diáspora, para uma situação considerada de desenvolvimento médio, com indicadores de desenvolvimentos humanos positivos e encorajantes.

Cabo Verde é normalmente apresentado como o PALOP mais bem-sucedido, com melhores experiências de governação, com mais eficaz aproveitamento das ajudas internacionais e com melhores resultados para o desenvolvimento (Reis, 2010).

Segundo o Recenseamento Geral da População e Habitação realizado de 16 de Junho de 2010 registou-se uma população residente em Cabo Verde de 491 575 pessoas. Os efetivos registados por género apontam para um certo equilíbrio na distribuição da população por género (50,5% de mulheres contra 49,5% de homens).

A taxa média anual de crescimento da população cabo-verdiana entre os dois últimos censos, 2000 e 2010, é de 1,2%. No entanto não há uma homogeneidade nos ritmos de crescimento da população entre os diferentes concelhos. Os concelhos da Boavista, do Sal, e da Praia destacam-se por uma taxa de crescimento médio anual muito acima da média, registando valores de 7,8%, 5,5%, e 3% respetivamente entre 2000 e 2010, tendo-se registado valores negativos de TMCA. Trata-se de concelhos predominantemente rurais pelo que esta diminuição de população deverá estar relacionada com a falta de oportunidades de emprego estável e ou de fontes de rendimento no mundo rural de cabo-verdiano: S. Miguel, S. Salvador do Mundo, Ribeira Grande de Santiago, S. Lourenço dos Órgãos, Brava, São Filipe, Ribeira Brava, Ribeira Grande de Santo Antão e Paúl.

#### **1.4 – Clima**

O arquipélago de Cabo Verde integra-se numa vasta zona subtropical de clima árido semiárido que abrange toda a África ao Sul de Sahara na faixa de transição entre o deserto e os climas húmidos tropicais, zona designada por Sahel.

O clima é influenciado por três tipos de ventos, nomeadamente: Os ventos alísios, provenientes do Nordeste, são ventos frescos e secos, de Dezembro a Junho, são períodos de secas; Os ventos quentes e húmidos do Sudoeste, durante o período de Agosto até Outubro que são as estações de chuva. Os meses de Julho e Novembro são considerados períodos de transição.

Em certas épocas, principalmente entre Janeiro e Fevereiro, um vento Leste, muito quente e muito húmido – o harmatão – originário do deserto Sahara, que influencia, principalmente, as ilhas orientais, com graves consequências na sua agricultura. A irregularidade das chuvas também é condicionada pela passagem periódica do harmatão (Lopes, 2001).

A precipitação, irregular e às vezes torrencial, varia de ano para ano, nessas épocas, as cheias podem ocasionar efeitos desastrosos. Em geral, o efeito das cheias, resultante das precipitações intensas faz-se sentir com maior acuidade nas áreas urbanas localizadas na foz das bacias hidrográficas. A precipitação média anual não ultrapassa 300 mm para as zonas situadas a menos de 400 m de altitude. Todavia, nas zonas situadas a mais de 500 m, as precipitações podem ultrapassar 700 mm.

A temperatura varia pouco durante o ano e temperaturas elevadas são raras. A temperatura média é da ordem dos 25°C, nas zonas litorais a temperatura é mais alta,

enquanto nas zonas altas como é o caso de Santa Catarina (Santiago), cerca de 600 m de altitude, a temperatura máxima ronda os 22,5°C e na da Corda (Santo Antão), cerca de 1400 m, não ultrapassa, normalmente, os 20°C.

O país é extremamente vulnerável devido ao problema da seca e da desertificação. Esta vulnerabilidade advém, sobretudo das condições edafoclimáticas caracterizadas por secas cíclicas, chuvas torrenciais e irregulares, escassez do coberto natural vegetal (figura 1.2) e uma enorme pressão humana sobre os recursos naturais existentes.



**Figura 1.2** – Coberto vegetal, ilha de Santiago, Cabo Verde (Semedo, 2009).

### **1.5 – Fauna e Flora**

O país possui um nível bastante considerável de biodiversidade, expressa nas suas mais diversas formas genética, específica, taxinómica, ecológica e funcional. A biodiversidade cabo-verdiana é composta por variadíssimas espécies tanto de fauna como de flora terrestre.

A flora cabo-verdiana é rica em espécies endémicas, estando neste momento um grande número delas ameaçadas. Existem no país cerca de 90 espécies endémicas.

As espécies endémicas de Cabo Verde tiveram e têm grande importância socioeconómica e ecológica.

A natureza insular do arquipélago, aliada às ações nefastas de fatores climáticos e antrópicos, vêm contribuindo ao longo dos tempos para a degradação dos seus recursos naturais. Esta situação exige a implementação de medidas que garantam uma gestão sustentável dos recursos naturais de todo o território nacional.

Uma dessas medidas é, seguramente a adoção de um regime de proteção dos espaços naturais, paisagens, monumentos e lugares que pela sua relevância para a biodiversidade,

pelos seus recursos naturais, função ecológica, interesse socioeconómica, cultural, turístico ou estratégico, mereçam uma atenção especial, passando a integrar a rede nacional de áreas protegidas e contribuindo assim para a conservação da natureza e o desenvolvimento autossustentado do país.

Relativamente à fauna (figura 1.3), esta é escassa à parte de algumas aves e insetos endémicos de influência africana, por outro lado a fauna marítima é bastante rica e diversificada graças à limpidez e temperatura amena da água, com uma temperatura média de 25°C.



**Figura 1.3** – As cabras sob “Ficus gnaphalocarpa” (Duarte, 2007).

## **1.6 – A Economia de Cabo Verde no contexto da África Ocidental**

As economias africanas, em termos gerais, apesar da ajuda externa de que têm beneficiado ainda se revelam muito frágeis ou até, em certos casos, com tendência para a regressão, devido a alguns constrangimentos considerados essenciais.

O continente africano em 2005 representou apenas 1% do PIB mundial, 1% dos fluxos dos investimentos diretos estrangeiros, estes na sua maioria foram destinados aos recursos naturais e menos de 2% do comércio mundial (Trindade, 2006).

No essencial, as dinâmicas económicas africanas continuam assentes em pequenas atividades urbanas informais que sustentam os respetivos tecidos económicos, sociais e culturais. A economia informal tem neste contexto um papel central na oferta de emprego, na coesão social e no esbatimento dos efeitos negativos da crise global do continente.

Só poucos países escapam a esse quadro por terem um ambiente macroeconómico favorável, uma taxa de corrupção relativamente baixa para os padrões africanos, destes países destacam-se: África do Sul, Botswana e Maurícia.

Num plano estritamente económico, poder-se-á dizer que a estagnação económica em vastas regiões africanas tem que ver com um bloqueio na acumulação e com deficiências no investimento (Trindade, 2006).

Em relação ao bloqueio na acumulação, segundo o mesmo autor, é importante salientar que o modelo de desenvolvimento sustentado na substituição de importações não surtiu os efeitos desejados, porque tem sido baixo o investimento de raiz capitalista, tal como a procura interna, e as divisas afetas ao investimento, na sua maioria, são canalizadas para a importação de bens de primeira necessidade.

Neste contexto, o PIB que entre 1961 e 1973 tinha sido superior ao crescimento demográfico, com valores na ordem dos 4,6%, caiu para 2,1% no período entre 1980 e 1990, e para 1,4% entre 1990 e 1995. Na segunda metade dos anos 90, registou-se uma certa retoma, havendo mesmo países, mais precisamente 20, que conheceram um crescimento de cerca de 5% ou superior a isso. Desse grupo destacam-se: Angola, Moçambique, Guiné-Bissau, Costa do Marfim, Camarões, Maurícia, Togo, Burkina-Faso, Mali, Malawi e Egito. Houve um segundo grupo de 19 países com um crescimento do PIB entre os 3 e os 4,9%. De entre eles registam-se os casos de Cabo Verde, Argélia, Botswana, Gabão, Gana, Madagáscar, Namíbia, Nigéria, Senegal, Uganda, Zimbabwe e Tanzânia. Um terceiro grupo de 9 países com um crescimento abaixo de 3%, destacando-se aqui a República da África do Sul, o Quênia, a Suazilândia e São Tomé e Príncipe. Finalmente um quarto grupo de 5 países com crescimento do PIB em valores negativos: Marrocos, Serra Leoa, República Centro Africana, Congo-Brazzaville e República Democrática do Congo (Trindade, 2006).

Excetuando Marrocos, todos os outros têm conhecido situações de guerra civil e processos mais ou menos de desintegração do Estado.

Em relação ao investimento, deve-se dizer que tem sido baixo e de má qualidade, ou seja, pouco criterioso e pouco eficaz para as reais necessidades do continente africano.

Mesmo os países que sustentam a sua economia no petróleo, de um modo geral, continuam pobres e com dificuldades em capitalizar para o investimento e o desenvolvimento desse recurso natural.

No que diz respeito às exportações, o continente africano tem vindo gradualmente a registar perda de competitividade externa, traduzida no declínio das suas exportações. Em

1970 as exportações africanas representavam cerca de 2,4% das exportações mundiais, cifrando-se em 1996 em apenas 1,3%, mesmo assim este último assentava em cerca de 40% de petróleo (Trindade, 2006).

No que diz respeito à economia cabo-verdiana, ela tem estado estruturalmente dependente do abastecimento e financiamento externo.

A dependência da generosidade internacional, quanto a donativos e financiamentos a fundo perdido, agrava-se constantemente, devido à difícil situação que ocorre nos dias de hoje.

É num enquadramento económico de recessão, sem possibilidades de recuperação autossustentada, que se insere a economia cabo-verdiana.

No entanto, e ao contrário de quase todos os países africanos, Cabo Verde, desde a sua independência em 1975, tem conseguido fazer crescer regularmente o seu P.I.B, garantido novos investimentos da parte da comunidade internacional.

Em simultâneo a cotação da moeda nacional é garantida por um razoável nível de divisas estrangeiras em reserva do Banco Central.

Em 2009, o PIBpm estimado pelo BCV foi de 1.448 milhões de dólares americanos e o PIB “per capita” de 2.925 dólares. Apesar do crescimento do PIB em média de 11% na década 80, de 5% na década 90 e de 6% entre 2007 e 2009, Cabo Verde apresenta ainda uma grande dependência das transferências unilaterais e dos empréstimos externos, para o financiamento da sua procura interna e global.

O setor produtivo mais dinâmico tem sido o setor terciário. Este representou 64% da produção sendo o comércio, os transportes e atividades afins, os ramos que para além dos serviços governamentais, mais importância assumiram na formação do PIB, 31% em média de 1991 a 2000 e 39% em 2008.

Relativamente às atividades ligadas ao setor primário, são poucas produtivas, pois a agricultura não contribui com mais do que 6% e a pesca com 1%. Devido à esterilidade dos solos de algumas ilhas e, sobretudo, a escassez de água, tornam Cabo Verde muito dependente da importação de produtos alimentares.

No setor secundário salienta-se a importância da indústria de construção civil, com um contributo de 12% e a reduzida expressão da indústria transformadora, com apenas 7% de produção.

A construção civil tem apresentado nos últimos dez anos um grande dinamismo na economia cabo-verdiana, em grande parte, pelo aumento das infraestruturas turísticas, tendo

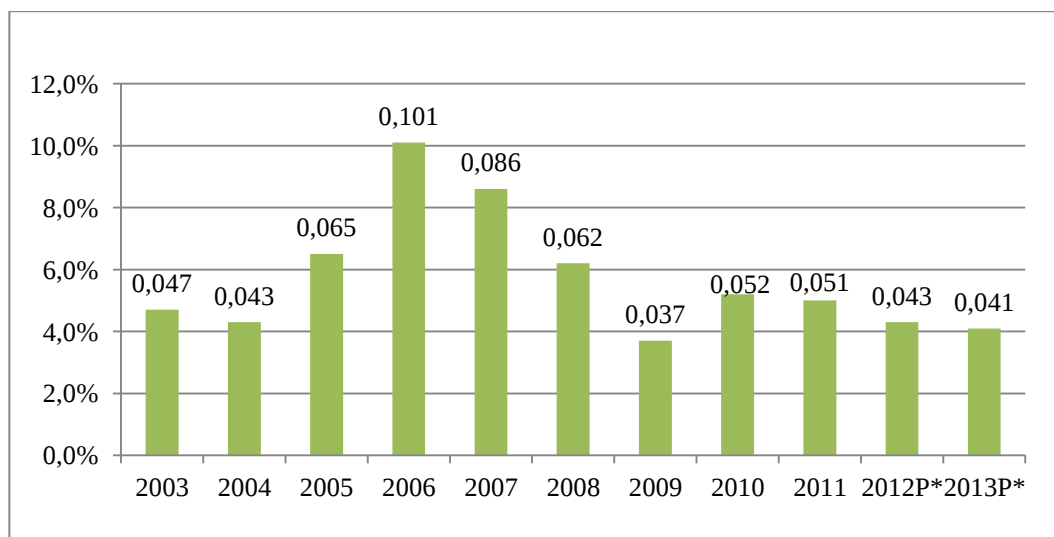
vindo a dar uma contribuição anual significativa à formação do produto setorial e do produto nacional.

Apesar do bom caminho percorrido, o FMI alerta para a necessidade de acertos, nomeadamente no campo orçamental.

Uma delegação do fundo monetário internacional que visitou Cabo Verde, constatou a desaceleração da economia cabo-verdiana ao longo de 2012, assente essencialmente na recessão da zona euro, na fraca procura interna e com o investimento direto estrangeiro a diminuir significativamente, sendo no entanto compensada pela evolução positiva da entrada de remessas de emigrantes e das receitas provenientes do setor do turismo.

Neste contexto, com os diversos indicadores de conjuntura a apontarem para uma desaceleração da procura interna, a atividade económica tem encontrado suporte, uma vez mais, na boa evolução da procura externa, não pelo dinamismo das exportações de mercadorias, mas sim pelo bom momento demonstrado pelo setor do turismo. No período de Janeiro a Setembro de 2012, o número de hóspedes no país aumentou 17,2%.

Após um crescimento do PIB de 5,1% em 2011, as projeções apontam para um ligeiro recuo do ritmo de crescimento da atividade para um valor em redor de 4,3% em 2012. Este ano, tal como sugerido pela FMI, o crescimento do PIB (figura 1.4) deverá ser mais moderado, na ordem dos 4,1%.



**Figura 1.4** – Crescimento real do PIB, fonte: Miguel, Espírito Santo Research, adaptado (Fevereiro, 2013).

Cabo Verde é um país pobre em recursos, mas que soube, desde muito cedo, valorizar os seus recursos humanos, tem havido um empenhamento significativo, apostando na sua qualificação e formação académica e profissional.

O crescimento económico progressivo tem impactos visíveis na vida da maior parte da população e os sucessivos Governos de Cabo Verde têm feito um visível esforço no sentido de melhorar cada vez mais os indicadores sociais a par dos económicos. Embora persistam taxas de extremas pobreza, nota-se uma progressiva melhoria das condições de vida dos cabo-verdianos e uma redução progressiva das assimetrias sociais e espaciais. O combate a pobreza tem sido um eixo privilegiado em todas as políticas setoriais, quer quanto a saúde, e educação, quer quanto a habitação e saneamento básico desde a independência.

Embora as carências sejam enormes e o rendimento disponível dos cidadãos cabo-verdianos seja bastante modesto em termos internacionais, a sua situação é bastante superior à que se verifica na generalidade do continente a que pertence.

É um importante ponto de escala do tráfego aéreo e marítimo, e se é pobre em recursos naturais, tem um bom clima, tem uma ótima localização geográfica, com recursos humanos trabalhados e apetência para a emigração.

Sendo um pequeno país, sem pretensões hegemónicas, a sua aptidão para cooperar com países vizinhos não é motivo de desconfiança, nem suscita quaisquer rivalidades.

## **CAPÍTULO 2 – CARATERIZAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES E NECESSIDADES HABITACIONAIS EM CABO VERDE**

### **2.1 – Considerações iniciais**

Apesar das teorias existentes relativo ao descobrimento das ilhas de Cabo Verde, ainda não foram descobertos vestígios de construções que atestem a permanência do homem em Cabo Verde antes da chegada dos Portugueses, no século XV, portanto, parte-se do princípio de que as técnicas de construção e a arquitetura tenham evoluído a partir do processo de colonização, iniciado nessa época de expansão Europeia (Gomes, 2004).

Assim, neste capítulo será apresentada a evolução das diferentes tipologias arquitetónicas existentes em Cabo Verde.

### **2.2 – Identificação e evolução das tipologias**

A casa cabo-verdiana surge no início do povoamento das ilhas, destacando-se o povoamento da ilha de Santiago, a Cidade Velha, hoje Património Mundial e aí se encontram exemplos notáveis de arquitetura de influência europeia, principalmente portuguesa, iniciando-se um processo que posteriormente adquiriu as suas características próprias (Delgado, 2011).

Segundo Gomes (2004), a adaptação da arquitetura proveniente das terras continentais, tanto europeia, como africana à insularidade vulcânica foi o aspeto mais notável da evolução das construções em Cabo Verde.

Relativamente aos modelos habitacionais de origem europeia, observa-se que o colonizador Português transportou a sua experiência urbana ou rural, adequando-se à realidade local, tendo de criar alternativas em áreas com condicionantes diferentes das do seu país de origem, assim terá tido contacto com as experiências trazidas pelos povos africanos. Este grupo, na sua condição de povo dominado, pôde concretizar de uma forma muito mais controlada os traços culturais característicos das formas de habitação de origem (Sampaio, 2006).

A classificação tipológica das casas cabo-verdianas é fácil de definir. As habitações primam pela simplicidade da planta e pela relativa complexidade das técnicas de construção.

Segundo Évora e Spencer (1980) a tipologia da habitação em Cabo Verde, apresenta certas semelhanças com a portuguesa, havendo, no entanto, devido à estabilidade e amenidade climática, um maior aproveitamento do espaço exterior desenvolvendo-se aí várias funções.

Segundo os dados preliminares do censo de 2010 (INE, 2010), a maioria das famílias cabo-verdianas, 67,1% vive em habitações individuais, o que mostra uma preponderância da expansão horizontal, apesar de a tendência ser cada vez mais de construção na vertical.

Nos Municípios mais rurais essa tendência é muito mais vincada, atingindo o valor de 98,5% no Município de São Salvador do Mundo. As famílias que vivem em apartamentos são mais frequentes no meio urbano, atingindo o valor máximo de 70,7% na ilha do Sal, seguido pela Praia com 51,7%. Na ilha de São Vicente, apesar do elevado índice de urbanização (92,6% de população urbana), persiste a preponderância das famílias que vivem em habitações individuais (60,1%) sobre as que vivem em apartamentos (35,9%).

As habitações individuais são habitações unifamiliares, mais ou menos completas sobretudo no que diz respeito ao número de divisões por categoria de uso. No entanto a diversidade é grande no que concerne à dimensão, equipamento, acesso às redes de água, esgoto e eletricidade e a qualidade global do edifício.

### **2.2.1 – Construção e a arquitetura das habitações tradicionais**

A construção tradicional compreende abrigos e todos os outros edifícios de uma comunidade com os contextos envolventes e recursos disponíveis e consiste num trabalho espontâneo de construção baseado no conhecimento acumulado das gerações.

Geralmente essas habitações são autoconstruídas pela comunidade, utilizando processos construtivos tradicionais, são edificadas para responder as necessidades específicas, salvaguardando os valores, a economia e modos de vida das culturas que a produzem.

A construção e arquitetura tradicional cabo-verdiana apresentam, na generalidade, aspetos formais morfológicos muito simplificados. Assim, a sua abordagem incidirá, sobretudo nas áreas tipológicas.

No que toca à tipologia, a construção tradicional divide-se em dois modelos de origem diversa: as habitações de tipologias circulares, denominadas de funco e as casas retangulares.

#### **2.2.1.1 – Habitação tradicional de tipologia circular**

Essas habitações podem ser encontradas junto dos camponeses do interior das ilhas de Santiago e do Fogo. É a habitação mais simples usualmente denominada de funco (figura 2.1).

Trata-se duma cabana em que a estrutura é constituída por um círculo feito em muros de cascalhos, sem areias nem cimento, coberta por um teto em forma de cone em palha. Tem uma única abertura feita a partir de uma porta à 30 cm do solo para se proteger das águas das chuvas e outras agressões naturais. Com um diâmetro de 2,40 m aproximadamente, o piso é de terra batida. A altura do muro é de aproximadamente 1,50 m, a altura total, tendo em conta os muros mais a cobertura nunca ultrapassa 2,50 m. A inclinação do teto situa-se entre 35 - 45°.

A armadura da base do teto cónico é um conjunto de ramas das quais as extremidades estão ligadas com ajuda duma corda trançada no próprio local, o que torna o conjunto sólido. As vigas repousam sobre umas saibreiras fixadas no interior do muro em pedra ou são fixados no muro com ajuda duma argamassa de lama. Após ter sido colocada a estrutura de madeira no lugar, fixam-se às vigas alguns ramos horizontais e de seguida alguns ramos de forma radiadas.

A estrutura de madeira estando no lugar, é coberta com um leve tapete de folhas de palmeira ou de bananeira antes de se colocar a palha. De seguida o conjunto é amarrado em rede para evitar que os elementos da cobertura sejam levados pelo vento.

O funco é a única forma de habitação rural que representa as vivências rurais de origem africanas. No entanto esta hipótese não é unânime porque esta mesma forma de construção é também perceptível em algumas regiões de Portugal, na Sardenha e na Sicília. Um estudo realizado em 1948, descreve o funco como uma das formas de habitação primitiva em Portugal. Isto poderia levar a crer pela opção da influência portuguesa muito marcada sobre outras formas de habitação rural em Cabo Verde.

Mas tendo em conta o vocábulo funco, palavra de origem africana utilizada para designar determinados tipos de habitação, esta hipótese não é viável. Além do mais, o aspeto morfológico do funco cabo-verdiano assemelha-se às cabanas africanas à exceção dos materiais utilizados: em Cabo Verde, a pedra substitui os elementos de origem vegetal para a construção dos muros.

Segundo João Lopes Filho citado por (Delgado, 2011) funco é um vocábulo de língua africana, supõe-se que terá chegado ao arquipélago acompanhado esta técnica de construção muito utilizada em África, vindo justamente da região de maior contacto com Cabo Verde e donde provinha grande parte dos negros que passavam pelo entreposto escravagista montado em Santiago. O funco é assim, uma construção típica caracterizada

apenas por um espaço de planta circular, com uma cobertura cônica em palha, sem janelas e com uma porta baixa.



**Figura 2.1** – Imagem dos funcos, habitações da Comunidade Rabelados (Portal de Arquitetura Cabo Verde).

#### **2.2.1.2 – Situação atual das habitações de tipologia circular**

As habitações circulares denominadas de funco, encontram-se em via de desaparecimento, e encontra-se apenas nos pontos mais afastados da civilização, na ilha de Santiago, ainda hoje a comunidade dos Rabelados vive nessas habitações, em estreita harmonia com o sistema de valores e crenças que define a união e integração com a natureza. Os funcos dos Rabelados são exclusivamente construídas em palha e cariço, essas habitações têm um excelente isolamento térmico e estende-se ao desenvolvimento sustentável, numa micro escala.

O desaparecimento do funco está relacionado com a difusão da casa retangular, uma habitação mais ampla, mais cómoda e mais bem iluminada.

Não obstante os funcos devem ser preservados, por constituírem um dos testemunhos mais representativos de uma das vertentes da cultura cabo-verdiana. Essas habitações não podem ser eliminadas bruscamente, poder-se á verificar a verdade de um mundo ambiente tão profundamente ameigado a uma tradição de vida e que não pode nem deve ser eliminado de um dia para outro.

Presentemente, essas habitações vão se tornando incaraterísticas, tanto no seu aspeto exterior como no interior, o que constitui sem dúvida, a consequência do “efeito de demonstração” exercido pelos fluxos turísticos.

Até à década de 40, todo o bairro de Fonti-lexo na vila de São Filipe, na ilha do Fogo, era construído de habitações deste tipo, atualmente os funcos da ilha do Fogo (figura 2.2), são destinados fundamentalmente para o turismo.



**Figura 2.2** – Funco atual na ilha do Fogo.

### **2.2.1.3 – Habitação de tipologia retangular**

A forma de habitação mais encontrada nas ilhas é a casa de planta retangular (figura 2.3), com paredes de alvenaria e cobertura inclinada com duas águas. A casa retangular é provavelmente a evolução direta das casas de planta quadrada das quais se encontram alguns exemplos nas ilhas.

Na planta retangular, está patente a tentativa para que a casa seja um meio civilizador e um veículo de iniciação das populações africanas nos modos de vida ocidentais (Milheiro, 2013).

Neste sentido, as casas de planta retangular têm normalmente duas divisões, com cobertura de colmo de duas a quatro águas, composta também por um quintal nas traseiras. A sua configuração rústica é marcada essencialmente pelo facto das paredes não serem revestidas e da sua fachada apresentar normalmente duas janelas e uma porta entre elas.

Em Cabo Verde este tipo de habitação está presente na maioria das zonas rurais e em algumas zonas da periferia urbana e arredores, sendo que estas já apresentam modificações patentes relativamente ao aspeto genuíno (Inocêncio, 2010).

A superfície habitável, o desenvolvimento das peças e a qualidade dos acabamentos são definidas em função da estratificação social. O processo de agenciamento e de

apropriação do espaço interior é feito por etapas, de forma que, duma construção originalmente simples chega-se a uma forma mais complexa do tipo, habitação semievolutiva.

Na categoria de habitações retangulares distinguem-se dois tipos: a casa retangular do tipo I e a casa retangular do tipo II.

#### 2.2.1.3.1 – Casa tradicional retangular tipo I

O modelo mais simples de planta retangular é a casa composta por uma única peça. As dimensões são de 6 a 8 metros de largura. Os seus muros são construídos com pedras que se encontram na proximidade das casas. Isto dá sempre um aparelho em blocos de basalto onde os interstícios são amarrados com ajuda de detritos ou pedras chistosas de pequeno porte, às vezes em cascalho. Estas pedras não são dimensionadas, tirando partido da sua forma natural. Noutros casos, elas são articuladas na argamassa de terra ou revestidas de cal, (figura 2.3).

A espessura do muro varia entre 40 a 60 cm. A altura não ultrapassa os três metros. A abertura é reduzida a uma porta e a duas janelas, que rondam respetivamente, os  $(2 \times 0,7) \text{ m}^2$  e  $(1 \times 0,6) \text{ m}^2$  e são ambas construídas com lintéis de madeira (Inocêncio, 2010).



**Figura 2.3** – Casa tradicional de tipologia retangular, situada na Cidade Velha (Inocêncio, 2010).

Relativamente a cobertura do teto (figura 2.4) é usualmente inclinada com duas águas, revestida de colmo e costuma apresentar uma estrutura composta pelos habituais elementos: linhas, asna, tirantes e com ripas com cerca de 20 cm de espessura (Inocêncio, 2010).

Os elementos da estrutura em madeira que sustenta a cobertura são ramos, feixes de folhas de palmeira ou de sisal. Esta armação é de seguida recoberta com um tapete de folhas de bananeira ou de painéis de tábuas trançadas no chão, sobre o qual se repousa a camada de palha (*androposon gayanus*), espécie de erva vivace de grande altura, ou de cana-de-açúcar.



**Figura 2.4** – Cobertura de uma habitação tradicional de tipologia retangular (Sampaio, 2006).

Estas habitações, na sua maioria, são construídas com pedra, material mítico e secular, que contribuiu, de certa forma, para a manutenção desses modelos, têm pavimento em terra e não têm instalações sanitárias, funcionalmente, no seu interior, dispõem apenas do espaço para dormir e de um espaço de sala para comer, muitas vezes também utilizado como dormitório e exteriormente, no quintal, cozinha-se e guardam-se os animais (Delgado, 2011).

O desenvolvimento interior é determinado pelos imperativos utilitários: a construção pode servir de casa para habitação, de cozinha, de dispensa ou de depósito. Frequentemente, ela preenche as quatro funções ao mesmo tempo, sem que seja necessário, colocar divisões interiores.

#### **2.2.1.3.2 – Casa retangular tipo II**

A casa retangular de duas peças separadas por um muro em basalto ou por uma divisão armada em esteiras de bananeira ou telas trançadas. Este tipo de casa tem normalmente duas portas exteriores, uma porta principal de entrada e uma outra dando para o quintal familiar, cercado em pequenas paredes de pedra. As aberturas das janelas são situadas na fachada principal. É interessante notar a simetria frequente destas aberturas, o que denota o valor a uma interpretação estritamente utilitária ou funcional da forma destas construções.

Para o pavimento, primeiro prepara-se a terra antes de a cobrir com uma camada fina de cimento, onde o mais frequente é a terra batida. Com o andar do tempo a casa principal é prolongada com uma série de anexos, tais como adega, despensa, depósito ou armazém. Às vezes é a casa principal que evolui com a junção de peças suplementares. Então a peça central e a entrada podem ser utilizadas como corredor ou sala de espera.

O número de peças, a qualidade geral dos acabamentos, a existência dum pavimento revestido, a substituição periódica dos materiais de cobertura, tudo isto depende de qualquer forma da evolução económica do proprietário da casa. A frequência das casas revestidas, pintadas e cobertas de telha ou placas, tornou-se assim o critério fácil e imediato permitindo a análise da potencial riqueza desta ou daquela aldeia, ou de uma região em relação á outra.

De facto, os aldeões munidos de algum dinheiro líquido, remessa especial de fundos de um familiar emigrado, investem imediatamente na construção ou expansão da casa (Aurelino et Duarte, 1981).

#### 2.2.1.3.3 – Estado atual dos edifícios retangulares

As casas tradicionais que foram construídas na época colonial, localizadas nas periferias urbanas e arredores, sofreram alterações relativamente aos revestimentos utilizados na cobertura. Assim, a cobertura de palha foi substituída por telhas cerâmicas ou de fibrocimento (figura 2.5).



**Figura 2.5** – Casas de tipologia retangular, com cobertura em telha de cerâmica (Ilha da Boavista).

Alguns conjuntos das casas retangulares merecem igualmente ser preservados. Existe um conjunto muito interessante dessas habitações na Cidade Velha.

O arquiteto português Álvaro Siza Vieira, projetou o plano geral de reabilitação da Cidade Velha, tendo em vista esse objetivo. A construção da pousada São Pedro (figura 2.6), um projeto do nobel da arquitetura, o que por si só poderá contribuir para o aumento do número de turistas em Cabo Verde.

A pousada está implementada a cerca de 500 metros do centro do sítio histórico da Cidade Velha no vale da Ribeira Grande, é constituída por quatro pequenos pavilhões, dispostos em torno de um pátio quadrangular, inspirados na tipologia de construção local, a articulação das edificações, bem como a escolha dos materiais e das técnicas de construção, têm como referência o tipo de ocupação e as dimensões e aparência das casas tradicionais existentes.



**Figura 2.6** – Pousada Nacional São Pedro (Plano de recuperação e transformação da Cidade Velha, do arquiteto Siza Vieira).

## **2.3 – Construção e arquitetura colonial**

O traçado arquitetónico colonial das cidades do arquipélago são essencialmente a herança das tendências provenientes do traçado das cidades portuguesas, onde se destaca: os sobrados e as construções do estilo manuelino.

### **2.3.1 – Os edifícios sobrados tradicionais**

Os traços dum estilo particular são frequentemente notados em algumas cidades e muito difundido nas aldeias. Estas casas muito comuns são conhecidas como sobrados, pertencem aos antigos proprietários de terras, comerciantes ou a alguns notáveis agricultores com uma insolvência visível.

Os sobrados (figura 2.7) são grandes casas europeias, são essencialmente a herança das tendências provenientes do traçado das cidades portuguesas, seja pelos materiais utilizados, seja pela sua conceção, este tipo de construção é caracterizado pelo pé direito elevado, dotadas de uma varanda superior longa e saliente (Inocêncio, 2012).



**Figura 2.7** – Edifícios sobrados da Ilha do Fogo (Inocêncio, 2010).

Com a abolição da escravatura, a produção camponesa, deixa de ser apenas de subsistência, ganha força e provoca mudanças significativas no povoamento. Surge, então, uma estrutura social constituída pelos grandes senhores de terra, os morgados e os rendeiros, mestiços e os escravos libertos e estes últimos, tomam de arrendamento as terras dos morgados. E assim, surge, então, um novo tipo de habitação denominado, o sobrado ou seja, casa grande, e à volta dele desenvolviam-se os casebres dos rendeiros e o essencial neste tipologia é a existência de um pátio interior, elemento que, para além de ter a função de lazer e estar familiar, exercia uma outra função, como elemento microclimático de toda a estrutura da casa e encontra-se nos aglomerados urbanos e na cidade (Delgado, 2011).

As casas, casinhotos e os sobrados afirmam-se como objetos físicos e socias que marcaram durante muitos séculos os diversos centros de desenvolvimento, constituindo, assim, espaços cheios de significados psicológicos e sócio – culturais (Delgado, 2011).

O nível interior da casa é reservado às atividades comerciais, adega, armazém ou depósito. A inspiração deste tipo vem diretamente da arquitetura das vilas portuguesas. Trazida a Cabo Verde pelos colonos que fizeram algumas adaptações e transformações de acordo com o clima local. Como a varanda coberta com prolongamento de cobertura para servir de pára-sol.

A estrutura da cobertura é de quatro águas, a armação em madeira e a cobertura em telhas americanas com tábuas de madeiras importadas dos EUA ou telhas de marselha, telhas de terra cozida. Este tipo de casas é sempre prolongado por um conjunto de anexos fechados. A circulação vertical desenvolve-se através de duas escadas, frequentemente em madeira, uma no interior e outra no exterior dando diretamente para a varanda.

Estas tipologias representam uma evolução na habitação devido à sua conceção e aos respetivos métodos construtivos. Uma evolução que marcou, essencialmente, a cobertura, com a introdução da telha de cerâmica importada, e que passa a ser construído com quatro águas (Delgado, 2011).

Nas ilhas de Fogo, da Brava, e da Boa Vista, os sobrados constituem os mais significantes patrimónios arquitetónicos edificados de influência portuguesa, assim como na Ribeira Brava, em São Nicolau, pela sua arquitetura e simbolismo (Delgado, 2011).

Existem em Cabo Verde, um grande número de mansardas (figura 2.8), uma influência tardia da Lisboa Pombalina.



**Figura 2.8** – Habitações com mansardas em Mindelo (Alves, 2009).

### **2.3.2 – Situação atual dos edifícios sobrados**

Alguns edifícios coloniais encontram-se atualmente em fase avançada de degradação (figura 2.9), justificando-se a sua requalificação e reabilitação, no sentido de serem reutilizados e adequados à realidade atual, de modo a preservar as suas funcionalidades mais básicas, como a segurança estrutural, a arquitetura e o conforto ambiental.



**Figura 2.9** – Estado atual de um edifício da época colonial, na cidade da Praia.

Importa acrescentar, no que se refere à reabilitação dos edifícios, que não é dada a devida importância relativamente à cobertura, pelo que é comum encontrar uma casa com a fachada reabilitada e a cobertura ainda em estado degradado (Inocêncio, 2010).

Entretanto, verifica-se que, de um modo geral, não é usual fazer a reabilitação dos edifícios que se encontrem em estado avançado de degradação, nestes casos, costuma-se optar pela demolição dos edifícios antigos, para construção de novos edifícios. Torna-se importante salientar que estes modelos habitacionais são uma parte indispensável para uma caracterização histórico/cultural do país, devendo haver políticas para a sua preservação.

## **2. 4 – Arquitetura e construção contemporâneas**

Atualmente as características da arquitetura são muito semelhantes às tendências europeias. O quadro de novas construções adota materiais, soluções e técnicas utilizadas em países com características climáticas diferentes das do arquipélago.

Neste caso, é importante salientar que a arquitetura deve-se adaptar sempre às condições do clima e não o contrário. Um dos erros mais frequentes da construção em Cabo Verde é a inadaptação das soluções ao clima (Lopes, 2001).

### **2.4.1 – Edifícios contemporâneos**

Presentemente, na periferia das principais cidades, encontram-se construídas várias moradias contemporâneas e prédios para habitação, comércio ou escritórios que privilegiam a utilização de materiais ditos nobres, como o betão armado nos elementos estruturais, blocos de cimentos nas paredes e por vezes, telhas nas coberturas.

Em Cabo Verde evidenciam-se também vários problemas ligados a sustentabilidade ambiental. Presentemente, as características de construção são semelhantes à europeia.

A construção europeia (figura 2.10), aplicada a um clima temperado, que apresenta grande amplitude térmica entre as duas mais importantes estações do ano, Inverno e o Verão, não é adequada para o clima de Cabo Verde, para suprir as necessidades ligadas ao clima e salvaguardar as tradições, a cultura e finalmente as relações sociais.



**Figura 2.10** – Estilo de arquitetura europeia em Cabo Verde (Alves, 2009).

A importação e uso de métodos e técnicas estrangeiras podem ser um risco que irá proporcionar uma sobrecarga ao ambiente. Esta situação pode aumentar as patologias e comprometer o ciclo de vida útil dos edifícios. O desconforto nesses edifícios será compensado com o aumento da demanda energética e consequentemente o aumento do impacto ambiental.

Evitar os impactos negativos sobre a saúde, segurança e conforto dos utentes, deve ser uma preocupação primordial ao selecionar os materiais de construção. O tamanho e a forma de construção, a orientação de um edifício, a quantidade de vidros utilizados, a seleção dos sistemas de aquecimento, são portanto componentes chaves na melhoria do desempenho e redução do consumo de energia do edifício (Alves, 2009).

Em regiões com períodos característicos de clima tropical seco, como é o caso de Cabo Verde é aconselhável a utilização de soluções de elevada inércia térmica. A inércia térmica de um edifício é caracterizada pela capacidade de armazenamento de calor que o edifício apresenta e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos e materiais de construção. Os edifícios estão sujeitos a grandes amplitudes térmicas diurnas pelo que uma

elevada inércia térmica ajuda a atenuar e a atrasar as variações de temperatura nos espaços interiores.

A elevada capacidade de armazenamento de calor dos materiais permite que o calor penetre devagar através das paredes e da cobertura. Após o pôr-do-sol a temperatura exterior nestes locais tende a baixar acentuadamente e a elevada massa térmica dos edifícios atua como volante de inércia. De dia os espaços interiores estão mais frescos que o ambiente exterior e à noite verifica-se o inverso, assim, as aberturas na envolvente devem ser estudadas de modo a permitirem o controlo de entrada direta da radiação solar (Alves, 2009).

Nos edifícios tradicionais nomeadamente: as habitações de tipologia circular e retangular, é possível observar certas soluções arquitetónicas que revelam que os seus projetistas e construtores tiveram em conta os aspetos mencionados: as soluções arquitetónicas existentes são caracterizadas por paredes exteriores de elevada espessura, construídas com materiais locais com por exemplo o basalto e o adobe de elevada massa.

A cobertura da edificação é também um dos pontos mais importantes a serem considerados, uma vez que esta recebe o máximo de radiação solar. Portanto, é fundamental ter uma solução estrutural adequada e o emprego de materiais de suficiente inércia térmica, com coeficientes de absorção, reflexão e emissividade que resultem numa atenuação do fluxo de calor para dentro do recinto.

O respeito por estas questões irá estimular uma nova abordagem construtiva para o conforto interior e saúde.

#### **2.4.2 – Moradias unifamiliares**

Nos bairros clandestinos (figura 2.11) e no meio rural, geralmente, o modelo de construção é precário. São habitualmente casas de piso térreo, com cobertura plana, sendo que esta muitas vezes é aproveitada para guardar materiais, produtos e ferramentas de agricultura e até animais.



**Figura 2.11** – Bairro urbano de habitação espontânea, cidade da Praia.

Não há propriamente uma diversidade dos materiais quando se trata de construir habitações modestas principalmente situadas em regiões agrícolas. O trabalho é coletivo e tudo se passa entre amigos e vizinhos com o propósito de ajudar uns aos outros cada um a seu tempo.

À medida que a construção passa do estado simples para o estado mais complexo tipo casa semi-evolutiva ou quando o tamanho ou a qualidade da casa requer uma especialização qualquer, nota-se então uma distinção progressiva dos materiais.

É costume ver que quem constrói uma casa deve fazer apelo aos amigos e vizinhos segundo a prática do “djunta mon”, que significa entre ajuda. Isto não é nada mais nada menos que um sistema de permuta na matéria de construção.

De facto, o ato de construir uma casa familiar tal e qual se entende em Cabo Verde, sobretudo nas zonas rurais possui em si um aspeto de ritual de festa. Por exemplo, quando se constrói, a partir do momento em que os muros estão compostos, iça-se uma bandeira no topo do triângulo de cada pinhão. As bandeiras simbolizam a vitória e anuncia a todos da comunidade que não participaram na construção que a festa irá começar em breve. A partir daquele momento todos se apressam para se juntar ao grupo, cada um trazendo consigo um presente, de preferência o grogue uma bebida típica cabo-verdiana, que é uma espécie de rum de cana, para celebrar o evento com todos os que participaram do mesmo.

Este tipo de construção utiliza maioritariamente paredes de alvenaria resistentes simples, com blocos de cimento assentes sobre o muro de fundação em pedra. Estes blocos são assentes com argamassas de cimento e areia e deveriam ser revestidos também com uma argamassa, o que não se verifica nem no exterior, nem no interior da moradia, por motivos económicos. Estes blocos (figura 2.12) são fabricados em grande massa de forma industrializada, porém com um controlo da qualidade deficiente ou quase inexistente, tanto no fabrico dos próprios blocos, como das matérias-primas utilizadas, nomeadamente: cimento, areia, brita ou jorra. Em muitos casos, os blocos de cimento são maciços e fabricados de forma artesanal junto ao próprio edifício a construir, sem qualquer critério técnico ou de qualidade.



**Figura 2.12** – Blocos de cimento industrializado na cidade da Praia.

É preocupante o facto de não haver uma obrigatoriedade que imponha a homologação e ensaios dos blocos de cimento fabricados em Cabo Verde, de acordo com os métodos de fabrico, materiais empregues, características técnicas, resistência e controlo de qualidade. Tanto é mais preocupante quando em muitas situações, os blocos são utilizados em paredes de alvenaria resistentes que vêm, posteriormente, a suportar mais pisos, com a agravante de se desconhecer a qualidade das argamassas de assentamento e por não existirem rebocos que dariam uma outra capacidade resistente ao conjunto, embora não fosse essa a sua função principal.

No que concerne aos riscos que as famílias enfrentam nos bairros precários, podem ser apontadas algumas categorias, a saber: riscos para a saúde pública, riscos de desabamento, riscos de acidentes, riscos de inundação e transporte da habitação pelas enxurradas. A falta de infraestruturas e equipamentos sanitários nessas habitações leva as famílias a utilizarem os espaços públicos (figura 2.13) para a satisfação das suas necessidades fisiológicas e para se desfazerem das águas residuais e do lixo, o que, para além de se constituir um aspeto

inestético da paisagem urbana, favorece o desenvolvimento de insetos e roedores que constituem vetores de transmissão de doenças infecciosas (Plano nacional de habitação, 2010).



**Figura 2.13** – Derrame das águas residuais em espaço público.

No que concerne aos riscos do desabamento da estrutura ligadas à má qualidade da construção, geralmente essas habitações têm problemas estruturais graves e correm o risco de colapsarem por defeitos a nível da estrutura de suporte, existem inúmeros edifícios com cobertura (figura 2.14) de betão armado mal construído e em risco de desabamento sobre as famílias residentes.



**Figura 2.14** – Aspeto de uma cobertura plana com laje de betão armado, onde se observa a armadura à vista por falta de recobrimento.

Relativamente aos bairros nobres, é muito comum encontrarem-se moradias em duplex. Normalmente no primeiro piso situam-se as zonas de dormir, varandas ou terraços (figura 2.15).

Os promotores desta construção são particulares com algum poder económico, recorrendo a pequenas empresas locais de construção ou mais habitualmente, a um técnico especializado na área, sendo que o acompanhamento da obra é feito pelo próprio dono da obra, em paralelo com o técnico.

Nessas habitações, utilizam-se técnicas e materiais importados, dispõem de infra-estruturas e equipamentos necessários à manutenção de um modo de vida urbano e apresentam, na maior parte dos casos, uma arquitetura não-tradicional (Alves, 2009).



**Figura 2.15** – Moradia unifamiliar em bairros nobres da cidade da Praia.

É de salientar que neste modelo de construção, as paredes são construídas com blocos de cimento assentes sobre um muro de fundação e travadas por meio de pilares, lintéis e lajes em betão armado. Geralmente o betão é fabricado “in situ”, amassado em betoneira de 250 a 350 litros de amassadura (figura 2.16), com recurso a uma grande quantidade de operários liderados por um manobrador que tem olho para a massa, habitualmente o manobrador ajusta a constituição do betão, baseando em conhecimentos empíricos. Os componentes da amassadura, tais como: a água, o cimento, a areia e brita com uma granulometria, são introduzidos oportunamente dentro da betoneira. O cimento é medido ao saco, ou seja ao peso de 50 kg e os restantes componentes são medidos através de recipientes de plásticos, muitas vezes todos com volumetrias diferentes entre si, o que dificulta a fiabilidade da calibração dos materiais (Inocêncio, 2012).



**Figura 2.16** – Amassadura do betão para a execução de uma habitação unifamiliar.

No que diz respeito às coberturas, predomina a utilização da laje maciça em betão armado. Essa solução construtiva tem uma grande difusão, porque no mercado ainda não estão difundidas alternativas melhores e mais económicas, como por exemplo as lajes prefabricadas.

É de constatar que numa operação de betonagem de uma laje, cada amassadura é diferente de todas as outras e que, conseqüentemente, o produto final obtido não será mais do que uma manta de retalhos, armada por uma armadura de aço que muitas vezes fica à vista, alterando a secção da peça betonada e, por conseguinte, a característica geométrica para a qual foi concebida. O mesmo se passa com o pessoal que anda sobre as armaduras, durante o processo de betonagem e assim, passa a ter uma secção útil da laje mais reduzida, embora a face inferior do elemento de betão venha a ficar à cota determinada.

#### **2.4.3 – Edifícios em altura**

Nos centros das cidades ou grandes zonas urbanas, encontram-se prédios, onde geralmente o piso térreo é destinado ao comércio ou escritórios, sendo que os restantes pisos são destinados à habitação (figura 2.17).



**Figura 2.17** – Edifícios em altura destinados à habitação, cidade da Praia.

Este modelo de construção é caracterizado por uma estrutura resistente em betão armado e paredes de alvenaria de blocos de cimento. A estrutura é assente sobre sapatas de fundação ligadas, quando aplicável, por vigas ou simples lintéis de fundação. Os elementos estruturais são: vigas, pilares, lajes e as eventuais paredes resistentes, criteriosamente concebidos e dimensionados de acordo com métodos científicos, salvaguardando sempre a segurança da estrutura e o conforto (Carvalho e Ferreira, 2003).

As paredes são executadas em blocos de cimento assentes e rebocadas com argamassas de cimento e areia, ao que se aplicam os acabamentos tão variados como pinturas, mosaicos de parede e azulejos.

Atualmente tem surgido uma nova tipologia de edificação que consiste em edifícios em altura, em que todos os pisos são destinados a escritórios. Neste modelo de tipologia, verifica-se uma certa evolução relativamente à tecnologia construtiva da cobertura, uma vez que, passa a predominar a utilização de lajes aligeiradas (figura 2.18), com resultados vantajosos que adiante se abordarão.



**Figura 2.18** – Utilização da laje aligeirada em edifícios de escritórios, cidade da Praia.

É de salientar no que diz respeito ao conforto térmico das habitações, de um modo geral e ao contrário do que se fazia no passado, pouca ou nenhuma atenção tem sido dada às questões do isolamento dos edifícios. Em muitas situações e em determinadas épocas do ano, torna-se necessário o recurso aos aparelhos de ar condicionado e consequente dispêndio desnecessário de energia, a qual chega a representar, em média mais de 30% da energia total consumida na cidade da Praia.

#### **2.4.4 – Construção para o ecoturismo**

A indústria do turismo tem ganho um peso cada vez maior na economia do arquipélago de Cabo Verde. O Banco de Cabo Verde calcula que a entrada de turistas estrangeiros tenha gerado receitas para o país na ordem dos 25,3 milhões de contos em 2008, um crescimento de 7,8% em relação a 2007.

Relativamente à entrada de divisas, dados do BCV revelam um crescimento significativo dos gastos dos turistas estrangeiros com viagens para Cabo Verde, passando de 4,8 milhões de contos em 2000, para 25,3 milhões de contos em 2008, um aumento de 425%, (Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Turismo em Cabo Verde, 2010/2013).

Devido à importância que o desenvolvimento do setor turístico tem na geração de divisas para o país, urge explorar novas alternativas para o incremento desta atividade, uma vez que a diversidade da oferta irá possibilitar um aumento da atividade e das receitas.

Atualmente em Cabo Verde estão a ser projetados, complexos hoteleiros de luxo, que integram aldeamentos de apartamentos e vivendas, campos de golfe e casinos dirigidos para

uma clientela selecionada. Os projetos imobiliário-turísticos, são aliás, aqueles que atraem a maior fatia dos investimentos estrangeiros (Daun e Santos, 2009).

Já se verificou que o setor do turismo é o motor da economia cabo-verdiana, uma vez que o setor da construção civil está dependente da economia, é de extrema importância apostar em construções sustentáveis para um turismo mais ecológico.

O ecoturismo é promovido como um estímulo ao desenvolvimento de regiões com carências económicas, pela sua natureza, estimula o aumento da criação de micro, pequenos e médios negócios, incrementa a produção de bens e serviços, gera empregos tanto nos meios rurais, como nos meios urbanos, envolve um mercado bastante amplo e permanente: o dos turistas estrangeiros e dos nativos residentes no país (Alves, 2009).

A construção para o ecoturismo vem contrariar o turismo tradicional como bem de consumo em massa no qual, além de raras vezes se condicionarem devidamente os fatores ambientais e ecológicos, os benefícios para as populações locais são escassos e os turistas recebem uma visão estereotipada e muito frequentemente, distante da realidade (Inocêncio, 2012).

O ecoturismo é uma forma inovadora e promissora de turismo sustentável, onde a palavra de ordem é dispor do bem comum natural, sem comprometer o seu usufruto a gerações futuras.

O empreendimento turístico “Pedracin village” (figura 2.19) é considerado um modelo de projeto ecoturístico em Cabo Verde, situado aos 262 metros de altitude na encosta de Boca de Coruja, vale da Ribeira Grande, em Santo Antão. É o primeiro caso da expressão de turismo rural de qualidade no arquipélago, que apresenta um conceito inovador de hospedagem hoteleira, inspirado na arquitetura rural dos pequenos vilarejos de Cabo Verde.



**Figura 2.19** – Empreendimento turístico, situada na ilha de Santo Antão.

O “Pedracin village” é um empreendimento constituído por dez casas tradicionais, incrustadas nas paredes da montanha, de planta retangular com paredes inteiramente de blocos talhados em pedra natural da ilha, com duas janelas, uma porta à frente e a cobertura de duas águas em palha de cana sacarina. Está inserido numa propriedade agrícola de cerca de 15 hectares, onde os seus hóspedes têm total liberdade para sentir a natureza, respirar um ar puro e fresco, usufruindo ao mesmo tempo, de todo o conforto necessário. A maioria dos alimentos, tais como: a carne, o leite, as frutas e os legumes são cultivados e produzidos no local, a água é aquecida por painéis solares.

## **2.5 – Os materiais utilizados na construção em Cabo Verde**

A eficácia da envolvente do edifício está diretamente relacionada com a escolha de materiais e as suas disposições nos diferentes elementos construtivos.

Apesar de alguns potenciais recursos de Cabo Verde para a produção de materiais de construção para a produção de construção, o país está longe de ser autossuficiente nesse domínio. Grande parte dos materiais e produtos utilizados na construção são importados, sobretudo de Portugal, Espanha e Brasil, tendo reduzida expressão a quota-parte dos que são de origem nacional.

Dum modo geral, a quase totalidade dos materiais de acabamentos, todos os equipamentos e mesmo alguns dos materiais básicos (cimento, aço e madeira), são importados.

Na escolha dos materiais devem ser retidos três critérios fundamentais: a durabilidade, o conforto térmico e a economia. De uma forma geral deve-se privilegiar a exploração de materiais tradicionais disponíveis localmente, tendo em conta os custos energéticos de produção, do transporte e a utilização de materiais ditos modernos. Posto isto, o problema da escolha dos materiais de construção fica simplificado.

Para a construção das casas, os habitantes têm recurso aos materiais de origem local, frequentemente no estado bruto natural, sem nenhuma transformação. Os problemas fundamentais que existem na construção duma casa tradicional estão relacionados com as paredes e as coberturas, dois elementos indispensáveis para o fecho dum espaço. Seguidamente, apresentam-se os tipos de soluções que a população local dá a estes problemas.

No que diz respeito á natureza dos materiais utilizados para a cobertura dos edifícios, consideram-se dois grupos: os materiais perecíveis, ou seja de curta duração e materiais sólidos de longa duração.

Assim sendo, os materiais de curta duração são:

- Folhas de cana-de-açúcar;
- Sisal;
- Palha branca;
- Restolho uma espécie de erva vivace e robusta;

A palha é um material tradicional ainda hoje utilizado nas regiões agrícolas de algumas ilhas, para cobertura das casas, Já não é tão comum na habitação principal, mas quando é bem tratado constitui um excelente material de isolamento. Atualmente, a palha mais utilizada em Cabo Verde é a folha de cana-de-açúcar (figura 2.20).



**Figura 2.20** – Cana-de-açúcar que utilizado para as coberturas das casas.

O sisal (figura 2.21) é uma planta fibrosa que se encontra nas regiões altas e húmidas do país. Ainda há poucas dezenas de anos, exportava-se a fibra produzida em algumas ilhas. A fibra do sisal é utilizada na construção de telhas, placas de revestimentos e abobadilhas.

Este material para além de ser vantajosamente económica e de fácil fabrico artesanal, constitui-se uma alternativa às telhas de fibrocimento importadas. Estas telhas importadas possuem amianto na sua composição, uma matéria cancerígena, sendo desaconselhável e interdito o seu fabrico (Guedes, 2011).



**Figura 2.21** – Sisal que é utilizado para efetuar os amarramentos nas coberturas de palhas (Sampaio, 2006).

A cana de cariço é um material com várias aplicações na construção cabo-verdiana.

Atualmente é utilizada nas ilhas agrícolas para fazer tetos falsos e celeiros. A cana é espalmada, tecendo-se depois um entrançado que se chama esteirado, com que se podem fabricar ainda outros elementos, como divisórias leve e janelas. Esse tipo de trabalho já não é muito corrente pela escassez do cariço e pelo gradual desaparecimento de artesãos que fabricam esses materiais. Entretanto o cariço pode ser reabilitado e ser usado como estrando para dar resistência a placas de betão ou vigotas simples, ou na construção de paredes de construção leve e com custos muito reduzidos (Guedes, 2011).

Relativamente aos materiais sólidos e de longa duração, têm-se:

- Telhas ditas de Marselha – Telhas de entrelaçamento mecânico em fila;
- Telhas de fabrico local – Telhas em argamassa de cimento, colorida na massa e de pequeno formato;
- Placas onduladas em fibrocimento;
- Telhas provenientes da América, as “red ceda shingles”, chamadas telhas americanas;
- Chapas de barris de petróleo ou alcatrão;
- Lajes de betão armado.

Para as coberturas de longa duração quase toda a totalidade de materiais é importada, enquanto para o outro sistema os materiais eram de origem e de confecção local.

Trata-se de materiais importados e universais, pelo que a explicação das suas técnicas e da sua utilização seria desnecessária. Assim limita-se apenas a algumas referências que são particulares e específicas ao caso cabo-verdiano.

- Telha Americana – A introdução deste material em Cabo Verde deve-se às relações que as populações das ilhas mantêm com os EUA através da tradição migratória desde os inícios do século XIX. A telha americana, nome popular para designar as “red cedar shingles”, foi importada e utilizada pelos emigrantes quando voltavam para Cabo Verde para passar o resto dos seus dias com a pensão da reforma atribuída pelo Governo americano. As casas com este tipo de cobertura são mais numerosas nas aldeias centrais.
- Telhas de fabrico local – Feitas á base de argamassa de cimento, do tipo telhas de marseilha. Apesar da fabricação local elas tornam-se mais caras e têm o inconveniente de serem mais pesadas, o que implica uma adaptação da armação para receber mais cargas.  
Porém ela é adotada devido á sua durabilidade e também por razões de segurança. A palha é um material facilmente combustível. Esta telha introduzida durante os anos 50, por causa da grande penúria de elementos vegetais, não foi muito bem aceite.
- Chapa de barris de alcatrão e petróleo – O petróleo importado para Cabo Verde chega em barris de 200 l. Estes barris (figura 2.22) uma vez vazios são vendidos a bom preço e os artesãos utilizam-no para a fabricação de artigos diversos e para a construção e cobertura de barracas de habitação para os mais pobres. Em Mindelo podem-se encontrar bairros de lata completamente construídos á base deste material.

A estrutura destas casas barracas é constituída normalmente de ramos, canas de bambu ou de cariço, ou pedaços de madeira recuperados das embalagens de mercadorias importadas.

As chapas de barris de alcatrão e petróleo têm um mau comportamento sob o ponto de vista térmico e acústico, o material faz da casa barraca um verdadeiro forno. O teto falso não existe e a sua eventual colocação não iria alterar muito o comportamento térmico. Para além do mais, na estação das chuvas o martelar das gotas sobre a cobertura faz um ruído insuportável. Os inconvenientes são múltiplos, nomeadamente: as infiltrações de água devido à má ligação e fixação das peças o que transforma o pavimento em lama e o mau

comportamento sob o ponto de vista da ação do vento. Estes casos apresentam um triste cenário, não se sabe se é possível dar o nome de alojamento a estes abrigos mal formados e sórdidos onde o conforto e a segurança não existem.



**Figura 2.22** – Casas fabricadas a partir de bidões de combustíveis na cidade do Mindelo, Ilha de São Vicente.

Os materiais locais para além de serem acessíveis, por vezes são os mais aconselháveis sob o ponto de vista ambiental, pois são mais adaptados ao clima.

Os materiais existentes em Cabo Verde, nomeadamente: a argila, o gesso, o calcário são poucos explorados.

Esta situação, dificilmente reversível, pode ser no entanto atenuada a médio prazo se se concretizarem alguns projetos em estudo, que tiram partido das disponibilidades de matérias-primas nalgumas ilhas.

Serão os casos, nomeadamente, da produção de cimento na ilha de Maio, onde existem boas jazidas de calcário e de gesso, do desenvolvimento da indústria de extração e moagem de pozolana em Santo Antão, e do fabrico industrial de produtos cerâmicos, incluindo ladrilhos para revestimento, na ilha da Boavista ou na própria ilha de Santiago, onde existem pequenas unidades de fabrico artesanal de produtos de barro.

Potencialmente interessante será também a mistura de cais com pozolanas, que têm vantagens técnicas e económicas semelhantes às que resultam da utilização de misturas de cimentos com pozolanas.

Neste subcapítulo, são abordados os materiais de construção mais importantes de origem nacional utilizados em Cabo Verde.

- **Pedra**

A pedra, com predominância do basalto (figura 2.23) dada a natureza vulcânica das ilhas, é uma matéria-prima abundante no país. É em geral extraída de pedreiras, mas é também possível a recolha de pedra seca disseminada.

Regista-se também a extração na ilha de Santiago, de rocha lávica alterada, de cor avermelhada, que é utilizada em cantarias e, menos frequentemente, também em alvenarias.



**Figura 2.23** – Pedra basáltica, ilha de Santiago (Inocêncio, 2010).

- **Brita**

Apesar de existir pedra em abundância para a produção de britas, Cabo Verde não se encontra atualmente equipado com instalações que permitam que essa produção se processe em boas condições e em escala industrial.

A brita (figura 2.24) é extraída e crivada tradicionalmente por via manual em condições pouco satisfatórias.



**Figura 2.24** – Exploração de um filão basáltico para a produção manual de brita, Serra da Malagueta, ilha de Santiago.

- **Areias**

As areias, dum modo geral basálticas, existem também em grande abundância.

São extraídas das praias e dunas e normalmente são utilizadas na construção sem receberem quaisquer tratamentos de dessalinização e crivagem.

Segundo (Guedes, 2011) deve-se evitar o uso de areia do mar (figura 2.25), recomendando-se o uso de areia mecânica. A extração de areia das praias deve ser absolutamente interdita, porque altera o equilíbrio ambiental, sendo que, a areia das praias funciona como um filtro e um retentor de água do mar, evitando a sua penetração nos terrenos próximos. Este fenómeno provoca a salinização dos terrenos, tornando-as inaptas para a agricultura.

A extração de areia nas praias tem conduzido, em alguns casos, à sua degradação total, com a consequente perda de habitats marinhos e o desaparecimento de algumas espécies.

Registe-se a existência, em S. Vicente, de areia conchífera na zona da Baía das Gatas, e de areia de cor clara e granulometria mais fina e uniforme em jazidas localizadas em encostas viradas a NE, que, segundo informação generalizada, é proveniente do deserto Saará.

Esta areia terá sido aliás, em conjugação com material britado, o único material natural usado no fabrico de betões na obra de construção do estaleiro de reparação naval do Mindelo.



**Figura 2.25** – Exploração da areia do mar, São Francisco, Ilha de Santiago.

- **Jorra vulcânica**

A jorra vulcânica é muito abundante, sendo largamente usada como inerte no fabrico de blocos de betão leve para alvenarias.

A sua extração faz-se manualmente, duma forma artesanal e em condições de trabalho muito duras para o pessoal que é de um modo geral, feminino. É seguida da tamisagem da jorra com meios improvisados, (ex: tabuleiros plásticos de uso doméstico para arrumo de roupa). Como seria de esperar em face dos meios utilizados, o material após essa tamisagem apresenta-se deficientemente calibrado e muito irregular.

- **Pozolanas**

A ilha de Santo Antão possui extensas jazidas de pozolanas, que constituem decerto a sua maior riqueza mineral e uma das maiores do país.

Como é sabido, as pozolanas, quando misturadas ao cimento Portland normal, não só melhoram algumas das suas propriedades, tornando o cimento apto para utilizações que noutras condições lhe estariam vedadas, como ainda apresentam vantagens económicas pelo seu menor custo relativamente ao de cimento, sobretudo nas respetivas regiões produtoras.

A extração de pozolanas na região de Porto Novo da ilha de Santo Antão verifica-se desde de 1950, tendo sido retomada mais tarde, após completa remodelação das instalações de produção.

As pozolanas da ilha de Santo Antão foram objeto de estudos sistemáticos por parte do LNEC na década de 1950, os quais concluíram pelo reconhecimento da sua elevada qualidade. Na sequência desses e doutros estudos incidindo sobre pozolanas de diversas proveniências, foram publicados o caderno de encargos para o fornecimento e receção de pozolanas aprovado pelo Decreto nº42999, de 1 de Junho de 1960 e o caderno de encargos para o fornecimento e receção de cimento pozolânico normal aprovado pelo decreto nº43683, de 11 de Maio de 1961.

#### • Argila e Calcário

Os depósitos destes minerais existiam por toda a parte mas são mais abundantes nas ilhas do Maio, Boavista e Santiago. O calcário é muito abundante sendo utilizado na fabricação artesanal da cal. A moagem do calcário fazia-se em fornos construídos em pedra e alimentados a madeira. A produção da cal atualmente está completamente paralisada por falta de madeira e também pela insuficiência dos meios de transporte.

#### • Gesso

Na ilha do Maio, o gesso é extraído, desde Janeiro de 1979, por meios artesanais. A reserva existente está estimada em um milhão de toneladas. O processo de extração é simples tendo em conta que a matéria-prima se encontra nas dunas misturada com a areia.

A primeira operação consiste em peneirar a areia a fim de separar os cristais do gesso através do peneiramento da areia. Depois procede-se à desidratação em fornos aquecidos com a madeira. Os fornos são do mesmo tipo outrora utilizado para a fabricação da cal, com uma ligeira adaptação.

#### • Cal

A cal utiliza-se para fazer argamassas de assentamento para a execução de paredes ou argamassas para rebocos. Antigamente, a cal produzida nas ilhas, principalmente na ilha da Boavista, era muito utilizada na construção.

A cal é um material com propriedades antisséticas e com diversas aplicações na construção.

- **Terra**

Quase todos os tipos de terra servem para a construção, seja sob a forma de blocos, de adobe ou de taipas, que é uma espécie de caixa de madeira e barrotes, sem fundo nem tampa, preenchida com terra, que se emprega para encher paredes.

Existem países que não tendo a pedra como recurso natural, recorrem à terra para construir paredes.

Atualmente podem-se apreciar construções de adobe com centenas de anos.

Em Cabo Verde, esta técnica de fazer paredes também já foi utilizada. Sabe-se que a primeira padaria em São Vicente foi construída em adobe.

- **Água**

Num clima tropical seco, como é o caso de Cabo Verde, é preciso encontrar alternativas relativamente a utilização da água no setor da construção civil, pois o lençol de água é muito profundo e difícil de encontrar. A melhor forma de ultrapassar estes constrangimentos é desenvolver uma cultura do uso sustentável da água. No que diz respeito à construção civil, a conceção das infraestruturas deve adotar, sem reservas, princípios que respeitem os recursos hídricos e promovam a sua gestão prudente, independentemente da sua distribuição natural.

- **Madeira**

A madeira por ser um material dispendioso e geralmente importado, constitui um material pouco viável em Cabo Verde. As madeiras mais utilizadas são: o mogno, o bissilon, a casquinha utilizado para construir portas, janelas e coberturas e o pinho utilizado para as cofragens (Guedes, 2011).

- **Palha**

A palha é um material tradicional ainda hoje utilizado nas regiões agrícolas de algumas ilhas, para coberturas de casas. Já não é tão usada na habitação principal, mas, pode ainda dar belas coberturas de casas de habitação, quando bem trabalhadas. Além disso, é um excelente isolante térmico, proporcionando às casas um ambiente muito fresco, também é usada para se adicionar ao adobe, dando-lhe maior resistência.

## **2.6 – As necessidades habitacionais em Cabo Verde**

Em Cabo Verde, o problema habitacional está relacionado com as condições aceitáveis de habitabilidade. Geralmente as habitações apresentam baixa qualidade em termos funcionais, nomeadamente: a segurança, a habitabilidade e a durabilidade, devido ao baixo rendimento familiar e à baixa capacidade de resposta em termos de planificação física e socioeconómica do país.

### **2.6.1 – A habitação cabo-verdiana e a sua envolvente**

A casa cabo-verdiana exprime o nível social. A sua forma está sempre ligada a atividade económica e às condições naturais. Não existem diferenciações regionais efetivas. Encontram-se em todas as ilhas as mesmas características fundamentais. Duma forma geral, pode-se considerar o conjunto do país como uma região com predominância rural, incluindo as vilas, porque a estrutura social e o “habitat” não diferem entre si.

Delgado (2011) refere ainda que a relação entre casa e meio ambiente no arquipélago é marcada por traços de uma paisagem paradisíaca e peculiar na Macaronésia. O autor justifica essa evidência com uma citação da obra Chiquinho de Baltasar Lopes<sup>1</sup>, em que este diz: Como quem ouve uma melodia muito triste, recorda-se a casinha em que nasceu, no Caleijão. O destino fez-lhe conhecer casas bem maiores, essas onde parece que habita constantemente o tumulto, mas nenhuma trocaria pela sua morada coberta de telha francesa e emboçada de cal por fora, que o avô construiu com dinheiro ganho “deriba” da água do mar.

É evidente que esta qualidade visual é, de certa forma, o resultado da manifestação cénica do território determinada pela presença dos principais elementos estruturantes do espaço, nomeadamente: relevo, coberto vegetal, recursos hídricos. Também, ela é extensiva às ilhas mais planas, em que, o mar e as praias dominam todo o encanto do território local. Assim, a relação da habitação cabo-verdiana com o meio ambiente das ilhas, foi fortemente determinada pelo modelo de povoamento que deu origem à criolidade, à cultura e, de certo modo, a uma identidade própria (Delgado, 2011).

De acordo com o (Delgado, 2011) esta simbiose cultural europeia e africana determinou como e de que forma se deveria construir e com o tempo levou à assimilação dos métodos construtivos e dos modelos de habitação impostos pelos europeus. Estes modelos prevaleciam com alguma característica provisória e permanecem ainda hoje nas zonas rurais e subúrbios das principais cidades.

---

<sup>1</sup> Lopes, Baltasar: Chiquinho, pag.25 (1947)

Como afirmou o Araújo<sup>2</sup>, citado por (Delgado, 2011) estas construções, mesmo as fortificações militares e salvo raras exceções, caracterizam-se por uma conceção simples, possível de realizar-se com os recursos materiais locais, refletindo os valores culturais ligados à função e forma dos espaços, de acordo com a origem dos senhores. Nasceram então os primeiros aglomerados de habitações situados em portos naturais, bem abrigados das correntes marítimas e dos ataques dos inimigos.

Este tipo de povoamento tem as suas características peculiares e influenciou, de certo modo, o fenómeno urbano no arquipélago. Num primeiro momento, este fenómeno é marcado essencialmente na estrutura formal de cidades litorâneas. A intensificação das relações comerciais desenvolvida pela via marítima, depois do século XVI e com o crescimento da atividade dos portos de mar, acompanha o desenvolvimento urbano nas cidades, reforçando o fenómeno urbano litorâneo (Delgado, 2011).

## **2.6.2 – Habitação e demografia**

Cabo Verde no setor habitacional, regista um “deficit” de 82 mil fogos, que afeta todas as camadas de rendimento e produz impactos maiores sobre segmentos de população de menor rendimento excluídos do mercado formal de habitação. Cumulativamente a esta situação, a insularidade que caracteriza o país faz com que haja uma distribuição assimétrica da população e das atividades económicas, originando-se, assim, grandes assimetrias regionais e locais no que respeita aos “deficits” qualitativo e quantitativo e à qualidade do parque habitacional. Esta situação faz com que o resultado do setor se torne pouco acessível à maioria das famílias cabo-verdianas, em virtude dos custos elevados do setor da construção civil e das condições atuais de acesso ao crédito, que excluem a maior parte das famílias (Delgado, 2011).

A sobrelotação demográfica das cidades, para além de implicar um grande consumo de espaço e de recursos, trouxe consigo uma série de constrangimentos. Esta situação atingiu muitos países do mundo, inclusive o continente africano que face aos problemas ligados à pobreza, dos meios rurais em direção aos centros urbanos. Grande parte dessas populações acaba por se instalar em zonas suburbanas de modo particular e espontâneo.

Tais assentamentos apresentam uma complexidade caracterizada por uma ocupação tida como ilegal, construções com fracas condições e escassa qualidade de conforto e carências de infraestruturas básicas (Almeida, 2009).

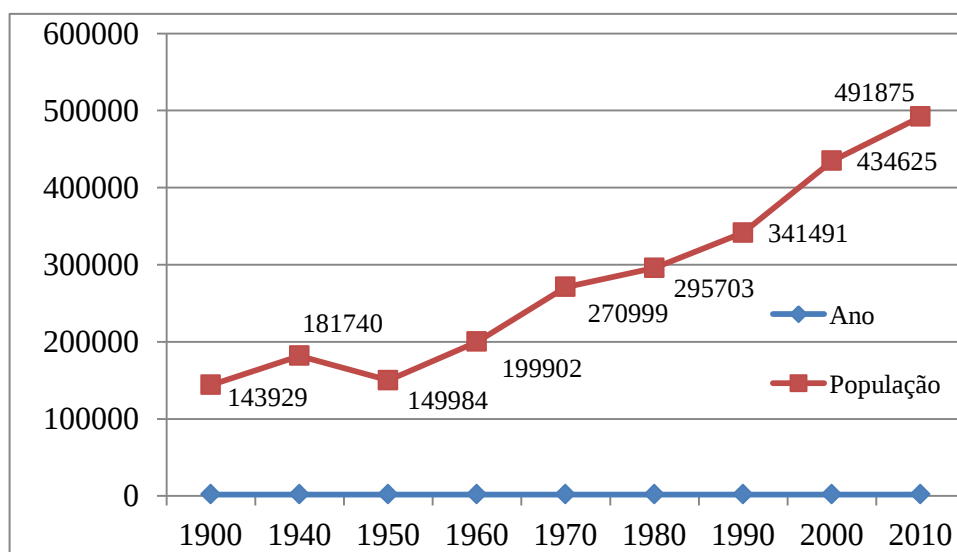
---

<sup>2</sup> Araújo, Luis – Espaços Arquitetónicos Cabo-Verdianos, Revista Fragmentos, Ensaio.

Semelhantemente ao que acontece nesses países, embora tratando de contextos diferentes e com outras dimensões, o sistema urbano em Cabo Verde é essencialmente bipolarizado pelas cidades da Praia e do Mindelo.

A maior parte da população concentra-se na cidade da Praia, regista-se contudo, a partir dos anos noventa do século passado, um progressivo crescimento dos centros secundários, nomeadamente Vila da Preguiça na ilha do Sal, Vila de Pedra Badejo (concelho de Santa Cruz), cidade de Assomada, no Concelho de Santa Catarina, Cidade de Porto Novo e Cidade de São Filipe.

Segundo os dados preliminares do (INE de Cabo Verde, 2010) e do Relatório sobre o Estado Atual do Ordenamento do Território em Cabo Verde (REAOT), a população residente do país é de 491 575 habitantes (figura 2.26), sendo 50,5% do sexo feminino e 49,5% do sexo masculino, sem contar ainda com a diáspora que é superior à população residente, cerca de um milhão de emigrantes espalhados por vários países, especialmente Portugal, Holanda, EUA, França, Espanha, Itália e Luxemburgo.



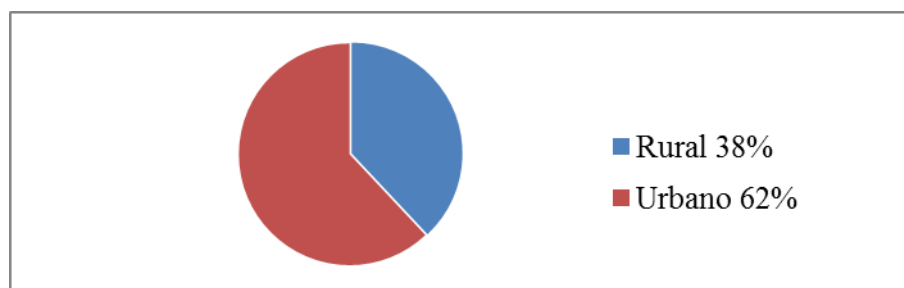
**Figura 2.26** – Evolução da População Residente em Cabo Verde, 1900-2010 (INE, 2010).

Santiago, S. Vicente, Santo Antão e Fogo, são as ilhas mais populosas. Correspondem a 61,2% do território nacional, albergam 87,7% da população residente do país. A ilha de Santiago (24,5% do território) alberga mais de metade da população residente de Cabo Verde (55,7%) e tem tido um papel determinante no crescimento demográfico de Cabo Verde. Santiago e S.Vicente representam, em conjunto 30,1% do território nacional e têm 71,2% da população de Cabo Verde.

Numa análise “a priori”, desta abordagem e da observação do período de análise de 1950-2010, confirmada pela curva de variação da população, constata-se que a repartição da população cabo-verdiana é bastante desequilibrada entre as ilhas: pouco mais de metade da população (55,7%) está concentrada na ilha de Santiago, seguido de São Vicente (15,5%), em Santo Antão (8,9%) e na ilha do Fogo (7,5%). A cidade da Praia é a mais populosa do país, albergando 26,9% da população de Cabo Verde.

As sucessivas crises causadas pelas frequentes secas em Cabo Verde levaram a movimentos massivos de pessoas em direção aos principais núcleos urbanos. Estes por sua vez não possuíam um sistema de gestão do território capaz de fazer as demandas em habitação e outras infraestruturas e serviços urbanos, consequentemente começaram a surgir subúrbios de habitação precária, com muitos problemas de salubridade, principalmente na cidade da Praia e do Mindelo (Plano Nacional de Habitação, 2010).

Segundo Delgado (2011) atualmente metade da população vive nas cidades. Em Cabo Verde, num retrato da nossa paisagem urbana, a tendência é para uma intensificação do fenómeno da urbanização. Constata-se que a população urbana (figura 2.27) é de 62% estando concentradas nos dois principais centros urbanos do país – Praia e Mindelo. O êxodo da população das áreas rurais para os principais centros urbanos gera uma pressão enorme sobre o espaço físico e recursos urbanos, na maioria dos casos não sendo acompanhado do desenvolvimento dos serviços e infraestruturas necessários para cobrir as necessidades da população, sobretudo na Praia, Mindelo, Sal-Rei, Espargos e Assomada, originando desta forma um crescimento incongruente pela ausência ou insuficiência de espaços públicos, equipamentos e infraestruturas urbanísticas.



**Figura 2.27** – Repartição da população por meio de residência, 2010

Fonte: Adaptado de (INE/Cabo Verde 2012).

### 2.6.3 – O “deficit” habitacional em Cabo Verde

Desde muito cedo começaram a definir-se prioridades relativamente à habitação em Cabo Verde. Não existia uma política de habitação propriamente dita, mas existia a

preocupação pelo bem-estar da população e havia medidas políticas nesse sentido. Ainda na época colonial, foram decretadas medidas no sentido de melhorar o aspeto das habitações e dos aglomerados em Cabo Verde (Plano Nacional de Habitação, 2010).

O setor da construção em Cabo Verde é muito dinâmico no que respeita aos ritmos de crescimento da construção, mas sofre de uma profunda inércia no que respeita à inovação tecnológica.

Trata-se de um setor cujo produto é progressivamente caro, portanto, pouco acessível à maioria das famílias cabo-verdianas, mesmo no seio das classes médias. O que agrava o défice de acesso são as condições atuais de acesso ao crédito. As ofertas dos bancos no que respeita a programas especiais para crédito habitação não são muito diversificadas e nem atrativas para a maior parte das famílias.

O fraco nível de acesso à habitação própria é um aspeto a ser explorado, pois a posse da habitação para o cabo-verdiano é culturalmente um símbolo de independência e de afirmação, logo, uma prioridade para as famílias.

Delgado (2011) afirma que no último quarto de século se verificou um forte êxodo rural, causado pelo crescimento populacional e pela débil economia rural, o que provocou um aumento da pressão nos principais centros, nomeadamente na Praia e Mindelo, onde se tem verificado um crescimento acelerado, incoerente e desorganizado. No decurso deste crescimento, surgem habitações espontâneas que colocam em risco a própria sustentabilidade da cidade, face à ocupação desordenada dos solos e em zonas urbanisticamente desaconselháveis, tendo em conta, as situações de grandes riscos a que estão associadas, como por exemplo: a inadequação construtiva ao local, o deslizamento de terrenos e a implantação em sítios sujeitos a perigosas inundações/enxurradas.

O desequilíbrio entre a oferta e procura de terrenos é grande, assim como o é a carência habitacional quantitativa e qualitativa. Esta última afeta todas as classes de rendimentos mas tem maior impacto nas classes de menos rendimento por se encontrarem fora do mercado formal habitacional. Neste contexto, a estimativa atual é de cerca de 42 mil fogos no que diz respeito ao “deficit” básico ou quantitativo, sendo 70,7% (29 694 fogos) em meio urbano.

Estima-se em cerca de 68 mil fogos o “deficit” qualitativo ou seja, domicílios inadequados. Em meio urbano o “deficit” qualitativo atinge mais de metade do valor total estimado (Delgado, 2011).

Como se referiu anteriormente, considerando o “deficit” quantitativo de 42 mil e o déficit qualitativo de 68 mil habitações, no âmbito do Programa Casa Para Todos, o Governo tem o interesse num primeiro momento a construção de cerca de 8500 fogos, a fim de minimizar o problema do “deficit” habitacional, numa perspetiva para 2008-2013.

Esse programa é bastante pragmático, por um lado do ponto de vista quantitativo, pretende-se reduzir cerca de 20% o “deficit” através da construção de 8500 habitações, por outro lado do ponto de vista qualitativo, prevê-se a intervenção em cerca de 24% do parque habitacional carenciado, que corresponde à reabilitação de cerca de 16320 habitações.

Há um aspeto do setor que é igualmente preocupante, mas difícil de estudar em termos absolutos por falta de dados fiáveis, no que diz respeito ao número de famílias alargados que habitam em edifícios com uma única divisão (figura 2.28) e muitas vezes construídas em encostas sem qualquer segurança.



**Figura 2.28** – Aspeto de habitações precárias construídas numa encosta e no fundo de uma ribeira.

#### **2.6.4 – A habitação social em Cabo Verde, uma política habitacional e urbana**

A política social da habitação é umas das prioridades do Governo de Cabo Verde no âmbito das políticas públicas para os próximos anos. O ano de 2009, eleito como o ano da habitação, esteve associado a uma série de medidas e estratégias para promover a habitação social em todo o país, considerando-se que esta promoção está consagrada na constituição da república e na declaração universal dos direitos humanos.

A habitação condigna é um bem a que deve ter acesso, a todos os cabo-verdianos, aspiração que implica um enorme esforço a longo prazo. A satisfação do direito a uma habitação com condições mínimas de qualidade e seu alargamento ao direito a um habitat

saudável e equilibrado, só será possível se se estabelecerem e prosseguirem objetivos a prazo, e com aspirações consistentes (Programa Estratégico do plano de habitação de Cabo Verde, 1998)

Segundo a mesma fonte, são estabelecidos como grandes objetivos estratégicos para o habitat:

a) O desenvolvimento harmonizado da sociedade e da economia no sentido amplo, de modo que o maior número de famílias disponha de rendimentos que lhes permita aceder aos bens e serviços básicos necessários a uma vida segura, saudável e condigna, entre os quais ressalta a possibilidade de acesso a uma habitação e a um habitat com níveis mínimos de qualidade.

b) Uma ocupação equilibrada do território, reforçando nomeadamente a atratividade dos aglomerados de dimensão intermédia, de modo a contrariar as indesejáveis concentrações anárquicas nos principais centros urbanos.

c) O estabelecimento de políticas sociais que, a par dos investimentos que são necessários ao desenvolvimento global, da sociedade e do habitat, operem a aplicação de recursos financeiros, materiais e humanos dirigidos à habitação das famílias de menor estatuto socioeconómico e às áreas onde habitam.

Segundo Delgado (2011) uma das medidas e ações, foi a elaboração de um plano de ação designado de Programa Casa Para Todos que define a visão, a missão, os eixos estratégicos, as metas e um conjunto de programas e projetos que deverão resultar na redução efetiva do “deficit” habitacional nacional nos próximos anos. No quadro deste programa, para atender as necessidades da população com problemas específicos no acesso à habitação, instituiu-se o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), que faz parte de uma plataforma de concertação de atores e de coordenação dos meios e dos recursos disponíveis com o objetivo de implementar as políticas e os programas de investimentos habitacionais e melhorar o acesso das famílias de menor rendimento a uma habitação condigna.

Para Henriques (1998) para além da necessidade de construir unidades habitacionais para alojar as novas famílias, resultantes do crescimento demográfico previsto, há que ter em atenção dois outros aspetos: em primeiro lugar o estado de conservação e as condições de conforto e segurança dos alojamentos existentes. O parque habitacional encontra-se frequentemente em estado de degradação elevado e sem condições mínimas de salubridade,

pelo que se torna necessário, em muitos casos, substituir ou reconstruir uma grande percentagem das habitações existentes.

Nesta sequência, entendeu-se criar outros mecanismos e dotar o país de um instrumento a partir do qual seja possível identificar as necessidades regionais e locais em habitação, por categorias de défice habitacional e as especificidades desse “deficit”, bem como as estratégias para a sua resolução que é o Plano Nacional de Habitação (PNH), que se encontra em elaboração, instrumento este cujo objetivo é fornecer uma orientação estratégica para a definição de uma política integrada de habitação em Cabo Verde.

O PNH visa desenhar cenários para a satisfação das necessidades em habitação. Entende-se por necessidades em habitação o défice existente em termos de quantidade e inadequação das habitações. Neste sentido, as necessidades em habitação serão avaliadas segundo duas dimensões que constituirão os indicadores a partir dos quais se fará o retrato do fenómeno:

a) Défice habitacional quantitativo, que corresponde à necessidade de construção e ou reposição das habitações por ausência, risco ou precariedade profunda de uma habitação familiar;

b) Défice habitacional qualitativo, que corresponde à necessidade de resolver a inadequação da habitação por precariedade dos equipamentos e ou infraestruturas, mas sem necessidade de reposição total do edifício.

O cálculo do défice em habitação deve ter em conta não só a quantidade de famílias sem casa própria, mas também às necessidades especiais no contexto da sociedade em questão, que se traduzirá no défice qualitativo.

A definição de políticas e programas de habitação deve ser coerente com as políticas e programas de planeamento territorial.

Paralelamente, instituiu-se o cadastro único de beneficiários de habitação de interesse social cujo objetivo é retratar a situação socioeconómica da população de todos os municípios, através da identificação das famílias com necessidades de habitação, proporcionando-se paralelamente, uma maior abrangência na aplicação dos programas sociais.

Estas medidas de política constituem, assim, um processo sistémico em que todos os participantes – Estado, Municípios e sociedade civil – exercem um papel fundamental na definição do cumprimento das responsabilidades, contrapartidas e deveres na área que está aqui a ser abordada.

Segundo dados do INE de Cabo Verde, relativos ao período 2000-2010, Cabo Verde registou uma taxa média de crescimento da população de 1,2% ao ano, sendo que de acordo com Henriques (1998) o número médio de pessoas por família, em áreas urbanas, segundo o recenseamento de 1990 era de 4,9, assim sendo, estima-se para Cabo Verde uma necessidade de mais de 1300 habitações em média por ano até ao ano de 2010.

O autor refere o facto ainda de em Cabo Verde existir uma carência de construção de habitação de mais de 10 alojamentos por mil habitantes, representado um desafio importante e exigindo recursos significativos do continente, se atendermos a que na década de 70 se construíram por ano cerca de 720 alojamentos, e na década de 80, cerca de 870.

Henriques (1998) refere que apesar das informações existentes em relação ao parque habitacional de Cabo Verde não serem rigorosas no que toca às condições do mesmo, é possível deduzir a partir de alguns indicadores que a situação é desfavorável, sendo que existem apenas 32% de alojamentos com água canalizada e 45% com banho e retrete. A autora chama ainda atenção para o facto de que as informações retiradas do censo de 90 considerarem a existência de apenas 653 barracas num universo de 30659 alojamentos das áreas urbanas.

#### **2.6.5 – Promoção pública de habitação**

A satisfação das necessidades habitacionais implica o envolvimento de todos os setores na promoção de habitação, nomeadamente: o setor público e o setor privado.

Os organismos da administração central devem assegurar as melhores condições gerais de operação dos agentes económicos, designadamente aos que diretamente operam a produção da habitação: os promotores públicos, os privados e cooperativos, as empresas de construção, os fornecedores de materiais de construção, as entidades financiadoras e outros agentes económicos que operam no setor. Tal significa melhorar as condições legais, normativas e financeiras para a urbanização do solo e para a produção de habitações com níveis de qualidade superiores, num quadro urbano equilibrado, com menores custos, através de programas adequados aos diferentes tipos de necessidades e de capacidade de procura.

Cabe ainda à administração central definir e coordenar o quadro geral de atribuições e responsabilidades e respetiva normativa para os equipamentos e infraestruturas que servem as áreas residenciais, promovendo os que estão sob a sua responsabilidade direta ou tutela, e consignando controladamente os apoios financeiros aos operadores dos restantes.

Compete aos organismos da administração local promover e assegurar o desenvolvimento urbano equilibrado dos centros urbanos, designadamente através da disponibilização de solo e infraestruturas aos diferentes promotores de habitação, cabendo-lhes também gerir equipamentos e infraestruturas das áreas residenciais de acordo com o quadro de atribuição de responsabilidades legalmente definido.

A administração local deve velar pela solidariedade e coesão social, promovendo com meios financeiros próprios, ou com os que lhe sejam especificamente afetos, habitações e equipamentos e serviços sociais complementares destinados a acudir a situações particulares de vulnerabilidade social, de especial interesse público ou decorrentes de catástrofes naturais.

#### **2.6.6 – Promoção privada da habitação**

Henriques (1998) refere a predominância do setor informal, no que diz respeito à provisão da habitação na maioria dos países da ASS, passando por diversas situações desde a ilegalidade das empresas de construção até ao licenciamento da obra, sem mencionar aqueles que constroem pelos seus meios.

Em Cabo Verde, a promoção da oferta habitacional privada é também modesta, no entanto é visível um aumento de pequenas empresas privadas na maioria de capital estrangeiro com origem portuguesa.

A comunidade tem uma responsabilidade acrescida no setor habitacional e a definição do uso da terra é determinado pelas condições de vida dos moradores. Grande parte das famílias cabo-verdianas constrói a sua habitação sem qualquer apoio financeiro. As famílias fazem enormes sacrifícios para economizar e gradualmente construir as suas casas, fazendo uso do tradicional “djunta mon” que constitui uma forma de solidariedade entre vizinhos e parentes para a construção de habitações. O financiamento nestes casos é 100% da responsabilidade da família que não tem muitos recursos e como resultado, o produto acabado é constituído por habitações precárias, sem infraestrutura e sem saneamento. As casas são construídas sem qualquer formalidade, sem projetos aprovados, sem registos e em terras ocupadas ilegalmente. A tendência de acumulação deste tipo de habitação na mesma área leva à formação de bairros espontâneos e precários, cujas características sociais e físicas contribuem para a insegurança urbana, a insegurança dos edifícios, a insegurança de pessoas e bens, dificuldade de acesso em caso de emergência e dificuldade de acesso para a prestação de serviços básicos urbanos.

## **CAPÍTULO 3 – SOLUÇÕES MAIS CORRENTES DE PAVIMENTOS PREFABRICADOS DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO**

### **3.1 – Considerações iniciais**

Atualmente é importante analisar o setor da construção civil sob aspetos referentes à industrialização por emprego racionalizado de técnicas construtivas que viabilizem o aumento da produtividade e a redução dos custos.

A prefabricação, total ou parcial de pavimentos, segundo métodos industriais de fabrico em série, surgiu como alternativa às soluções betonadas “in situ”, trazendo vantagens na redução dos tempos de execução, nos custos de mão-de-obra, na qualidade final dos elementos e no aligeiramento estrutural.

Tem havido uma busca constante de racionalização dos processos construtivos, visando o aumento da produtividade e a redução dos custos de construção, resultando em uma demanda crescente por projetos de edifícios com lajes racionalizadas.

### **3.2 – Resumo histórico da prefabricação.**

Antes de entrar na evolução histórica propriamente dita é necessário especificar o conceito da prefabricação. Segundo Gonçalves (2010) a prefabricação pode ser definida como fabricação de um certo elemento antes do seu posicionamento final na obra, ou seja, fabrico e posterior transporte de um elemento da fábrica para a obra onde irá ser aplicado.

A prefabricação é um método industrial de construção em que os elementos fabricados, em grandes séries, por métodos de produção em massa (instalação industrial), são montados na obra, mediante equipamentos e dispositivos de elevação (Gonçalves, 2010).

Nota-se que as definições têm em comum o facto de que na prefabricação, os elementos são produzidos fora do seu lugar definitivo na obra. A segunda definição já mostra a importância da industrialização no processo da prefabricação, focalizando na produção em série e nos dispositivos de montagem dos materiais produzidos.

Vários autores mencionam a construção do casino de Biarritz na França com elementos prefabricados no ano de 1891, como a primeira tentativa da utilização de prefabricados. No ano de 1900, foram executados nos EUA painéis de grandes dimensões, e em 1905 foram construídas no mesmo país lajes prefabricadas (Gonçalves, 2010).

Todavia alguns autores apontam o período pós segunda guerra mundial como início da utilização de prefabricados. Nesse período foi necessário construir em grandes escalas,

sobretudo na Europa, por causa das devastações provocadas pela guerra, tendo que a prefabricação surgiu como uma forma eficiente nas respostas às demandas exigidas.

Segundo (Brito, 2003) o conceito de prefabricação provém da época dos Egípcios e dos Romanos, pois estes construíam com elementos previamente executados e depois montados em obra.

A história da prefabricação é dividida em etapas, alguns eventos são considerados marcos na história da prefabricação (Boiça, 2006).

- Em 1895, a construção de “Weavne’s Mill” na Inglaterra é considerada a primeira construção com betão prefabricado;
- Em 1900, surgem nos Estados Unidos da América os primeiros elementos prefabricados de grandes dimensões para coberturas ;
- Em 1905, são executadas lajes prefabricadas num edifício de quatro pisos, num edifício nos Estados Unidos da América;
- No ano 1906, são executados na Europa os primeiros elementos estruturais, as vigas treliçadas denominadas por “visitini”;
- Em 1907, todas as peças de um edifício industrial foram prefabricadas nos Estados Unidos da América, pela “Edson Portland”;
- Em 1907, surgem nos Estados Unidos da América, as primeiras aplicações do processo “tilt-up”, em que as paredes são executadas sobre o terreno e posteriormente são erguidas para a posição vertical.

À medida que o setor da prefabricação evoluiu, foi deixando bem clara quais as suas conveniências e inconveniências, sendo que nos últimos tempos foi-se aperfeiçoando, adquirindo cada vez mais vantagens do que desvantagens.

### **3.2.1 – Elementos estruturais prefabricados em betão armado para edifícios de habitação.**

Os sistemas construtivos em betão armado prefabricado tem as suas características próprias as quais podem influenciar na tipologia, no comprimento do vão e na altura dos elementos estruturais e consequentemente a edificação.

A principal função dos elementos estruturais, é a resistência às cargas verticais e horizontais, assim devem-se adotar soluções que garantam a segurança da edificação em geral, adotando um número significativo de elementos resistentes, de modo que a falta de um

não venha a colocar em risco a segurança do conjunto. É neste sentido que se torna muito importante adotar sistemas estruturais capazes de responder a tais requisitos.

### **3.2.1.1 – Lajes**

As lajes são elementos estruturais tridimensionais, cujas as duas dimensões (comprimento e largura) é significativamente superior à altura, estando sujeitas a ações, em geral, normais ao seu plano. A sua principal função é transmitir as cargas para as vigas e ou pilares, além de resistir as cargas atuantes.

As soluções tradicionais de pavimentos são fundamentalmente de dois tipos: as lajes vigadas maciças e as lajes fungiformes.

Quanto ao método de execução, as lajes podem ser classificadas em: moldadas “in situ” e prefabricadas. As primeiras são aquelas que são totalmente moldadas na posição em que o elemento foi projetado, por outro lado, as lajes prefabricadas são aquelas que são constituídas por partes ou na totalidade de elementos moldados fora da posição e são transportadas e montadas na obra.

As lajes vigadas maciças tradicionais são elementos resistentes horizontais, sem aligeiramento, apoiados em vigas ou paredes e betonadas “in situ”, em que uma das dimensões, a espessura normalmente constante, é muito inferior às restantes.

Relativamente ao seu campo de aplicação constam: os vãos pequenos a médios; os pavimentos em que existem cargas concentradas não negligenciáveis aplicadas no pavimento; as configurações irregulares em planta; os pavimentos em regiões sísmicas e edifícios de médio a grande porte.

As lajes fungiformes são elementos resistentes horizontais, apoiados diretamente em pilares ou paredes, em que uma das dimensões, a espessura que é constante, é muito inferior às restantes. É uma solução viável de pavimento para médios e grandes vãos, nomeadamente: escritórios, comércio e armazéns, quando existem elementos resistentes verticais não alinhados ou quando se pretende maior tolerância de colocação de divisórias ou tetos planos.

As lajes prefabricadas surgiram na tentativa de melhorar a funcionalidade das lajes betonadas “in situ” e alguns fatores inerentes a ela, nomeadamente a rapidez de execução, a redução de custos, a facilidade de manuseamento e a própria mão-de-obra.

As lajes prefabricadas requerem, geralmente, uma camada de betão complementar, com a finalidade de resistir à flexão e para que possa criar o diafragma ao nível do piso. A

superfície das lajes prefabricadas deve ser rugosa de modo a garantir uma boa aderência à camada de betão complementar (Largatixo, 2011).

Fernandes (2008) enumera os tipos de lajes prefabricados mais comuns, como: as prelares, as lajes em T ou duplo T, as lajes alveoladas, lajes de vigotas treliçadas e pré-esforçadas com blocos de aligeiramento.

#### **3.2.1.1.1 – Prelajes**

As prelares (figura 3.1) são prefabricadas de betão armado, justapostas, que servem de cofragem a uma camada de betão complementar com função resistente, assente em obra com armaduras complementares.

As prelares são moldadas em mesas metálicas, ou em mesas de madeira, onde o comprimento, a largura e a altura do elemento são definidos pelas faces laterais e verticais das referidas mesas.

As prelares possuem uma largura máxima de 2,5 m, devido as imposições de transporte e um comprimento igual ao vão a vencer. As prelares devem ser dimensionadas para resistir o seu peso próprio, o peso da camada complementar e a uma sobrecarga, pois antes do início da presa do betão complementar, as prelares asseguram todas as cargas atuantes visto que, a estrutura ainda não funciona como um todo (Albarran, 2008).

As prelares maciças apresentam algumas vantagens e desvantagens quando comparadas com a solução “in situ”. Assim sendo, são apresentadas algumas dessas vantagens e desvantagens.

As principais vantagens são: necessitam de pequena quantidade de escoramentos e dispensam o uso de uma cofragem contínua, embora outros autores apresentem como principal desvantagem a necessidade de escoramento durante a execução para vãos superiores a 4 metros (Fernandes, 2008), é necessário menos mão-de-obra que uma laje de betão convencional, desta forma simplificando o processo construtivo e tornando-o mais rápido, minimizam a quantidade de armadura a colocar em obra relativamente às soluções de pavimentos tradicionais e permitem um elevado controlo de qualidade do betão e do aço utilizados na fabricação das prelares, a facilidade de transporte, do manuseamento e montagem em obra.

As principais desvantagens prendem-se com o facto da carência em disponibilizar equipamento adequado ao manuseamento das prelares, poderão surgir problemas na interface betão complementar e a prelaje, devido a eventuais ações mecânicas, vibrações ou efeitos

resultantes de variações térmicas acentuadas, a sua execução implica cuidados particulares de forma a garantir a ligação entre a prelaje e o betão complementar, ocorrências de eventuais fissuras nas zonas de ligação entre prelares quando existem revestimentos de tetos contínuos, a rentabilidade da solução está associada à repetição de vãos (Brito, 2003).



**Figura 3.1** – Prelaje maciça (autor desconhecido).

#### **3.2.1.1.2 – Lajes de vigotas prefabricadas**

As vigotas prefabricadas para lajes podem ser em betão armado ou pré-esforçado.

As vigotas em betão armado podem ser em forma de treliças, executadas com armaduras treliçadas, onde a parte treliçada é posteriormente betonada em obra durante a execução da laje, e as vigotas em betão pré-esforçado, são totalmente prefabricadas, possuem um formato idêntico ao T invertido.

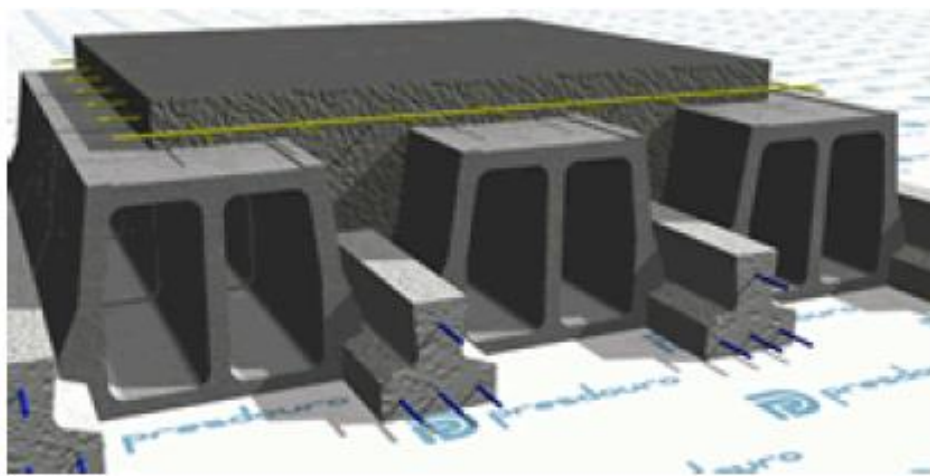
As vigotas prefabricadas pré-esforçadas (figura 3.2) são executadas em pistas que podem ter aproximadamente de 100 m de comprimento, sendo posteriormente cortadas de acordo com os comprimento do vão das obras onde serão aplicadas. É feita uma limpeza da pista de forma a eliminar todas as impurezas existentes e é aplicada um produto líquido apropriado para evitar a aderência do betão à pista.

As lajes de vigotas prefabricadas são constituídas pelas vigotas treliçadas ou pré-esforçadas e por abobadilhas que podem ser cerâmicas, em blocos de betão ou em betão de argila expandida e por uma camada de betão complementar e armaduras colocados em obra.

A execução de lajes com vigotas prefabricadas possui algumas vantagens das quais podem-se destacar: a economia na mão-de-obra, dispensam a quase totalidade da cofragem (caso não existam consolas), quando sujeitos a vãos e sobrecargas idênticos, apresentam um

peso próprio mais baixo, permitindo o aligeiramento da superestrutura tanto em termos de ações verticais como horizontais, há uma melhoria no que se refere ao comportamento térmico, dada a existência de elementos vazadas na sua constituição, proporcionam um melhor isolamento térmico entre andares, montagem relativamente simples e rápida e o peso máximo a manusear ainda permite que a totalidade das operações seja, ou possa ser, manual.

Para além das vantagens apresenta algumas desvantagens, tais como: A relativa leveza dos pavimentos aligeirados contraria a capacidade de isolamento à transmissão de ruídos aéreos entre andares.



**Figura 3.2** – Laje aligeirada em vigotas (Inocêncio, 2012).

#### **3.2.1.1.3 – Lajes Alveolares**

As lajes alveoladas (figura 3.3) têm uma espessura a variar entre os 0,12 m a 0,8 m, podendo vencer vãos até 20 m de comprimento e normalmente, uma largura de 1,2 m. As pranchas das lajes alveoladas são solidarizadas em obra por intermédio da betonagem de uma camada de betão complementar, armada, com uma espessura mínima de 0,05m de espessura. A espessura destes tipos de pavimento é estimada a partir da seguinte expressão  $h \approx l / (35 \text{ a } 40)$  (Fernandes, 2008).

Este tipo de pavimento é utilizado na maioria das vezes em construções de grandes superfícies comerciais (50%) e edifícios industriais (45%). A fraca percentagem de utilização deste tipo de laje em edifícios de habitação e escritórios que é cerca de 5%, deve-se, fundamentalmente, à pouca modularidade da estrutura neste tipo de edifícios (Brito, 2003).

As principais vantagens e desvantagens dos pavimentos alveolares relativamente aos pavimentos tradicionais são:

As principais vantagens são: maior rapidez de execução, grande capacidade de fabrico devido à repetição, redução do peso próprio estrutural devido ao aligeiramento alveolar, dispensa a utilização de cofragem e de escoramento, possibilidade de passagem de instalações dentro dos alvéolos e isolamento térmico eficaz (Brito, 2003).

As principais desvantagens apontado pelo mesmo autor, prendem-se com: isolamento acústico inferior ao de uma laje maciça da mesma espessura, mau comportamento em caso de incêndio; necessidade de dispor de equipamento pesado para a colocação em obra e existências de juntas aparentes.



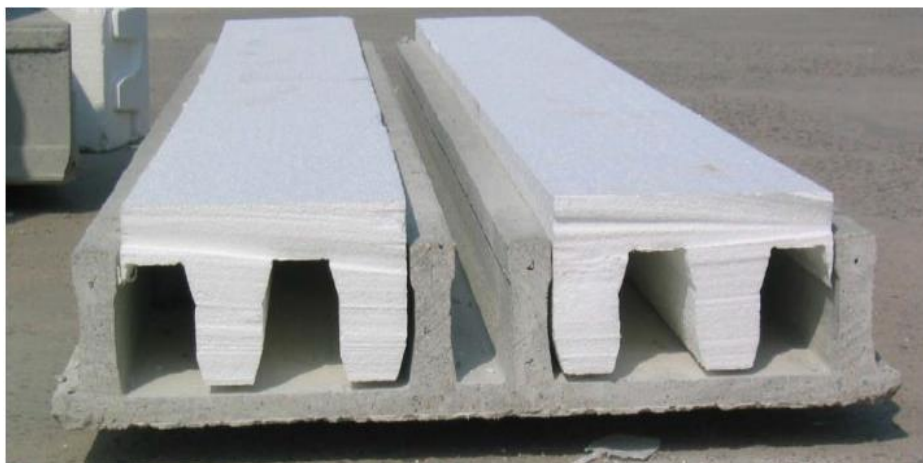
**Figura 3.3** – Prancha prefabricada alveolada montada em obra (Albarram, 2008).

#### **3.2.1.1.4 – Lajes Minos em U**

As lajes minos em U (figura 3.4) são caracterizadas por uma largura de 0,6 m a 1,2 m e um comprimento igual ao vão a vencer. A espessura varia entre 0,26 m a 0,40 m incluindo a camada de betão complementar, sendo que a espessura mínima é de 0,22 m.

Tal como as lajes alveolares as placas de lajes são justapostas lado a lado, possuindo como única armadura os fios pré-tensionados dispostos longitudinalmente (Albarram, 2008).

A zona aligeirada (figura 3.4) da laje mino, pode ser preenchida com poliestireno expandido o outro material semelhante, o que permite a diminuição do seu peso próprio. A zona vazada pode ser utilizada para a passagem de tubagens caso seja necessário.



**Figura 3.4** – Laje mino aligeirada com poliestireno expandido (Fernandes, 2008).

#### **3.2.1.1.5 – Lajes prefabricadas de betão armado produzidas com elementos reciclados**

Os recursos naturais são limitados e o seu consumo é crescente. Assim, torna-se cada vez mais importante a sua utilização de forma racional e a sua reutilização, quando oportuno.

Neste contexto, a indústria da construção civil tem uma necessidade constante de desenvolvimento de sistemas construtivos mais eficientes, com utilização racional dos materiais económicos e sustentáveis.

Ciente que a indústria da construção civil tem um forte impacto no crescimento económico e no desenvolvimento de uma sociedade e devido ao seu elevado consumo de matérias-primas, consumo de energia e geração de resíduos, deve-se manter uma preocupação constante na tentativa de reduzir seus impactos ambientais.

Para isso, existem duas vias possíveis: a redução do consumo de materiais ou uso de materiais e sistemas construtivos mais eficientes e a outra via é a reciclagem dos materiais.

A indústria da construção apresenta-se como uma das melhores alternativas para o consumo de materiais recicláveis, pois a atividade de construção é produzida em qualquer região, o que reduz custos, como os de transporte. Além disso, os materiais necessários para a produção da grande maioria dos componentes de uma edificação, não necessitam de uma grande sofisticação técnica.

Atualmente, as lajes nervuradas de betão armado são frequentemente produzidas, utilizando como material de enchimento os blocos cerâmicos e blocos de poliestireno expandido.

Existem algumas alternativas aos enchimentos convencionais, nomeadamente: garrafas plásticas, latas de alumínio, embalagens cartonadas.

Nas lajes prefabricadas unidirecionais, apenas as vigotas de betão armado, atuam como elementos resistentes aos esforços de flexão, portanto o material de enchimento pode ser de qualquer natureza, desde que resistam às ações, devido à betonagem da camada de compressão.

Os elementos leves e recicláveis (figura 3.5) como é caso das garrafas, latas de alumínio, embalagens cartonadas, podem ser utilizados desde que se consiga obter uma resistência mecânica compatível as das lajes convencionais, e que não apresentem riscos para a saúde pública e para o meio ambiente em função das suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, contribuindo assim, para a melhoria da eficiência do sistema construtivo.



**Figura 3.5** – Lajes prefabricadas com componentes reciclados (Vargas, 2013).

Diante da possibilidade de reutilização das embalagens nas proximidades do local onde são descartadas, a comunidade local pode organizar-se na coleta e armazenamento, produzindo desta forma lajes com enchimentos de elementos recicláveis, assim, conseguir-se-á criar empregos, riquezas, além de contribuir para a utilização sustentável dos resíduos.

Em Cabo Verde, a utilização de diferentes tipos de embalagens, destinados à reciclagem, como material em lajes prefabricadas ainda é um tema pouco explorado, ou até desconhecido.

Esses elementos recicláveis apresentam algumas vantagens face aos elementos convencionais de enchimento das lajes prefabricadas. Uma das vantagens é a redução da quantidade de resíduos sobretudo tendo em conta que o arquipélago de Cabo Verde não dispõe de aterro sanitário, pelo que os resíduos sólidos urbanos são depositados numa lixeira a céu aberto.

A diminuição do peso próprio da estrutura é umas das principais vantagens desta alternativa, com a utilização desses elementos pode-se atingir a uma redução média do peso próprio na ordem dos 20% (Vargas, 2013).

Desta forma, essa alternativa não convencional de enchimento das lajes prefabricadas é considerada uma tecnologia inovadora e sustentável.

### **3.3 – Escoramento das lajes**

O escoramento (Anexo I) é um sistema que tem como função, suportar o peso do pavimento, enquanto o betão não adquirir a resistência pretendida.

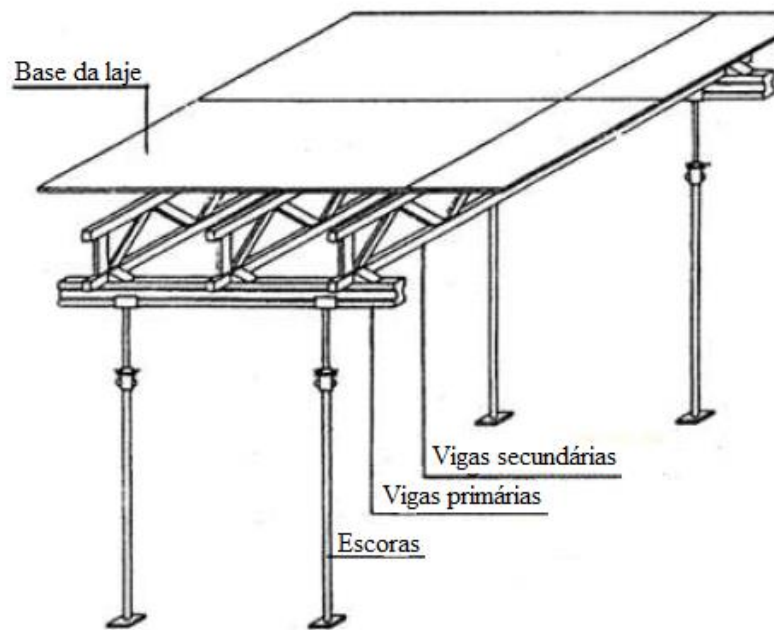
O escoramento assume um papel muito importante na obra e por isso mesmo, existem técnicos especializados para a realização dos projetos do escoramento.

Para a sua montagem, o principal passo para uma correta execução para estruturas de edifícios é seguir à risca o projeto de escoramento fornecido à obra, pois a sua colocação de acordo com o projetado evita a fissuração do betão. Esta fissuração ocorre devido às lajes e às vigas estarem sujeitas a ações ainda numa fase inicial, antes do endurecimento do betão, quando estas não se encontram em condições para suportar essas ações (Fevereiro, 2013).

#### **3.3.1 – Elementos constituintes do escoramento**

O escoramento (figura 3.6) é normalmente composto por:

- Suporte: prumos (com ou sem cabeça);
- Trama: vigas principais e secundárias;
- Acessórios: peças que unem, posicionam e ajustam os suportes e tramas, como os diagonais e as travessas;



**Figura 3.6** – Sistema de escoramento, (Fevereiro, 2013)

### 3.3.2 – Tipos de Escoramento

Os materiais utilizados na construção do escoramento são os seguintes:

- Madeira:
  - Madeira no estado bruto: normalmente em forma de troncos de eucalipto (figura 3.7). Este sistema é muito rudimentar, o nivelamento não é rigoroso, porém é adotado por ser um material de baixo custo e é facilmente encontrado;



**Figura 3.7** – Escoramentos com troncos de madeira, (Fevereiro, 2013).

- Madeira serrada: são peças de madeira padronizadas e com encaixes. Este sistema tem a vantagem por ser de baixo custo, as suas desvantagens prendem-se com o facto de o seu uso estar restrito a uma única obra e o seu nivelamento ser feito por meio de cunhas;

- Metal

O escoramento metálico (figura 3.7) é maioritariamente composto por peças de aço ou de alumínio. As suas principais vantagens são: a flexibilidade, os ajustes muito precisos, a resistência, as uniões e encaixes simples. Atualmente existem diversas empresas especializadas na sua venda ou aluguer. Muitas dessas empresas, além de fornecerem o equipamento para a sua execução, disponibilizam também o respetivo projeto.



**Figura 3.7** - Escoramento metálico (Fevereiro, 2013).

## **CAPÍTULO 4 – LAJES MACIÇAS EXECUTADAS A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO. PROPOSTA DE SOLUÇÕES PARA USO GENERALIZADO EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO EM CABO VERDE**

### **4.1 – Considerações Iniciais**

Neste capítulo são apresentadas algumas exigências presentes na regulamentação de Cabo Verde relativas a coberturas e pavimentos, bem como as recomendações que constam nos regulamentos europeus relativas às estruturas prefabricadas.

Também são citadas as características e as condições de execução e de emprego dos pavimentos executados a partir de prelares de betão armado estabelecidas em Documento de Homologação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

### **4.2 – Disposições regulamentares aplicáveis aos pavimentos não-tradicionais**

Para o dimensionamento de estruturas prefabricadas em betão armado não existem regulamentos específicos para o efeito. Contudo existem diversos regulamentos e documentos normativos que referem as estruturas prefabricadas em betão armado, de entre os quais se salientam os regulamentos europeus, como o Eurocódigo 2 e os Documentos de Homologação.

Os regulamentos Portugueses mais usados em Cabo Verde são: o Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado (REBAP), o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) e o Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU). Para estruturas prefabricadas também são utilizados os Documentos de Homologação do LNEC.

Os regulamentos acima mencionados, à exceção dos Documentos de Homologação do LNEC, praticamente não contemplam os elementos prefabricados em betão armado. No artigo 1.3 do REBAP é referenciado que o documento não contempla objetivamente as estruturas em que se utilizem processos de construção industrializados e não tradicionais, cujo emprego fica condicionado a homologação a conceder, em cada caso, pelo LNEC.

No artigo 17.º do RGEU é referido que a aplicação de novos materiais ou processos de construção para os quais não existam especificações oficiais nem suficiente prática de utilização será condicionada ao prévio parecer do Laboratório de Engenharia Civil, do Ministério de Obras Públicas.

O Regulamento Cabo-Verdiano Geral de Construção e Habitação (RGCHU), também não faz nenhuma referência relativamente às construções prefabricadas, contudo contém algumas exigências aplicáveis às lajes.

#### **4.2.1 – Regulamento Geral de Construção e Habitação Urbana**

Segundo o RGCHU, os pavimentos das edificações devem ser projetados e construídos de modo a obedecerem às exigências de segurança, habitabilidade, economia e durabilidade e outras estabelecidas no Código Técnico da Edificação.

Relativamente às coberturas das edificações devem ser projetadas e constituídas de modo a obedecer às exigências de segurança estrutural, de segurança contra o incêndio, de estanqueidade à água, de isolamento térmico, de economia de energia, de isolamento sonoro, de conforto visual, de durabilidade e outras estabelecidas no Código Técnico da Edificação.

No que diz respeito à conceção das edificações novas e das intervenções de reabilitação, os processos construtivos a adotar na sua realização devem subordinar-se a critérios de racionalidade e economia que permitam obter a melhor racionalização da mão-de-obra, dos materiais e componentes, bem como da ciência e tecnologias disponíveis, considerando o ciclo de vida útil das edificações.

#### **4.2.2 – Eurocódigo dois (EC 2)**

As regras a ter em conta no dimensionamento de edifícios total ou parcialmente constituídos com elementos prefabricados de betão são referidas na secção 10 do EC 2, constituindo um complemento às regras indicadas noutras secções.

##### **4.2.2.1 – Regras adicionais relativamente aos elementos e a estruturas prefabricadas de betão, segundo o EC 2**

Na secção 10 do EC2 são definidas as regras a ter em conta no projeto e na definição das disposições construtivas de elementos e estruturas prefabricadas de betão, as quais devem ser analisadas tendo em conta:

- **Situações transitórias** – O comportamento dos elementos estruturais em todas as fases de construção, empregando sempre as características geométricas e as propriedades válidas para a fase considerada e a sua interação com outros elementos prefabricados;
- **Aparelhos de apoio temporários e permanentes** – As incertezas no que respeita às deformações impedidas e à transmissão dos esforços entre elementos, devidas

às imperfeições geométricas e às tolerâncias do posicionamento dos elementos e dos aparelhos de apoio;

- **Ligações e juntas entre elementos** – O comportamento do sistema estrutural estando este sob a influência do comportamento das ligações entre os diferentes elementos, nomeadamente a resistência e as deformações reais das ligações.

#### 4.2.2.2 – Esforço longitudinal nas juntas de betonagem

Na secção 6.2.5 do EC2, a tensão tangencial nas juntas de betonagens de diferentes datas deve, além dos requisitos de verificação ao esforço transversal, satisfazer também a seguinte expressão:

$$V_{Edi} \leq V_{Rdi}$$

Em que:

$V_{Edi}$  – Valor de cálculo da tensão tangencial na junta;

$V_{Rdi}$  – Valor de cálculo da tensão tangencial resistente na junta.

O valor de cálculo da tensão tangencial na junta  $V_{Edi}$  é dado pela seguinte expressão:

$$V_{Edi} = \beta V_{Ed} / (z b_i)$$

Em que:

$\beta$  – Relação entre o esforço longitudinal na secção de betão novo e o esforço longitudinal total na zona de compressão ou na zona de tração, ambos calculados na secção considerada;

$V_{Ed}$  – Esforço transversal;

$z$  – Braço do binário da secção composta;

$b_i$  – Largura da junta.

O valor de cálculo da tensão tangencial resistente na junta  $V_{Rdi}$  é dado pela seguinte expressão:

$$V_{Rdi} = c.f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{cd}$$

Em que:

$c$  e  $\mu$  – Coeficientes que dependem da rugosidade da junta;

$f_{ctd}$  – Resistência de cálculo à tração do betão de menor resistência;

$\sigma_n$  – Tensão devida ao esforço normal exterior mínimo na junta, que pode atuar simultaneamente com o esforço transversal, positivo se de compressão, com  $\sigma_n < 0,6 f_{cd}$ , e negativo de tração. Quando  $\sigma_n$  é de tração, ( $c.f_{ctd}$ ) deve ser considerado igual a zero.

$\rho$  – Percentagem da armadura que atravessa a interface ( $\rho = A_s / A_i$ );

$A_s$  – Área da secção de armaduras que atravessa a junta incluindo a das armaduras de esforço transversal caso existam, com amarração adequada de ambos os lados da junta;

$A_i$  – Área da junta;

$\alpha$  – Inclinação dos varões do aço em relação à junta, sendo definido, que deve ser limitado entre 45° e 90°;

$v$  – Coeficiente de redução da resistência, dado por:

$$v = 0,6 \times \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \quad (f_{ck} \text{ em MPa})$$

$f_{ck}$  – Valor característico da tensão de rotura do betão à compressão aos 28 dias de idade.

Para a obtenção dos coeficientes  $c$  e  $\mu$ , na falta de informações mais pormenorizadas, as superfícies são classificadas como muito lisas, lisas, rugosas ou indentadas conforme os seguintes exemplos:

- **Muito lisa:** uma superfície moldada por aço, plástico ou por moldes de madeira especialmente preparados:  $c = 0,25$  e  $\mu = 0,5$ .
- **Lisa:** uma superfície extrudida ou executada com moldes deslizantes ou executada sem cofragem e não tratada após a vibração:  $c = 0,35$  e  $\mu = 0,6$ .
- **Rugosa:** uma superfície com rugosidade de pelo menos 3 mm de altura e espaçadas cerca de 40 mm, obtidas por meio de raspagem de jato de água, ar ou areia ou por meio de quaisquer outros métodos de que resulte um comportamento equivalente:  $c = 0,45$  e  $\mu = 0,7$ .
- **Indentada:** uma superfície com recortes em conformidade com a figura 4.1:  
 $c = 0,50$  e  $\mu = 0,9$ .

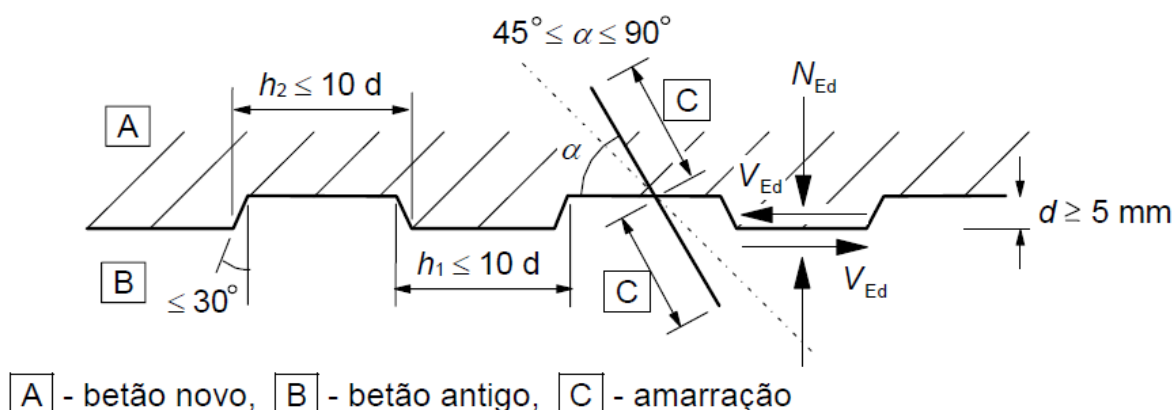


Figura 4.1 – Junta de construção indentada, (Eurocódigo 2, 2004).

#### 4.2.3 – Documentos de Homologação

A criação de mecanismos destinados a avaliar a qualidade das novidades da construção em Portugal remonta a 1951 com a publicação do REGEU.

A emissão de pareceres referidos para os produtos não-tradicionais ao abrigo do artigo 17.º do REGEU, passaram a ser traduzidos num Documento de Homologação.

O Documento de Homologação destina-se a produtos que não são objetos de especificações oficiais, nas quais se incluem as normas. O Documento de Homologação inclui também, para além da decisão de homologação, uma descrição geral do produto, a enumeração das suas características, o campo de aplicação e apreciação efetuada tendo em conta os resultados dos ensaios realizados e as observações decorrentes de visitas às instalações de fabrico, a obras e a construções em curso, regras para o seu armazenamento, transporte e aplicação em obra, as características e respetivas tolerâncias a avaliar no âmbito da realização de eventuais ensaios de receção.

#### 4.3 – Lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado. Proposta de soluções para uso generalizado em edifícios de habitação em Cabo Verde

Perante as necessidades habitacionais em Cabo Verde, propõe-se o uso generalizado de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado para suprir as carências habitacionais *in loco*.

Consciente de que toda e qualquer mudança de processos tecnológicos produzem reações iniciais junto do ser humano, com maior ênfase nas sociedades mais tradicionais e conservadoras, como é a sociedade cabo-verdiana, pretende-se apontar as principais razões da escolha dessa solução construtiva.

A solução proposta adequa-se às carências habitacionais em Cabo Verde, onde é possível construir melhor e fazendo simultaneamente economias, privilegiando a segurança e o conforto da habitação.

É um processo construtivo de fácil execução e versátil, na medida que pode ser construído em obra, ou em pequenas unidades fabris e não exige mão-de-obra especializada para o seu fabrico. Sublinha-se a importância da participação da comunidade local o que permite a valorização dos recursos materiais e humano, fomentando de modo sustentado o desenvolvimento económico e social do país.

Esta solução também permite reduzir o uso de cofragem inferior, desde que no local de fabrico exista um pavimento bem nivelado. Nestes casos, pode ser aplicada uma película de plástico (figura 4.2) bem esticada, em cima da qual serão aplicados os quadros de madeira que permitirão moldar as faces laterais da prelaje.



**Figura 4.2** – Molde assente em plástico resistente para o fabrico da prelaje.

Salienta-se que é imprescindível aplicar um líquido descofrante sobre o plástico e o quadro de madeira de forma a facilitar a descofragem.

Os materiais para a sua execução estão disponíveis às pequenas, médias e grandes empresas e não são onerosos dentro da conjuntura económica do país.

No que concerne à cobertura, os tipos estruturais aplicados em coberturas planas de edifícios correntes, não diferem dos que se utilizam nos pavimentos comuns, ou seja, a cobertura nestes casos, é apenas mais um piso para o qual os níveis de exigências em relação ao isolamento térmico e à estanquidade são muito mais elevados que para os pavimentos.

Assim, torna-se necessário prever para as coberturas, um conjunto de medidas especificamente destinadas a assegurar o cumprimento dessas exigências.

No âmbito desta dissertação é proposta uma solução simples que envolve uma grande racionalização dos meios e sistemas utilizados, aliada ao uso do espaço flexível. As soluções propostas podem e devem ser utilizadas para substituir as soluções construtivas, que correntemente são utilizadas para a execução de pavimentos e coberturas de edifícios de habitação em Cabo Verde.

Deste modo, propõem-se quatro soluções para o fabrico de lajes maciças com recurso às prelares de betão armado:

- A solução A é constituída por uma laje maciça de betão armado para a execução de pavimentos, com 0,14 m de espessura total, executada a partir de prelares de betão armado com 3 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,05 m de espessura e uma camada de betão complementar de 0,09 m de espessura;
- A solução B é constituída por uma laje maciça de betão armado para a execução de pavimentos, com 0,15 m de espessura total, executada a partir de prelares de betão armado com 3,5 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,05 m de espessura e uma camada de betão complementar de 0,10 m de espessura;
- A solução C é constituída por uma laje maciça de betão armado para a execução de coberturas, com 0,13 m de espessura total, executada a partir de prelares de betão armado com 3 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,05 m de espessura e uma camada de betão complementar de 0,08 m de espessura;
- A solução D é constituída por uma laje maciça de betão armado para a execução de coberturas, com 0,14 m de espessura total, executada a partir de prelares de betão armado com 3,5 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,05 m de espessura e uma camada de betão complementar de 0,09 m de espessura.

A escolha dessas quatro soluções, com as dimensões atrás indicadas, justifica-se pelo facto de estarem de acordo com as áreas correntes dos compartimentos dos edifícios de habitação em Cabo Verde.

As soluções propostas garantem o uso mínimo de cofragem na execução da laje, obtendo um acréscimo no rendimento da produção e uma redução dos custos finais.

Sucintamente são enumerados os princípios gerais, considerados na conceção das soluções propostas:

- Suportar as ações regulamentares, transmitindo-as depois aos elementos portantes (vigas e pilares);
- Possuir um peso próprio reduzido;
- Assegurar a facilidade de execução, de transporte e manuseamento em obra;
- Oferecer respostas adequadas ao clima;
- Assegurar um bom isolamento acústico;
- Possuir uma superfície adequada, que permita prescindir de qualquer revestimento de teto;
- Assegurar uma boa resistência ao fogo;
- Ser uma solução económica, o que implica a utilização racional dos diferentes materiais;
- Conservar ao longo do tempo as suas qualidades físicas, mecânicas e acústicas.

As soluções propostas de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado permitem proporcionar pavimentos e coberturas adequados para os edifícios de habitação em Cabo Verde. Estas foram escolhidas tendo em atenção a particularidade climática do país e a função dos edifícios.

O forte potencial das soluções propostas deve ser explorado no seu todo de forma a debelar as necessidades habitacionais existentes no país.

Seguidamente, é feito o dimensionamento das soluções propostas.

#### **4.3.1 – Dimensionamento das soluções propostas**

Neste subcapítulo será efetuado o dimensionamento das soluções propostas para o uso generalizado em edifícios de habitação em Cabo Verde.

Deste modo efetua-se o dimensionamento das quatro soluções propostas de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado, destinadas para a execução dos pavimentos e das coberturas.

Os cálculos que a seguir se apresentam, deram origem as tabelas de cálculo, indicados no Anexo I.2.

De acordo com as características geométricas atrás indicadas, foram determinadas os seguintes valores de peso próprio:

- **Ações permanentes**
  - Peso próprio da prelares com 0,05 m de espessura.....1,25 kN/m<sup>2</sup>

- Peso próprio da laje com 0,13 m de espessura.....3,25 kN/m<sup>2</sup>
- Peso próprio da laje com 0,14 m de espessura.....3,5 kN/m<sup>2</sup>
- Peso próprio da laje com 0,15 m de espessura.....3,75 kN/m<sup>2</sup>

Foram ainda consideradas as seguintes cargas permanentes:

- Revestimento do piso.....1,5 kN/m<sup>2</sup>
- Revestimento da cobertura incluindo a camada de forma.....3 kN/m<sup>2</sup>
- Carga distribuída de paredes interiores.....2,5 kN/m<sup>2</sup>

#### • Ações variáveis

Com base no RSA, foram consideradas as seguintes ações variáveis

- Sobrecarga em pavimento.....2 kN/m<sup>2</sup>
- Sobrecarga em cobertura (terraços não acessíveis) .....1 kN/m<sup>2</sup>

#### • Materiais e recobrimento

Os materiais estruturais estabelecidos são definidos de acordo com os seus valores característicos, aos quais são aplicados os coeficientes parciais de minoração das suas propriedades resistentes. Assim apresentam-se os materiais utilizados no dimensionamento da laje.

- Betão – C25/30
- Aço em armaduras ordinárias – A 400 NR

Relativamente ao recobrimento, foi adotada a classe de exposição XC1 para as estruturas com a vida útil de 50 anos. Segundo a especificação LNEC (E 464 – 2007) e de acordo com as condições climáticas de Cabo Verde, tendo em conta que é um arquipélago de ambiente marítimo, a classe condicionante seria XS1 tendo em conta a corrosão induzida por cloretos da água do mar o que condicionaria a espessura da prelaje. No entanto, tendo em conta que a face superior da prelaje será protegida pelo betão complementar colocado em obra e que a face inferior está no interior dos edifícios. Considerou-se que a classe de exposição XC1 é suficiente, para garantir as estruturas os requisitos da vida útil de 50 anos.

Assim, o recobrimento adotado para o dimensionamento da prelaje é de 2,5 cm.

- **Combinações das ações**

Na determinação dos esforços para estados limites foram definidas combinações de ações de acordo com o RSA. Assim foram definidas as combinações para estados limites últimos de segurança e para os estados limites últimos de utilização, com base nas seguintes expressões:

Estado limite último de segurança – Combinação Fundamental

$$S_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot (Q_k + \psi_{0j} \cdot Q_{kj})$$

Estado limite último de utilização – Combinação quase permanente

$$S_d = G_m + \psi_{1i} + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

A combinação fundamental de ações para o caso em estudo, com os devidos coeficientes é:

$$P_{sd} = 1,35 \times (P_p + R_{CP}) + 1,5 \times S_C$$

Do mesmo modo, a combinação quase permanente de ações para o caso em estudo, com os devidos coeficientes é:

$$P_{qp} = G_m + \psi_2 \times S_C$$

**Quadro 4.1** – Valores das ações que atuam nos pavimentos.

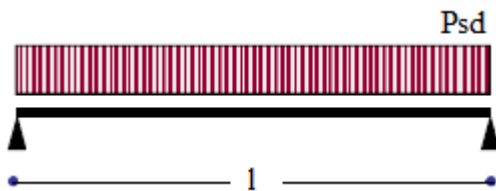
| Solução | Peso da Prelaje e do betão Complementar (kN/m <sup>2</sup> ) | Sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> ) | Restante Carga Permanente (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| A       | 3,5                                                          | 2                               | 4                                              |
| B       | 3,75                                                         | 2                               | 4                                              |

**Quadro 4.2** – Valores das ações que atuam nas coberturas.

| Solução | Peso da Prelaje e do betão Complementar (kN/m <sup>2</sup> ) | Sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> ) | Restante Carga Permanente (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| C       | 3,25                                                         | 1                               | 3                                              |
| D       | 3,5                                                          | 1                               | 3                                              |

#### • Modelo de Cálculo

O modelo de cálculo tem por base uma viga fictícia (figura 4.3) que simula o comportamento estrutural unidirecional de uma parcela de laje com 1.0 m de largura, o qual é justificado pela inexistência de continuidade nos apoios.



**Figura 4.3** – Modelo de cálculo simplesmente apoiado.

É feita a verificação do estado limite último e do estado de limite de utilização.

A verificação aos estados limites nas peças de betão foi baseada nos regulamentos atrás referidos (REBAP, RSA e EC2).

Os resultados obtidos dizem respeito aos estados limites últimos de resistência à flexão e ao esforço transverso.

Uma vez estabelecida a solução estrutural, torna-se necessário proceder ao pré-dimensionamento dos elementos estruturais com o objetivo de determinar as dimensões que, *a priori*, satisfazem as condições exigidas.

#### **4.3.2 – Pré-dimensionamento da laje maciça executada a partir de prelaje de betão armado, com o vão de 3 m e 3,5 m de comprimento**

A espessura da laje foi calculada, através de estimativas que dependem do vão e que de certa forma controlam a deformada da laje. Assim o valor a adotar deverá estar entre os seguintes valores:

$$h \approx \frac{l}{25 \text{ a } 35}$$

$$h = \frac{3}{25} = 0,12 \text{ e } h = \frac{3}{30} = 0,1$$

$$h = \frac{3,5}{25} = 0,14 \text{ e } h = \frac{3,5}{30} = 0,12$$

Para a estimativa da altura útil, considerou-se o diâmetro longitudinal de 10 mm e o recobrimento de 2,5 cm.

Portanto o valor da altura útil é de:

$$d = h - c - \frac{\phi l}{2}$$

Em que:

d – É a altura útil da secção;

h – É a espessura total da laje;

c – É o recobrimento adotado;

$\phi l$  – É o diâmetro longitudinal da armadura.

#### **4.3.2.1 – Verificação da segurança em relação aos estados limites últimos de resistência**

O estado limite último está associado ao colapso da estrutura, refere-se à segurança das pessoas e à segurança da estrutura, ou seja, corresponde em geral, à capacidade máxima que uma estrutura ou elemento estrutural pode suportar.

##### **4.3.2.1.1 – Esforço de Flexão**

As armaduras foram dimensionadas de acordo com pressuposto fundamental de que as propriedades dos materiais garantem a segurança quanto às ações aplicadas nos elementos estruturais, definido este conceito pela seguinte expressão;

$$M_{Sd} \leq M_{Rd}$$

Segundo o EC 2, nas lajes armadas numa só direção, deverão utilizar-se armaduras transversais de distribuição correspondentes à pelo menos 20% da armadura principal.

No quadro 4.3, são indicadas as armaduras principais e de distribuição que foram adotadas para as diferentes soluções construtivas executadas a partir de prelares de betão armado.

**Quadro 4.3** – Armaduras principais e de distribuição adotadas para os pavimentos executados a partir de prelares de betão armado.

| Soluções | M <sub>Sd</sub><br>(kN.m/m) | d<br>(m) | μ     | ω     | A <sub>s,cal</sub><br>(cm <sup>2</sup> /m) | M <sub>Rd</sub><br>(kN.m/m) | Armadura Principal adotada |                                           | Armadura de distribuição adotada |                                           |
|----------|-----------------------------|----------|-------|-------|--------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|
|          |                             |          |       |       |                                            |                             | Varões                     | A <sub>s,ef</sub><br>(cm <sup>2</sup> /m) | Varões                           | A <sub>s,ef</sub><br>(cm <sup>2</sup> /m) |
| A        | 14,77                       | 0,11     | 0,073 | 0,078 | 4,13                                       | 17,58                       | φ8//10                     | 5,03                                      | φ8//20                           | 2,51                                      |
| B        | 20,61                       | 0,12     | 0,086 | 0,093 | 5,36                                       | 25,25                       | φ8//7,5                    | 6,70                                      | φ8//20                           | 2,51                                      |
| C        | 11,18                       | 0,10     | 0,067 | 0,071 | 3,41                                       | 13,03                       | φ8//12,5                   | 4,02                                      | φ8//20                           | 2,51                                      |
| D        | 15,74                       | 0,11     | 0,078 | 0,084 | 4,44                                       | 17,58                       | φ8//10                     | 5,03                                      | φ8//20                           | 2,51                                      |

Foram ainda estabelecidos um diâmetro mínimo para as armaduras da laje de 8 mm.

#### 4.3.2.1.2 – Esforço transversal

Os elementos estruturais para os quais não é exigida armadura de esforço transversal, o valor de cálculo do esforço transversal resistente V<sub>Rd,c</sub> é dado pela seguinte expressão:

$$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} b_w \cdot d + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d$$

com:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \text{ com } d \text{ em mm}$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$$

Em que:

k – Efeito de escala da dimensão relativa dos agregados em relação à espessura do elemento;

ρ<sub>l</sub> – Taxa de armadura longitudinais;

A<sub>sl</sub> – Área da armadura de tração;

b<sub>w</sub> – Menor largura da secção transversal na área tracionada [mm];

d – Altura útil de uma secção;

f<sub>ck</sub> – Valor característico da tensão de rotura do betão;

σ<sub>cp</sub> – Valor da tensão normal média de compressão no elemento, devido a um esforço normal de compressão ou pré-esforço, caso exista.

Os valores de  $C_{Rd,c}$ ,  $v_{min}$  e  $k_1$  a utilizar num determinado país são dados no respetivo Anexo Nacional.

Os valores recomendados são:  $C_{Rdc} = 0,12$  e  $k_1 = 0,15$

A verificação segue o disposto do EC2 para a verificação ao esforço transversal, demonstrado no quadro seguinte:

**Quadro 4.4 – Estado limite de esforço transversal.**

| Solução | Vsd<br>(kN/m) | d (m) | $C_{Rd,c}$ | k   | $\rho_l$ | $f_{ck}$ | $V_{Rd,c}$<br>(kN/m) | $V_{Rd,c \text{ lim}}$<br>(kN/m) |
|---------|---------------|-------|------------|-----|----------|----------|----------------------|----------------------------------|
| A       | 19,19         | 0,11  | 0,12       | 2,0 | 0,0046   | 25       | 59,59                | 49,5                             |
| B       | 23,56         | 0,12  | 0,12       | 2,0 | 0,0056   | 25       | 69,41                | 49,5                             |
| C       | 14,91         | 0,10  | 0,12       | 2,0 | 0,0040   | 25       | 51,70                | 49,5                             |
| D       | 17,99         | 0,11  | 0,12       | 2,0 | 0,0046   | 25       | 59,59                | 49,5                             |

#### 4.3.2.1.3 – Área mínima de armadura

Segundo o EC 2, o valor da área mínima de armadura ( $A_{s,min}$ ) a utilizar num determinado país é dado no respetivo Anexo Nacional. O valor recomendado é dado pela seguinte expressão:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d > 0,0013 \cdot b_t \cdot d$$

Em que:

$f_{ctm}$  – Valor médio da tensão de rotura do betão à tração simples;

$f_{yk}$  – Valor característico da tensão de cedência à tração do aço das armaduras de betão armado;

$b_t$  – Largura média da zona tracionada;

$d$  – Altura útil da secção.

As secções com uma quantidade de armaduras inferior a  $A_{s,min}$  consideram-se como não armadas.

Assim sendo, tem-se o seguinte valor de  $A_{s,min}$ :

$$A_{s,min} = 0,26 \times \frac{2,6}{400} \times 1 \times 0,10 > 0,0013 \times 1 \times 0,10$$

$$A_{s,min} = 0,000169 > 0,00013$$

$$A_{s,min} = 1,69 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \emptyset 8/0,2 \rightarrow [2,51 \text{ cm}^2/\text{m}]$$

Neste caso, a área da armadura longitudinal de tração não deve ser inferior a  $A_{s,min}$ .

#### 4.3.3 – Verificação da segurança em relação aos estados limites de utilização

O estado limite de utilização refere-se ao funcionamento da estrutura ou dos elementos estruturais, ao conforto das pessoas e ao aspeto da construção.

##### 4.3.3.1 – Deformação

A deformação deve ser controlada para não comprometer o funcionamento e o aspeto da estrutura.

Após verificada a capacidade resistente da laje, é necessário proceder ao controlo da deformação vertical da laje. Segundo o artigo 72.º do REBAP, a flecha a longo prazo máxima admissível corresponde a  $l/400$  para a combinação frequente de ações, porém, se a deformação do elemento afetar paredes divisórias, e a menos que a fendilhação dessas paredes seja contrariada por medidas adequadas, a flecha não deve ser tomada com valor superior a 1,5 cm.

Segundo o EC 2 para não danificar os elementos não estruturais suscetíveis de serem danificados, a deformação que ocorre depois da construção desses elementos deve ser limitada a  $l/250$ , para a combinação de ações quase permanente.

A verificação ao estado limite de deformação foi feita através da forma direta, que é efetuada pelo cálculo da flecha a longo prazo e sua comparação com os valores admissíveis.

Deste modo com o recurso às tabelas de cálculo, foi utilizado o método dos coeficientes globais para determinar o cálculo da flecha.

As secções determinantes no cálculo da flecha correspondem às secções de máximos momentos de vão, as quais coincidem com as secções de máxima curvatura de flexão.

- Flecha instantânea ( $t = 0$ )

Designa-se por deformação ou flecha instantânea a que não tem em consideração os efeitos diferidos do comportamento do betão, nomeadamente: a fluência e a retração.

Assim, a flecha instantânea é calculada a partir da seguinte expressão:

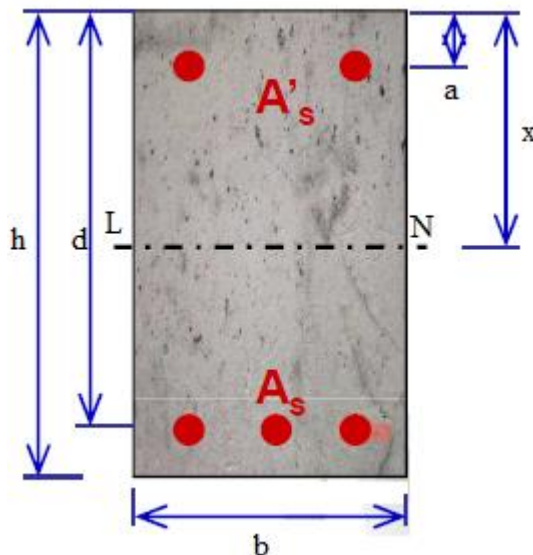
$$a_0 = k_0 \cdot a_c \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^3$$

Em que :

$k_0$  – É o coeficiente que entra em consideração com o efeito das armaduras e da fendilhação, o coeficiente  $k_0$  é obtido em função de: ( $d/h$ ,  $\alpha$ ,  $\rho$ ,  $M_{cr}/M_D$ );

- $a_c$  – É a deformação, determinada com base nas características da secção do betão desprezando a presença das armaduras, da fendilhação e da fluência do betão;
- $h$  – É a espessura da secção;
- $d$  – É a altura útil da secção;
- $\alpha$  – É o coeficiente de homogeneização;
- $M_{cr}$  – É o momento de fendilhação;
- $M_D$  – É o momento fletor para a combinação quase permanente de ações.

Seja  $a_c$  a deformação elástica, determinada com base nas características (figura 4.4) da secção do betão ( $I_c = b \cdot h^3/12$ ,  $E_{cm}$ ), desprezando a presença das armaduras, da fendilhação e da fluência do betão.



**Figura 4.4** – Características da secção retangular do betão.

- Flecha a longo prazo ( $t = \infty$ )

Designa-se por deformação ou flecha a longo prazo, a que tem em consideração os valores máximos dos efeitos diferidos.

A flecha a longo prazo  $a_\infty$  é calculada a partir da seguinte expressão:

$$a_\infty = k_t \cdot a_c \cdot \eta \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^3$$

Em que:

$k_t$  - É o coeficiente que entra em consideração com o efeito das armaduras, da fendilhação e da fluência, o coeficiente  $k_t$  é calculado em função de  $(\phi, d/h, \alpha\rho, M_{cr}/M_D)$ ;

$\phi$  – É o coeficiente de fluência,  $\phi = 2,5$ ;

$\eta$  – É o coeficiente que entra em consideração com a influência da armadura de compressão.

No quadro 4.5 tem-se os seguintes valores da flecha elástica  $a_c$ , em que  $a_c$  é dado pela seguinte expressão:

$$a_c = \frac{5 \cdot (G_m + \psi_2 \cdot Q_k) \cdot l^4}{384 \cdot E_{cm} \cdot I_c}$$

Em que:

$l$  – Vão da laje simplesmente apoiada;

$Q_k$  – Valor característico da sobrecarga;

$G_m$  – Valor médio das ações permanentes;

$\Psi_2$  – Coeficiente de redução das sobrecargas,  $\Psi_2 = 0,3$ ;

$E_{cm} \cdot I_c$  – Fator de rigidez correspondente à secção analisada.

**Quadro 4.5** – Valores da flecha elástica  $a_c$ .

| Solução | $a_c$ (mm) |
|---------|------------|
| A       | 1,21       |
| B       | 1,87       |
| C       | 1,22       |
| D       | 1,87       |

• **Cálculo do Momento de Fendilhação**

O momento de fendilhação é o momento para o qual, se atinge a tensão  $f_{ctm}$  na fibra mais tracionada.

Utilizando o método expedito, desprezando a contribuição do aço para o momento de inércia da secção, isto é não homogeneizando a secção, tem-se para a secção retangular, o seguinte momento de fendilhação:

$$M_{cr} = f_{ctm} \frac{b \cdot h^2}{6}$$

O momento de fendilhação é então:

**Quadro 4.6** – Valores do momento de fendilhação.

| Solução | $M_{cr}$<br>(kN.m/m) |
|---------|----------------------|
| A       | 8,49                 |
| B       | 9,75                 |
| C       | 7,32                 |
| D       | 8,49                 |

Para a secção determinante a meio vão, tem-se os seguintes valores do momento determinante:

**Quadro 4.7** – Valores do momento determinante.

| Solução | $M_D = \frac{P_{qp} \cdot l^2}{8}$ |
|---------|------------------------------------|
| A       | 9,11 kN.m/m                        |
| B       | 12,97 kN.m/m                       |
| C       | 7,36 kN.m/m                        |
| D       | 10,41 kN.m/m                       |

Uma vez que o valores de  $M_D > M_{cr}$ , as lajes estão fendilhadas na zona da secção determinante, assim torna-se necessário calcular a flecha a longo prazo.

A verificação da flecha a longo prazo ( $t = \infty$ ) vem demonstrada no seguinte quadro.

**Quadro 4.8** – Verificação do estado limite da deformação a longo prazo.

| Solução | $\phi$ | $E_{cm}$<br>(GPa) | $E_s$<br>(GPa) | $\alpha \rho$ | $(h/d)^3$<br>(m) | $M_{cr}/M_D$ | $k_t$ | $a_\infty$<br>(mm) | $l/250$<br>(mm) |
|---------|--------|-------------------|----------------|---------------|------------------|--------------|-------|--------------------|-----------------|
| A       | 2,5    | 31                | 200            | 0,030         | 2,06             | 0,93         | 4     | 9,98               | 12              |
| B       | 2,5    | 31                | 200            | 0,036         | 1,95             | 0,75         | 3,7   | 13,51              | 14              |
| C       | 2,5    | 31                | 200            | 0,026         | 2,20             | 0,99         | 4,4   | 11,79              | 12              |
| D       | 2,5    | 31                | 200            | 0,046         | 2,62             | 0,82         | 3,3   | 12,72              | 14              |

#### 4.3.3.2 – Fendilhação

De acordo com o EC 2, não é necessário calcular a abertura de fendas desde que a espessura da laje seja inferior a 200 mm e se cumpram as regras de pormenorização estipuladas no ponto 9.3 do EC 2.

Segundo o EC 2, a verificação do estado limite de fendilhação pode ser efetuada de duas formas:

- Forma direta: Que consiste no cálculo da abertura das fendas e a respetiva comparação com os valores admissíveis;
- Forma indireta: Que segundo o EC 2 (Quadro 4.9 e 4.10) consiste em adotar uma armadura mínima ou impor limites ao diâmetro máximo dos varões e o seu afastamento máximo.

**Quadro 4.9** – Diâmetros máximos dos varões para o controlo da fendilhação.

| Tensão no aço <sup>2</sup><br>[MPa] | Diâmetros máximos dos varões [mm] |                |                |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
|                                     | $w_k = 0,4$ mm                    | $w_k = 0,3$ mm | $w_k = 0,2$ mm |
| 160                                 | 40                                | 32             | 25             |
| 200                                 | 32                                | 25             | 16             |
| 240                                 | 20                                | 16             | 12             |
| 280                                 | 16                                | 12             | 8              |
| 320                                 | 12                                | 10             | 6              |
| 360                                 | 10                                | 8              | 5              |
| 400                                 | 8                                 | 6              | 4              |
| 450                                 | 6                                 | 5              | -              |

**Quadro 4.10** – Espaçamento máximo dos varões para o controlo da fendilhação.

| Tensão no aço <sup>2</sup><br>[MPa] | Diâmetros máximos dos varões [mm] |                |                |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
|                                     | $w_k = 0,4$ mm                    | $w_k = 0,3$ mm | $w_k = 0,2$ mm |
| 160                                 | 300                               | 300            | 200            |
| 200                                 | 300                               | 250            | 150            |
| 240                                 | 250                               | 200            | 100            |
| 280                                 | 200                               | 150            | 50             |
| 320                                 | 150                               | 100            | -              |
| 360                                 | 100                               | 50             | -              |

#### 4.3.3.2.1 – Cálculo de tensões com base na secção fendilhada (flexão)

Tendo em conta que o  $M_{qp} > M_{cr}$  para o cálculo de tensões na secção é necessário considerar a secção fendilhada.

Em estado fendilhado (estado II) o valor da tensão na armadura é dado pela seguinte expressão:

$$\sigma_s = \alpha \cdot C_s \cdot \frac{M_{cr}}{b \cdot d^2}$$

No caso em análise, tem-se os seguintes valores da tensão na armadura, obtidos através das tabelas de cálculo.

**Quadro 4.11** – Valores da tensão da armadura.

| Solução | $\alpha = E_s/E_c$ | $c_s$ | $M_{cr}$<br>(kN.m/m) | b<br>(m) | d<br>(m) | $\sigma_s$<br>(MPa) |
|---------|--------------------|-------|----------------------|----------|----------|---------------------|
| A       | 6,45               | 35,93 | 8,49                 | 1        | 0,11     | 162,61              |
| B       | 6,45               | 30,71 | 9,75                 | 1        | 0,12     | 134,12              |
| C       | 6,45               | 42,84 | 7,32                 | 1        | 0,10     | 202,27              |
| D       | 6,45               | 31    | 8,49                 | 1        | 0,11     | 140,30              |

Recorrendo aos quadros 4.6 e 4.7, na gama de tensões  $\sigma_s = 200$  MPa, tem-se para  $w_k = 0,4$  mm,  $\phi$  32 // 300 mm.

#### 4.3.3.3 – Tensão de corte resistente nas juntas de betonagens

Obtidos os esforços através do modelo de estrutura, há que determinar se irá ser necessário realizar o reforço de armaduras. De facto, parte da tensão de corte resistente é garantida pela aderência, pelo que se a tensão de corte atuante for inferior à proporcionada pela aderência, não será necessário aplicar qualquer reforço de armadura.

Desta forma, impõe-se o cálculo da tensão resistente através da equação preconizada no EC 2, na secção 6.2.2. Assim sendo, considerando como nulos a percentagem de armadura e a tensão exterior de compressão ( $\rho = 0$ ,  $\sigma_n = 0$ ) e isolando o termo correspondente à adesão e admitindo, que é efetuada uma raspagem superficial do betão da prelaje, considera-se estar perante uma superfície rugosa, com coeficientes de rugosidade de 0,45 e 0,7 respetivamente ( $c = 0,45$  e  $\mu = 0,7$ ).

Deste modo, tem-se:

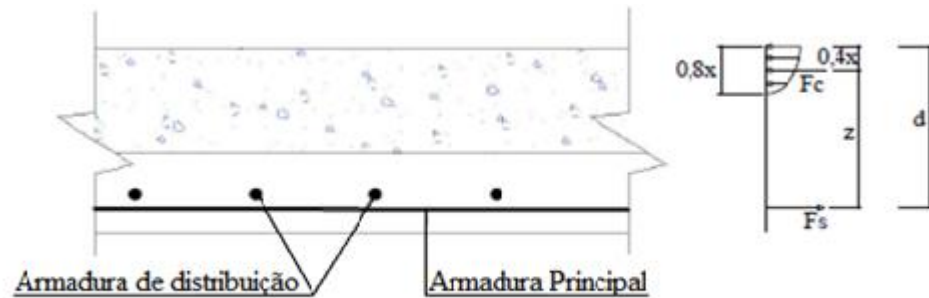
$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} = 0,45 \times 1,2 = 0,54 \text{ MPa}$$

#### 4.3.3.4 – Tensão de corte de cálculo nas juntas de betonagens

Calculado o valor da tensão resistente ao corte, há que estimar o esforço transversal possível de originar essa tensão na interface dos dois materiais.

Recorrendo, mais uma vez, ao EC 2, surge a necessidade de calcular o coeficiente  $\beta$ , já analisado no capítulo 4.2.2.2 e o braço do binário da secção composta,  $z$ . Assim é necessário efetuar uma análise à secção transversal da laje e identificara zona a examinar.

Recorre-se portanto, a uma secção transversal da laje, com distribuição de armaduras de flexão conforme ilustra a figura 4.5.



**Figura 4.5** – Corte Transversal da laje.

Para facilitar o cálculo do valor do braço do binário, o EC 2 sugere que o braço do binário seja calculado da seguinte forma:

$$z \approx 0,9 \cdot d$$

Para a determinação do coeficiente  $\beta$ , utiliza-se a equação (4.2), assim sendo, considerou-se o valor do  $\beta$  é igual a 1.

No quadro 4.6 é então possível obter o valor de cálculo da tensão tangencial na junta.

**Quadro 4.12** – Verificação da tensão tangencial na junta.

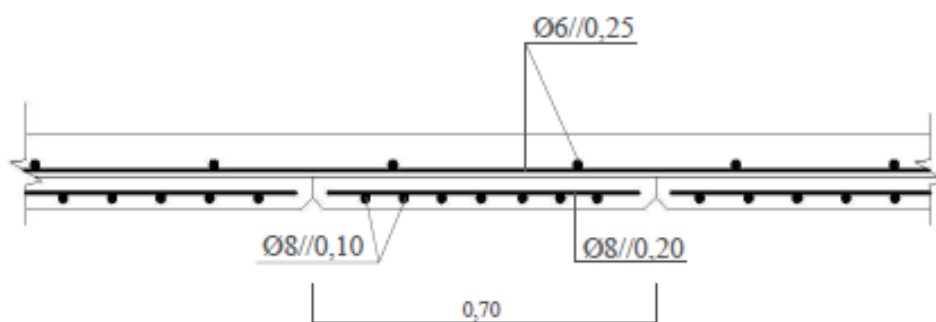
| Solução | $V_{Rdi}$<br>(MPa) | $\beta$ | $z$ (m) | $V_{Ed}$<br>(kN/m) | $V_{Edi}$<br>(MPa) |
|---------|--------------------|---------|---------|--------------------|--------------------|
| A       | 0,54               | 1       | 0,099   | 19,29              | 0,202              |
| B       | 0,54               | 1       | 0,108   | 23,56              | 0,218              |
| C       | 0,54               | 1       | 0,090   | 14,91              | 0,166              |
| D       | 0,54               | 1       | 0,099   | 17,99              | 0,182              |

Pelo atrás exposto, verifica-se que o valor de cálculo resistente da tensão tangencial é superior aos valores de cálculo tangencial na junta.

#### 4.3.3.5 – Armaduras de Ligação sobre as juntas das prelares

Segundo o Documento de Homologação, sobre as juntas (figura 4.6) das prelares, deverá ser colocada uma armadura de varões dispostos em malha ortogonal e em condições de garantir o completo envolvimento dos seus varões pelo betão complementar do pavimento. Essa armadura, deve ser constituída, no mínimo, por quatro varões por faixa de metro de largura e nas duas direções.

A colocação desta armadura permitirá não só obter uma melhor solidarização transversal das prelares, mas também reduzir, em certa medida, o risco de fendilhação da superfície inferior dos pavimentos nas zonas das juntas.



**Figura 4.6** – Armadura sobre as juntas das prelares.

#### 4.3.4 – Tabelas de Cálculo

Com base no dimensionamento atrás efetuado, foram elaboradas as Tabelas de Cálculo (Anexo I.2). Estas tabelas são parte integrante do Manual de Apoio ao Cálculo, Fabrico e Montagem das Prelajes e têm como objetivo definir as características geométricas, as armaduras e a resistência dos pavimentos e coberturas das soluções propostas.

## **CAPÍTULO 5 – VALIDAÇÃO TÉCNICO – ECONÓMICA DA SOLUÇÃO PROPOSTA COM BASE EM QUESTIONÁRIO REALIZADO A EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **5.1 – Considerações iniciais**

Com vista a analisar os aspetos construtivos do edificado no contexto cabo-verdiano e de aferir a viabilidade técnico-económica das soluções propostas para a realidade cabo-verdiana, foram realizadas questionários e entrevistas junto de entidades da construção civil em Cabo Verde. Assim sendo, neste capítulo são analisados os resultados obtidos a partir da aplicação destas duas metodologias, após tratamento dos mesmos.

### **5.2 – Questionário realizado a empresas de construção civil em Cabo Verde**

O questionário (Anexo II) foi realizado na cidade da Praia, tendo sido inqueridas quatro empresas de construção civil.

A consulta no meio técnico em Cabo Verde teve uma grande importância nesta dissertação, de modo a avaliar a caracterização dos edifícios em Cabo Verde.

O principal objetivo na consulta é de recolher a opinião das diferentes entidades envolvidas na construção da habitação em Cabo Verde de forma a poder validar a proposta apresentada neste trabalho.

O questionário contém um primeiro conjunto de perguntas que tiveram como objetivo obter informações sobre as principais características dos edifícios de habitação em Cabo Verde, um segundo conjunto de perguntas que permitiram caracterizar a construção neste país e por fim existe um conjunto de perguntas relacionadas com a solução proposta.

Através de alguns contactos diretos com pessoas responsáveis das empresas do ramo da construção civil em Cabo Verde, foi possível agendar reuniões com técnicos das seguintes empresas:

- IFH;
- CONSTRUÇÃO FIGUEIREDO LDA;
- ENGIC;
- TECNICIL.

### **5.2.1 – Caraterização dos edificadados em Cabo Verde**

Neste grupo composto por quatro questões, as empresas são inquiridas acerca da tipologia corrente das habitações em Cabo Verde e da adequação destas, tendo em conta as necessidades das famílias e as dimensões dos espaços.

Apurou-se que em Cabo Verde, a tipologia mais comum são edifícios unifamiliares e edifícios com apartamentos do tipo T3, T2, T1 e T0.

De uma forma geral a tipologia das habitações e as dimensões dos espaços são adequadas, pois elas atendem às necessidades das famílias. Em muitos casos a tipologia é evolutiva.

### **5.2.2 – Caraterização do setor da construção em Cabo Verde**

No que diz respeito às soluções existentes em Cabo Verde para a execução de pavimentos e coberturas, o questionário permite tirar as conclusões que se seguem. Relativamente às coberturas existe um leque variado de soluções construtivas, nomeadamente: lajes de betão armado, coberturas de telha cerâmica, de fibrocimento, de palha, de chapas de bidão, de chapas de zinco e chapas plásticas e cobertura.

Relativamente aos pavimentos, as soluções construtivas mais correntes são: laje de betão armado e de madeira.

No que se refere aos materiais de construção que estão disponíveis às pequenas, médias e grandes empresas, são na maioria importados, nomeadamente: o aço, o cimento e a madeira. Todavia existe um leque de materiais locais, designadamente: a água, a brita e a areia proveniente das praias.

Para os inquiridos, o betão mais usual e económico é o betão das classes B15 e B20, sendo os seus agregados o cimento, a água, a brita e a areia.

### **5.2.3 – Solução de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado**

Relativamente aos problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas, os inquiridos afirmaram que os principais problemas prendem-se com a falta de mão-de-obra especializada.

No que concerne a solução de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado, a maioria dos inquiridos expuseram, que as dimensões máximas adequadas para uma prelaje, tendo em conta a facilidade de manuseamento e de transporte, estão compreendidas

entre 3 m e 3,5 m de comprimento, com uma largura compreendida entre 0,5 m a 0,7 m e com uma espessura de 0,05 m a 0,07 m.

As medidas corretivas e preventivas dos elementos prefabricadas são feitas na obra sendo verificada a flecha elástica desses elementos e a existência das fendas.

No que respeita ao controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados, a maioria dos inquiridos registaram que os ensaios são elaborados pelo Laboratório de Engenharia Civil em Cabo Verde.

Relativamente a viabilidade técnica e económica da solução proposta, os inquiridos consideram em suma que a laje executada a partir de prelares de betão armado é um elemento estrutural económico, porque reduz a cofragem e prescinde do revestimento de teto.

**Quadro 5.1 – Lista de perguntas sobre a caracterização dos edifícios em Cabo Verde**

| Perguntas sobre a caracterização dos edifícios em Cabo Verde                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1- Qual a tipologia mais comum dos edifícios em Cabo Verde?                                                                                                               |
| 1.1- A tipologia dos edifícios em Cabo Verde é adequada tendo em conta as necessidades das famílias? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Porquê? |
| 1.2 - Existe outra recomendada?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Quais São?                                                                |
| 1.3 - As dimensões dos espaços estão corretas?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Porquê?                                                    |

**Quadro 5.2 – Lista das perguntas sobre a caracterização do setor da construção em Cabo Verde.**

| Perguntas sobre a caracterização do setor da construção em Cabo Verde                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 - Que soluções existem para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde? |

|                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.1 - Os materiais estão disponíveis?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>E quais são? |
| 3.1 - Qual o betão mais usual e mais económico? Quais são os agregados?                                            |
| 3.2 - Os materiais estão acessíveis aos pequenos e médios, ou só aos grandes construtores?                         |

**Quadro 5.3 – Lista das perguntas sobre a solução prelaje**

| Perguntas sobre a solução pré laje                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3- Quais os problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas?                                                                                                                      |
| 3.1 - Que dimensões máximas consideram ser adequadas para uma prelaje (comprimento x largura x espessura)?                                                                               |
| 3.2 - Existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Quais?                          |
| 3.3 - Há algum tipo de verificação de receção de elementos prefabricados?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Quais?                                         |
| 3.4 - Existe um controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Quais?                                      |
| 3.5 - Relativamente a viabilidade técnica da prelaje, considera ser tecnicamente viável?<br>Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/><br>Porquê?                         |
| 3.6 - Qual a redução do custo face à solução tradicional ( <i>in situ</i> ) e face às lajes vigotas? E qual o custo a nível de material, mão-de-obra, equipamentos e custo da qualidade? |

|                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.7 - Existe a política de implementar e incentivar a utilização de novas tecnologias na indústria de construção? |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **5.3 – Informação prestada pelos técnicos das empresas inquiridas**

Neste subcapítulo será apresentado um resumo das entrevistas realizadas em cada uma das empresas consultadas no âmbito desta dissertação.

#### **• IFH**

A Imobiliária Fundiária e Habitat, SA foi criada 31-12-1982, sob a forma de Instituto de Fomento de Habitação. Em 1999 foi convertida em Sociedade Anónima, de capitais públicos, com a designação de Imobiliária Fundiária e Habitat com sede na cidade da Praia e uma representante na ilha de São Vicente.

A escolha desta empresa deve-se ao facto desta desenvolver a sua atividade na área em que o âmbito desta dissertação se insere.

Ao longo dos seus 31 anos a empresa vem realizando o sonho de casa própria dos cabo-verdianos. Nessa linha, a IFH construiu em quase todos os concelhos do país.

Relativamente à tipologia das habitações em Cabo Verde, os técnicos creem que a tipologia mais comum são edifícios unifamiliares, e edifícios com apartamentos do tipo T3, T2. De uma forma geral, consideram que a tipologia das habitações é adequada, pois ela atende às necessidades das famílias e muitas vezes ela é evolutiva. No que concerne as dimensões dos espaços, os técnicos expuseram que as dimensões ajustam-se às necessidades das famílias.

Os técnicos afirmaram que existe um leque variado de soluções para a execução de pavimentos e coberturas, nomeadamente: lajes aligeiradas e maciças em betão armado, lajes com vigotas, lajes executadas a partir de prelares de betão armado, cobertura em telhas cerâmicas e chapas fibrocimento.

Para os técnicos da IFH, o betão B15 juntamente com o betão B20 é o betão mais económico e os agregados são: o cimento, a água, a brita e a areia, esta última proveniente das ribeiras e do mar e que normalmente não são feitas lavagens para retirar os sais e não tem a qualidade necessária.

Relativamente aos problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas, os técnicos referem que existe necessidade de alguma aprendizagem na aplicação dos elementos prefabricados, por se registar carência de mão-de-obra qualificada nesse ramo.

No que diz respeito às dimensões (comprimento x largura x espessura) para uma prelaje, tendo em conta o seu transporte e a sua colocação na obra, os técnicos consideram as dimensões de (3,00 m x 0,50 m x 0,07 m) adequadas para o seu transporte e manuseamento.

Consideram também que as medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade são deficientes, o controlo técnico é feito na obra e o tipo de verificação na receção de elementos prefabricados são: a verificação da flecha e a existência de fendilhação.

O controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados é feito pelo LEC.

Relativamente a viabilidade técnica da solução proposta, os técnicos consideram ser viável, pela sua facilidade de aplicação e a oportunidade da industrialização.

A redução do custo das prelares face à solução tradicional e face às lajes aligeiradas de vigotas deve ser estudada pelo promotor.

E por fim, os técnicos declararam que existe uma política para implementar e incentivar a utilização de novas tecnologias na indústria de construção. Por exemplo o Programa de Casa para Todos estimula e valoriza propostas inovadoras nesse aspeto.

#### • **TECNICIL**

A Tecnicil imobiliária foi criada em 1996 e desde então apostou em revolucionar o mercado imobiliário em Cabo Verde.

Sendo uma empresa com uma vasta experiência na área de construção, foi considerada de elevado interesse.

Para os técnicos da Tecnicil a tipologia mais comum dos edifícios em Cabo Verde é unifamiliar do tipo T3.

No que se toca as necessidades das famílias e a adequação da tipologia dos edifícios, os técnicos desta empresa consideram que a maior parte da família cabo-verdiana é numerosa e as habitações são influenciadas mais pelo poder económico do que pelas necessidades de boas condições de habitabilidade.

Também consideraram que existem outras tipologias dos edifícios recomendadas, como sejam apartamentos do tipo T1, T2 e T3, com espaços comuns que servem de espaços de lazer e estacionamento.

Relativamente às dimensões dos espaços, afirmaram que as dimensões correntes não estão corretas visto que os agregados familiares são grandes. A maioria das habitações tem compartimentos com reduzidas dimensões e muitas vezes sem condições de habitabilidade.

Os pavimentos e as coberturas são na sua maioria em lajes maciças de betão armado e lajes aligeiradas com vigotas sendo o revestimento das coberturas em telhas.

Os materiais estão disponíveis, mas de vez em quando há uma rotura no “stock” de alguns materiais como cimentos e aços. Muitas vezes a água disponível não é adequada para o fabrico de betão.

Os técnicos afirmaram que usualmente o betão mais económico é o betão da classe B15.

De uma forma geral, afirmaram também que os materiais estão disponíveis para todos os construtores, mas apenas as grandes empresas conseguem comprar materiais de melhor qualidade.

Os técnicos confirmaram que não existem problemas relacionados com o fabrico de elementos prefabricados para a execução de lajes, desde que sejam executados em conformidade com as fichas técnicas do fabricante.

Relativamente às dimensões máximas (comprimento x largura x espessura) consideradas adequadas para uma prelaje, os técnicos expuseram que as dimensões máximas são condicionadas pelo vão máximo que permita garantir a segurança dos pavimentos e das coberturas.

As medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade são feitas no decurso das obras.

A verificação de receção de elementos prefabricados é feita na obra, por exemplo a verificação da conformidade com o caderno de encargo e com as fichas técnicas do fabricante.

O controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados é feito pelo laboratório de engenharia civil.

Relativamente a viabilidade técnico-económica de pavimentos e coberturas executados a partir de prelares de betão armado, é tecnicamente viável uma vez que é

de rápida execução, permite dispensar o revestimento de teto e reduz o uso de cofragem e escoramentos.

A redução de custo das lajes maciças executadas a partir de prelares é sem dúvida significativa, quer ao nível dos materiais posto em obra, quer ao nível de mão-de-obra.

A implementação e incentivação de novas tecnologias são feitas na maior das vezes por construtores estrangeiros.

• **EMPREITEL FIGUEIREDO, LDA.**

A Empreitel Figueiredo, LDA, empresa cabo-verdiana de construção civil, obras públicas e privadas, foi criada em Fevereiro de 1968, estando neste ano a comemorar 40 anos de atividade. Tinha a designação de Empreitel, Lda, tendo a atual denominação surgido em Novembro de 1983.

A empresa tem uma vasta experiência no domínio da construção civil que se destacam edifícios de habitação, escolas, centros de saúde e hospitais e obras públicas, nomeadamente estradas designadamente em betão betuminoso, aeroportos, infra-estruturação de urbanizações seja habitacionais, seja industriais, redes de distribuição de água e redes de saneamento.

Esta empresa ao longo da sua história, executou obras em todas as ilhas de Cabo Verde em Angola e em São Tomé, detendo um vasto património em termos de experiência.

Para os técnicos desta empresa a tipologia mais comum em Cabo Verde são edifícios do tipo T2 e T3.

Os técnicos afirmaram que a tipologia dos edifícios é adequada, tendo em conta as condições económicas das famílias.

Também asseguraram que existem outras tipologias recomendadas, nomeadamente: do tipo, T0, T1.

No que concerne às dimensões dos espaços, de uma forma geral, estão corretas, tendo em conta as condições económicas das famílias.

Relativamente as soluções construtivas para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações, a solução construtiva mais utilizada em Cabo Verde é a laje maciça em betão armado.

Os materiais estão disponíveis, nomeadamente: areia de britadeira, areia fina que é importada da Mauritânia, pedra basáltica, cimento pozolânico produzido na ilha de Santo Antão, aço e materiais de acabamento.

O betão mais usado é o de classe B20 para os elementos estruturais, B15 para o betão de limpeza. Para edifícios maiores utiliza-se o B25/30.

No que diz respeito aos problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas, os técnicos creem que a falta de mão-de-obra especializada pode constituir um problema técnico.

Relativamente as dimensões máximas consideradas para uma prelaje, os técnicos sugeriram: 0,3 m a 0,5 m de largura 3,0 m de comprimento e 0,07 m de espessura.

As medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade são implementadas pela fiscalização com o apoio do LEC.

A verificação de receção de elementos prefabricados é feita na obra.

Os técnicos creem que o LEC efetua o controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados.

No que diz respeito a viabilidade técnica dos pavimentos executados a partir de prelares de betão armado, os técnicos consideram tecnicamente viável, pela redução dos custos da cofragem, a facilidade na execução e manuseamento da prelaje.

Existe constantemente a necessidade de acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias na indústria de construção.

#### • ENGIC

A Engic – Engenheiros associados, Lda, criada em Julho de 1991, é uma empresa vocacionada para a elaboração de estudos de projetos de engenharia e planeamento urbanístico, assistência técnica e fiscalização nos domínios da construção civil e obras públicas.

A sua atividade tem sido desenvolvida em Cabo Verde e em países Africanos vizinhos, em particular os de língua oficial portuguesa.

A Engic dispõe de um quadro multidisciplinar de técnicos e consultores com reconhecida experiência nas diversas especialidades de engenharia e está preparada para prestar serviços na área da gestão e avaliação de projetos e empreitadas.

No domínio da gestão de projetos, intervém em vários setores, designadamente habitação, urbanismo, construção escolar, construção industrial, saneamento básico,

infraestruturas rodoviárias, portuárias e aeroportuárias. Para tanto dispõe de um grupo de técnicos com larga experiência na coordenação e controlo de todas as fases de projeto, execução de obras, fornecimento e montagem de equipamentos.

Os técnicos desta empresa afirmaram que a tipologia mais comum das habitações em Cabo Verde são as habitações unifamiliares e os apartamentos do tipo T1, T2 e T3.

Relativamente a adequação dos edifícios, os técnicos consideram que de um modo geral as habitações atendem às necessidades básicas das famílias cabo-verdianas.

Também confirmaram que existem outras tipologias recomendadas, como por exemplo os apartamentos do tipo T0 e T4. No entanto, as tipologias do tipo T2 e T3 são as mais procuradas no mercado.

Os técnicos justificaram que as dimensões dos espaços estão corretas, porque, em regra, respeitam as dimensões consignadas nos projetos aprovados pelos gabinetes técnicos das câmaras municipais.

Os técnicos desta empresa asseguraram que existe um leque variado de soluções para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde, nomeadamente: as coberturas de telha cerâmica e zinco, as coberturas em palha, coberturas e pavimentos em lajes maciças de betão armado.

Os materiais estão disponíveis, como são os casos dos agregados que são de origem local, no que diz respeito aos aços, madeiras e cimentos são importados.

Os materiais estão acessíveis dum modo geral às empresas de construção que operam em obras públicas ou em imobiliárias, sujeitos a fiscalização, o que não acontece na maioria das construções levadas a cabo diretamente pela população.

Os técnicos também apontaram a falta de mão-de-obra especializada como um problema.

As dimensões adequadas para uma prelaje são 3,0 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,05 m de espessura.

Os técnicos desta empresa afirmaram que não existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade.

Relativamente a tipos de verificações e controlo de aceitação na receção de elementos prefabricados, existem os testes laboratoriais de prova apresentados pelo fabricante.

No que diz respeito a viabilidade técnica da prelaje, os técnicos afirmaram que é tecnicamente viável na medida em que garante igual estabilidade estrutural que as outras soluções construtivas, e tem um menor custo, pela redução de cofragens.

No que concerne a política de implementação e incentivação da utilização de novas tecnologias na indústria de construção, os técnicos afirmaram que as novas tecnologias tendem progressivamente a ser utilizadas no mercado de construção cabo-verdiano embora não como seria desejável face à grande dinâmica do setor de construção no país.

#### **5.4 – Avaliação técnica da solução proposta**

As estruturas prefabricadas estão sujeitas, de uma forma geral, ao mesmo tipo de ações que uma estrutura betonada “in situ”. Deste modo, as características estruturais gerais a exigir a este tipo de estrutura são as mesmas que as de uma estrutura betonada “in situ”.

O recurso às soluções prefabricadas possibilita uma maior qualidade e durabilidade das construções, resultantes das classes de resistência de betão utilizados no fabrico das peças prefabricadas. Ao mesmo tempo, a prefabricação permite a garantia da qualidade ao poder rejeitar peças defeituosas.

As principais vantagens de uma solução prefabricada, face a uma solução betonada “in situ”, são a redução dos trabalhos em obra e a rapidez de execução.

Este subcapítulo destina-se a avaliar as características técnicas da laje maciça executada a partir de prelares de betão armado. É importante destacar as particularidades desta solução para realçar as suas vantagens.

As características essenciais a destacar são as seguintes: desempenho estrutural, resistência ao fogo, conforto térmico e acústico e a durabilidade.

##### **5.4.1 – Comportamento estrutural**

As exigências estruturais referem-se não só ao comportamento definitivo da estrutura, mas também ao comportamento provisório das diferentes fases de montagem.

Portanto, as lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado devem resistir às cargas que lhes são aplicadas, quer durante a construção quer durante a vida útil da estrutura. Essas cargas podem ser causadas por ações diretas ou ações indiretas.

#### **5.4.2 – Resistência ao fogo**

Os pavimentos maciços executados a partir de prelares de betão armado devem ser construídos de modo a apresentarem um bom comportamento ao fogo, de modo a prevenir qualquer eventual colapso que possa ocorrer devido a ação do fogo e que possa pôr em risco a vida das pessoas e a estabilidade dos diversos elementos construtivos.

#### **5.4.3 – Conforto acústico**

O conforto acústico é hoje mais um dos parâmetros dos projetos de edifícios. Fortemente associado à ideia da privacidade, o conforto acústico tem, no século XXI e nas sociedades modernas, uma importância muito grande.

O isolamento aos sons de percussão é normalmente tido mais em conta no isolamento de pavimentos.

Portanto, a capacidade de resistir aos sons propagados no ar depende da massa das lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado.

Relativamente aos ruídos causados por impactos, deve-se adotar medidas adicionais de forma a minimizá-los.

#### **5.4.4 – Durabilidade**

Quando se projetam construções prefabricadas, pretende-se que sejam duráveis, logo é necessário utilizar betões de alta qualidade, controlando sempre o recobrimento das armaduras e garantir a correta compactação do betão.

As lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado têm de resistir, sem danos significativos, às variações de temperatura, bem como a radiação solar. Também têm de apresentar resistência aos elementos químicos usualmente presentes no ar ambiente nas zonas onde venham a ser aplicados, tais como: os elementos constituintes da própria atmosfera (oxigénio, dióxido de carbono, ozono) ou elementos contaminantes (dióxido de enxofre, sais dissolvidos na água).

#### **5.4.5 – Fatores do custo de uma laje tradicional e de uma laje executada a partir de prelares de betão armado.**

No quadro socioeconómico atual o custo da edificação é uma pedra basilar em todo o processo construtivo, é importante desenvolver uma análise, de natureza eminentemente técnica, de modo a poder obter-se uma edificação mais rentável e que garanta maior qualidade e eficácia na construção.

Neste subcapítulo é feita a análise dos custos e dos prazos no caso da construção de uma laje de cobertura de um edifício unifamiliar.

Pretende-se determinar qual a solução mais vantajosa entre uma laje tradicional e uma laje maciça executada a partir de prelares de betão armado. Para chegar a essa conclusão os parâmetros a analisar foram os custos e os prazos, associados a cada tipo de construção.

Será analisado o custo global de uma laje tradicional e de uma laje executada a partir prelares de betão armado, tendo em consideração os materiais utilizados, os equipamentos, a mão-de-obra.

Os resultados desta análise servirão para quantificar e comparar os custos da execução de uma laje tradicional com uma laje executada a partir de prelares de betão armado.

No setor da construção civil os custos encontram-se divididos em: custos diretos, custos indiretos e custos de estaleiro.

Os custos diretos são todos os custos aplicados à obra e às suas tarefas, nomeadamente: mão-de-obra, equipamentos e materiais.

Os custos indiretos estão associados à vida da empresa, como os salários, administração ou custos com a sede.

Os custos de estaleiro são particulares de uma dada obra, como a eletricidade, água, vedações, vias de comunicação provisórias.

No cálculo dos custos do projeto em estudo são usados os custos diretos, os custos indiretos.

Os custos indiretos foram obtidos a partir do programa de cálculo CYPE ingenieros, S.A.

#### **5.4.6 – Análise comparativa dos custos da execução de uma laje tradicional e de uma laje executada a partir de prelares de betão armado.**

Nesta análise comparativa dos custos da execução de uma laje tradicional e de uma laje executada a partir de prelares de betão armado, pretende-se fazer uma comparação das atividades essenciais da execução de um pavimento não-tradicional e de um pavimento tradicional.

Refere-se que as mais-valias das soluções alternativas podem conferir uma economia direta em termos monetários e em termos do prazo da execução.

As lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado são autoportantes, permitindo a redução da cofragem, com isto, consegue-se a diminuição do tempo de execução

e a quantidade de mão-de-obra, desta forma consegue-se uma redução considerável no custo final das edificações.

Para determinar os custos e os prazos de uma obra é necessário em primeiro lugar realizar as medições, ou seja, determinar a quantidade de betão, armadura e cofragem.

#### **5.4.6.1 – Regras de Medições**

Neste subcapítulo são apresentadas as regras que se regem as medições habitualmente usadas pelos profissionais da construção civil em Cabo Verde.

Elas são individualizadas em betão, armadura e cofragem, uma vez que permitem uma determinação mais precisa das quantidades de materiais a utilizar e uma obtenção mais correta de orçamentos.

#### **5.4.6.2 – Medição de Betão**

As medições efetuadas para as estruturas de betão baseiam-se nas formas geométricas que estas adquirem.

No presente trabalho a medição do betão das lajes é feita em  $m^3$ , o comprimento, a largura serão determinados entre as faces das vigas, lintéis e paredes, entre as quais se inserem.

Assim sendo, no cálculo das medições da quantidade de betão é usada a seguinte fórmula: largura x comprimento x altura.

#### **5.4.6.3 – Medição da Armadura**

A medição da armadura é feita em quilograma (kg), onde os comprimentos serão determinados em metros e convertidos em kg, de acordo com a massa nominal dos varões.

#### **5.4.6.4 – Medição de Cofragem**

A cofragem é necessária para moldar os elementos estruturais, onde as medições serão feitas em metro quadrado ( $m^2$ ).

O cálculo das cofragens foi obtido considerando todas as superfícies de betão que necessitam de ser moldadas, deste modo, foi usada a seguinte expressão: largura x comprimento.

**Quadro 5.4** – Custo por m<sup>2</sup> de uma laje tradicional de betão armado, com 0,13 m de espessura total, realizada com betão C25/30.

| Descrição                                                                                                                          | Un.                            | Rend. | Preço unitário | Preço Total/m <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|----------------|----------------------------|
| Fornecimento e aplicação de cofragem e descofragem, conforme o projeto e as condições técnicas especiais                           | m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> | 1,1   | 12.000\$00     | 13.200\$00 cve             |
| Fornecimento e aplicação de Armaduras em Aço A400 NR em lajes maciças                                                              | kg/m <sup>2</sup>              | 22    | 300\$00        | 6.600\$00 cve              |
| Fornecimento e aplicação de betão da classe C25/30 em enchimento de lajes maciças, conforme projeto e condições técnicas especiais | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | 1     | 11.750\$00     | 11.750\$00                 |
| Pedreiro                                                                                                                           | h                              | 0,175 | 238\$00        | 42 \$00 cve                |
| Servente                                                                                                                           | h                              | 0,167 | 233\$00        | 39 \$00 cve                |
| Sub Total                                                                                                                          |                                |       |                | 31.631\$00 cve             |
| Custo indireto                                                                                                                     | %                              | 3     | 16035\$00      | 481\$00 cve                |
| Total                                                                                                                              |                                |       |                | 32.112\$00 cve             |

O custo total da execução da cobertura com a solução tradicional é de 32.112\$00/m<sup>2</sup>.

No quadro 5.5, tem-se os seguintes valores relativo ao custo por metro quadrado de uma laje maciça executada a partir de prelares de betão armado, com 0,13 m de espessura, realizada com o betão C25/30, preparado em obra e a betonagem é realizada por meios manuais.

**Quadro 5.5** – Custo por m<sup>2</sup> de uma laje maciça executada a partir de prelares de betão armado, com 0,13 m de espessura total, realizada com betão C25/30.

| Descrição                                                                                                   | Un.                            | Rend. | Preço unitário | Preço Total/m <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|----------------|----------------------------|
| Fornecimento e montagem das prelares em betão armado, incluindo a execução da camada de betão complementar. | m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> | 1     | 17.000\$00     | 17.000\$00 cve             |
| Escoramento das prelares                                                                                    | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> | 1     | 5000\$00       | 5000\$00 cve               |
| Pedreiro                                                                                                    | h                              | 0,175 | 238\$00        | 42 \$00 cve                |
| Servente                                                                                                    | h                              | 0,167 | 233\$00        | 39 \$00 cve                |
| Sub Total                                                                                                   |                                |       |                | 22.081\$00 cve             |
| Custo indireto                                                                                              | %                              | 3     | 7081\$00       | 212\$00 cve                |
| Total                                                                                                       |                                |       |                | 22.293\$00 cve             |

Por observação dos quadros 5.4 e 5.5, verifica-se que a solução alternativa em prelaje é mais económica, gerando ganhos relativamente aos custos de fabrico e uma mais-valia no que diz respeito à redução dos prazos da obra e outros custos indiretos inerentes.

## **CAPÍTULO 6 – EXECUÇÃO DA SOLUÇÃO DE PAVIMENTOS DE LAJES MACIÇAS EXECUTADAS A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO**

### **6.1 – Considerações iniciais**

Neste capítulo será efetuada uma abordagem prática relativamente ao tema desta dissertação, assim é apresentado os passos importantes para a execução da prelaje.

O fabrico da prelaje é feito de acordo com as encomendas e de acordo com as características e as necessidades de cada obra em específico. Portanto para cada obra há uma solução diferente no que diz respeito às dimensões da prelaje (comprimento, largura, espessura).

Para que estas soluções propostas sejam utilizadas nas habitações em Cabo Verde, para além de garantir a resistência e funcionalidade no mínimo igual às soluções tradicionais, terá que apresentar vantagens no que se refere à economia, à facilidade de execução e manuseamento.

Elaborou-se um Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelajes a partir do qual se possa fornecer orientações para uma eficaz utilização das prelajes em pavimentos e cobertura.

### **6.2 – Manual de Apoio ao Cálculo, Montagem e Produção das Prelajes**

Um dos objetivos propostos no início deste trabalho foi o desenvolvimento de um Manual de Apoio ao Cálculo, Montagem e Produção das Prelajes. O documento encontra-se no Anexo I, estando nele incluídas fichas de montagem, produção das prelajes e tabelas de cálculo.

O principal objetivo do Manual é o de descrever, de uma forma simples mas rigorosa, o processo construtivo das lajes maciças executadas a partir de prelajes de betão armado, facultando um meio que permita orientar tecnicamente este tipo de trabalho. O manual é dirigido aos técnicos do setor da construção civil em Cabo Verde, quer sejam projetistas, empreiteiros ou fiscalizações, estando redigido por forma a ser compreendido e aplicado por todos e em qualquer ilha de Cabo Verde. As fichas de montagem que integram o Manual foram concebidas de maneira a que os operários menos instruídos estejam capacitados a executar os procedimentos nelas descritas.

Espera-se que este manual seja um guia útil e com relevância para o público a que se dirige, mas também que possa constituir um instrumento para a facilitação dos procedimentos que nele constam e que seja um ponto de partida para futuros trabalhos de investigação que poderão ser desenvolvidos na área em que se insere.

### **6.2.1– Organização do Manual**

O Manual de Apoio está estruturado em subcapítulos, sendo eles:

- Constituição e tipo estrutural;
- Campo de aplicação;
- Características dos elementos constituintes;
- Apreciação dos pavimentos;
- Comportamento em caso de sismo;
- Comportamento em caso de incêndio;
- Condições de emprego dos pavimentos;
- Condições de projeto e de execução dos pavimentos;
- Receção em obra dos elementos prefabricados;
- Tabelas de cálculo;
- Fichas de montagem e produção das prelares.

As fichas de produção e montagem constituem uma mais-valia do Manual, visto que incluem exemplos práticos da correta execução das prelares.

### **6.2.2 – Materiais necessários para a execução da prelaje**

Pretende-se descrever os materiais necessários, incidindo no controlo da sua receção, armazenamento e preparação. Assim sendo os materiais considerados são:

- Constituintes do betão
  - a) Cimento;
  - b) Agregados;
  - c) Água.
- Armadura Ordinária;
- Molde para a cofragem;
- Materiais diversos.

Na indústria de prefabricação, é prática corrente adquirir todos esses materiais a entidades externas à fábrica, tornando-se essencial que se verifique um controlo eficiente aquando da sua receção em fábrica.

Para que se consiga produzir elementos com níveis de qualidade superior, é igualmente necessário ter materiais disponíveis com níveis de qualidade superior.

Será feita uma caracterização de cada material, apresentando as propriedades e os requisitos aos quais devem satisfazer, bem como os cuidados a ter no momento em que se encontram nas instalações, nomeadamente a nível de armazenamento e preparação.

#### • Constituintes de betão

Segundo a norma NP EN 206 – 1:2007, o betão (figura 6.1) é um material formado pela mistura de cimento, agregados grossos, agregados fino e água, podendo ser acrescentados adjuvantes e adições, que desenvolve as suas propriedades por hidratação do cimento.

Segundo a norma NP EN 13369:2010, a classe de resistência mínima para produtos prefabricados armados deve ser C20/25. Assim sendo a classe de betão que irá ser usada para a execução da prelaje é C25/30.



**Figura 6.1** – Fabrico do betão para a execução da prelaje.

#### • Ensaios do betão

A realização de ensaios do betão é um instrumento fiável que permite conferir a sua conformidade com os requisitos especificados.

O betão passa por dois estados diferentes desde o seu fabrico: o estado fresco até à etapa em que desempenha funções estruturais e neste último caso estado endurecido. Existem naturalmente ensaios para estes dois estados.

○ **Ensaio do betão no estado fresco**

O betão no estado fresco é caracterizado por uma série de especificações e propriedades. Para cada tipo de peça a produzir, o betão terá de apresentar determinadas características.

A consistência é uma das propriedades especificadas em projeto que é controlada e é medida pelo ensaio de abaixamento do cone de Abrams (figura 6.2). No quadro 6.1, apresenta-se a classe do betão de acordo com o abaixamento.

**Quadro 6.1** – Classes de abaixamento (NP EN206 – 1, 2007)

| Classe | Abaixamento (mm) |
|--------|------------------|
| S1     | 10 a 40          |
| S2     | 50 a 90          |
| S3     | 100 a 150        |
| S4     | 160 a 210        |
| S5     | $\geq 220$       |

Este ensaio mede a consistência e a fluidez do betão, permitindo que se verifique a uniformidade do mesmo. A sua principal função é fornecer uma simples metodologia de verificação do fabrico de um betão homogêneo. O abaixamento do cone é medido pela diferença entre a altura do molde e a altura do ponto mais alto do betão que abateu.



**Figura 6.2** – Ensaio do abaixamento do cone de Abrams.

○ **Ensaio do betão no estado endurecido**

Existe também a necessidade de controlar as características do betão no estado endurecido, nomeadamente a sua capacidade de resistência à compressão (figura 6.3).

Para a execução deste ensaio são usualmente utilizados provetes cúbicos. O enchimento dos provetes deve ser feito com o betão de diferentes amassaduras, geralmente esses provetes são testados aos 7 e 28 dias de idade.



**Figura 6.3** – Ensaio de resistência à compressão do betão.

● **Cimento**

O cimento é um material inorgânico, que quando misturado com água, forma uma pasta que faz presa e endurece devido a reações e processos de hidratação e que depois de endurecer, mantém a sua resistência (NP EN 206-1, 2007).

O tipo de cimento que será usado para a execução da prelaje é do tipo CEM II- cimento Portland composto 42,5 R, por ser um produto de elevada qualidade e sendo particularmente adequado aos trabalhos onde se exige uma resistência muito elevada nos primeiros dias após a aplicação, condição essa que é considerada essencial na produção de peças prefabricadas.

Existem duas formas de aquisição de cimento: em saco ou a granel. Habitualmente nas unidades de prefabricados, dado o emprego de elevadas quantidades, o cimento é fornecido a granel e é armazenado em silos apropriados, evitando que haja qualquer tipo de contaminação, nomeadamente a ação de humidade.

● **Agregados**

Segundo Cunha (2011), designa-se por agregados (figura 6.4), a um material mineral com tamanho e forma apropriados para a utilização na produção de betão. Estes

podem ser de origem natural, artificial ou reciclados de materiais anteriormente usados na construção.

Os agregados que serão usados para a execução da prelaje são: areia lavada e brita grossa.

No que diz respeito à qualidade dos agregados, os agregados devem estar isentos de impurezas, nomeadamente: terra, argila, vegetação, assim como devem apresentar uma superfície limpa. A eventual presença de impurezas pode interferir com os restantes constituintes, química ou fisicamente.

Relativamente ao armazenamento, os agregados devem ser armazenados em locais limpos, sólidos e bem drenados de modo a evitar a sua contaminação.



**Figura 6.4 – Agregados.**

#### • Água

Segundo Coutinho e Gonçalves (1998), define-se que todas as águas potáveis e as que se apresentem isentas de cheiro e sabor, podem ser utilizadas na amassadura do betão. Esta regra de índole geral permite que não haja precauções ao se utilizar água da distribuição pública. No entanto, cuidados têm que ser tomados, quando estas variáveis não se verificam. Portanto para a amassadura do betão a água a ser utilizada é água da distribuição pública.

#### • Armaduras

As armaduras (figura 6.5) usadas no betão armado são fabricadas a partir do aço, em varão.

O teor de carbono existente no aço é o principal fator que determina as suas propriedades mecânicas. No caso das armaduras ordinárias, o teor de carbono anda na ordem dos 0,15% a 0,20%.

Os trabalhos de preparação e colocação de armaduras são basicamente os mesmos das estruturas tradicionais, porém a preparação das armaduras em locais apropriados, possibilitam uma elevada racionalização desta operação.

O facto de a armadura desempenhar um papel importante no futuro comportamento estrutural das peças, faz com que o seu manuseamento e armazenamento sejam processos que têm que se apresentar constantemente livres de situações prejudiciais, nomeadamente da existência de qualquer tipo de contaminação. Deste modo, o transporte e o armazenamento das armaduras devem ser efetuados de modo a evitar, entre a receção e a colocação em obra, deteriorações tais como:

- Redução de secção devida a corrosão;
- Deposição na superfície de substâncias que possam prejudicar quimicamente o aço ou o betão ou que tenham efeito desfavorável sobre a aderência;
- Perda da possibilidade de identificação.



**Figura 6.5** – Armaduras da classe A400 NR.

#### • Molde

Os moldes apresentam-se como elementos de extrema importância no processo de fabrico. Esta importância é facilmente detetada devido ao elevado grau de precisão imposto nas dimensões dos elementos em questão, tornando necessário que satisfaça um conjunto de requisitos. Assim, os moldes deverão apresentar-se em bom estado, considerando indispensáveis frequentes inspeções, assegurando a inexistência de qualquer anomalia que poderá determinar o aparecimento de não conformidades na peça fabricada.

Os moldes devem ser concebidos e construídos de modo a satisfazer as seguintes condições:

- Suportarem com segurança satisfatória as ações a que vão estar sujeitos, em particular as resultantes do impulso do betão fresco durante a sua colocação e compactação;
- Terem rigidez suficiente para não sofrerem deformações excessivas, de modo que a forma da estrutura executada corresponda, dentro das tolerâncias previstas, à estrutura projetada;
- Serem suficientemente estanques para não permitirem a fuga da pasta ligante;
- Permitirem fácil desmoldagem, que não provoque danos no betão e tenha em conta o plano de desmoldagem especiais (cunhas, parafusos).
- Terem superfícies de moldagem com características adequadas ao aspeto pretendido para a peça desmoldada.

Para o fabrico da prelaje em questão, será empregue um molde de madeira (figura 6.6), uma vez que os moldes de madeira são apropriados para o fabrico de pequenas séries de elementos prefabricadas, a sua utilização está associada às fábricas onde existe carpintaria.

A preparação do molde é logicamente executada antes da colocação das armaduras, são vários os aspetos a ser alvo de verificação, destacando-se a verificação de cotas (comprimento, largura, altura, rasgos), a sua superfície interior é tratada de maneira a que a aderência com o betão seja a mais reduzida possível.



**Figura 6.6** – Molde de madeira para o fabrico da prelaje.

#### • Materiais diversos

Os materiais diversos consideram-se todos os elementos que são colocados na peça prefabricada antes da betonagem e depois da colocação da armadura. Esses

elementos devem respeitar três requisitos essenciais: resistir as ações previstas, ter a ductilidade necessária e manter essas propriedades durante a vida útil da peça.

Salienta-se, que quaisquer que sejam os acessórios a colocar, relativamente a dimensões e quantidade, deve-se garantir que os mesmos são posicionados de acordo com o desenho de fabrico.

Para o fabrico da prelaje em questão, destaca-se os espaçadores (figura 6.7) de argamassa com arame de atar, que deverão ser adequados para os propósitos definidos e influenciar de forma positiva na qualidade final da peça. Os espaçadores têm a principal função de garantir o recobrimento apropriado, de forma a proteger a armadura contra a corrosão e promover uma aderência estrutural adequada entre o betão e o aço (Pires, 2009).



**Figura 6.7** – Espaçadores de argamassa.

#### **6.2.2.1 – Controlo na receção dos materiais**

Para o fabrico das lajes executadas a partir de prelares de betão armado, é prática corrente adquirir os materiais às entidades externas, tornando-se essencial que se verifique um controlo aquando da sua receção.

Deverá ser evitado qualquer tipo de modificação e ou de contaminação das características dos materiais, pelo que deverão ser tomadas medidas a nível do armazenamento, do transporte e da preparação que assegurem a manutenção das características dos materiais.

Além disso, recomenda-se que sejam desencadeadas as seguintes ações de verificação.

- **Agregados**

- Verificar se os agregados estão conforme o estabelecido na encomenda;
- Efetuar a inspeção visual antes da descarga, relativamente à granulometria, forma dos agregados e a presença de impurezas;
- Realizar ensaios normalizados para determinação de impurezas ou outras contaminações e análise granulométrica, em caso de dúvidas decorrentes da inspeção visual;
- Acautelar um armazenamento isolado dos agregados, com um armazenamento isolado dos agregados, com um espaçamento suficiente entre as diferentes pilhas de modo a evitar contaminação cruzada e ainda garantir que são armazenados em local limpo, sólido e bem drenado, sem contacto com o solo;
- Garantir a proteção dos agregados contra a contaminação de resíduos;
- Controlo do teor de humidade nos agregados.

- **Cimento**

- Toma-se como prova do cumprimento dos requisitos especificados, um certificado de ensaio de fábrica para cada remessa de cimento;
- Inspeção visual do aspeto do cimento, conferindo e garantindo que se apresente seco, sem vestígios de humidade e isento de grânulos;
- Garantir que o cimento não estará ao alcance da ação de humidade ou água;
- Realização de ensaios normalizados, sempre que existam dúvidas relativamente às suas características ou quando apareçam anomalias.

- **Água não procedente do sistema de distribuição público**

- Verificar a composição química, conferindo a presença de substâncias nocivas que possam afetar de forma adversa.

- **Armaduras**

- Fiscalização visual da qualidade, aparência e quantidade de aço, analisando se está em conformidade com os requisitos definidos;

- Garantir um armazenamento correto e em local protegido (evitar o armazenamento em locais húmidos ou em locais desprotegidos da chuva e evitar o contacto direto com o solo).
- **Moldes**
  - Verificação da conformidade com os requisitos definidos;
  - Observação do estado do molde, conferindo que está isento de impurezas;
- **Materiais diversos**
  - Verificação visual da conformidade com os requisitos definidos.

#### 6.2.2.2 – Execução de prelares

No âmbito deste trabalho, foi realizada uma aula de oficina sobre os pavimentos executados a partir de prelares de betão armado, sob a orientação da Eng.<sup>a</sup> Felicita Pires e do Eng.<sup>o</sup> António Cabaço. De forma a demonstrar a facilidade de utilização e implementação do Manual de Apoio ao Cálculo, Montagem e Produção das Prelares, foi fabricada uma prelares no laboratório com a colaboração dos alunos do curso de engenharia civil da Universidade Lusófona.

Descreve-se, de seguida, a sequência das atividades para a execução da prelares executada no âmbito da referida aula.

- **Materiais**

Para a execução da prelares, foram considerados os seguintes materiais:

- Fabrico de betão da classe C25/30, XC1,  $D_{\max}$ : 25 mm
- Armaduras ordinárias, de classe de resistência A400 NR. As armaduras foram cortadas no local da obra de modo a evitar as deformações;
- Molde de madeira com a dimensão de 3,0 m de comprimento, 0,70 m de largura e 0,05 m de espessura;
- Arame galvanizado para amarrar os varões.

São necessários igualmente alguns equipamentos, de entre os quais se citam:

• **Equipamentos**

- Betoneira;
- Vibrador de agulha;
- Ferramentas diversas, tais como: colher, chave de atar, pá.

• **Disposições construtivas**

São descritas algumas disposições construtivas, a saber: a preparação do molde de madeira e o posicionamento das armaduras face ao molde de cofragem.

A aderência entre a madeira e o betão é elevada, por isso foi aplicada um líquido descofrante com o objetivo de atenuar esta ligação (figura 6.8).



**Figura 6.8** – Aplicação de um líquido descofrante sobre o molde de madeira.

Relativamente aos produtos descofrantes, estes devem ser escolhidos e aplicados de forma a não serem prejudiciais ao betão, às armaduras, aos moldes e não terem efeitos nocivos no meio ambiente. Os produtos descofrantes para além de facilitar a desmoldagem, não podem provocar o aparecimento de manchas, a coloração desigual. Assim sendo, esses produtos devem ser aplicados de acordo com as suas especificações e as disposições aplicáveis.

Para que as armaduras não fiquem encostadas ao molde, é necessário garantir o recobrimento da armadura, o recobrimento foi assegurado através dos espaçadores de argamassa (figura 6.9).



**Figura 6.9** – Colocação das armaduras e os respectivos espaçadores.

- A Colocação das armaduras (principal e de distribuição) e os respectivos espaçadores foi feita de modo a respeitar os recobrimentos previstos no projeto. Foram fabricados espaçadores de argamassa com arames galvanizados de modo a serem adequados ao tipo de acabamento pretendido para a superfície da prelaje.
- Após o assentamento das armaduras e dos espaçadores, procedeu-se à colocação, ao espalhamento e à compactação por vibração do betão (figura 6.10);



**Figura 6.10** – Colocação e espalhamento do betão.

- Durante o período da cura do betão, procedeu-se ao tratamento da superfície da prelaje (figura 6.11) com um varão de aço de diâmetro de 6 mm, de modo a torná-la rugosa e assim melhorar a aderência ao betão complementar;



**Figura 6.11** – Tratamento da superfície superior da prelaje.

- Terminada a betonagem, a prelaje foi regada e coberta com uma película de plástico e conservada em condições ambientais naturais, conforme ilustra a figura 6.12.



**Figura 6.12** – Cura da prelaje.

## **CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES**

### **7.1 – SÍNTESE DO TRABALHO DESENVOLVIDO**

Neste capítulo, resumem-se as principais contribuições da investigação efetuada no âmbito da presente dissertação.

O problema da construção em Cabo Verde arrasta-se desde os primórdios do povoamento e sempre com incidências notáveis. Perante as necessidades habitacionais em Cabo Verde, é com redobrado interesse que se propuseram soluções de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado para uso generalizado em edifícios de habitação em Cabo Verde, com o intuito de suprir as necessidades habitacionais em Cabo Verde. Foram analisadas as necessidades e as características habitacionais em Cabo Verde e, após uma análise das tipologias mais comuns, dimensionaram-se as prelares que melhor se adaptavam a essas tipologias.

Assim, foram propostas neste trabalho duas soluções para pavimentos (Solução A e Solução B) e duas soluções para coberturas (Solução C e Solução D). As soluções A e B consistem em pavimentos executados a partir de prelares maciças em betão armado com vãos de 3,0 m e 3,5 m respetivamente e com uma espessura total de 0,14 m e 0,15 m. As soluções C e D consistem em coberturas constituídas por prelares maciças de betão armado, com vãos de 3,0 m e 3,5 m de comprimento e com a espessura total de 0,13 m e 0,14 m respetivamente.

As soluções propostas foram validadas através dos questionários no capítulo 6, onde foram entrevistadas várias empresas de construção civil em Cabo Verde.

Para o dimensionamento das soluções, foram aplicadas as disposições regulamentares que regem a construção de edifícios em Cabo Verde.

No final, foi elaborado um Manual de Apoio ao Cálculo, Produção e Montagem das Prelaeres de betão armado, dirigido não só aos técnicos da construção civil, mas também aos operários ligados ao fabrico e montagem em obra.

No presente trabalho, ficou demonstrado que a solução de lajes maciças executada a partir de prelares de betão armado é uma solução economicamente mais vantajosa quando comparada com a solução tradicional.

Neste trabalho fez-se uma síntese das soluções disponíveis para a implementação da prefabricação na construção de edifícios, perante as construções precárias existentes em Cabo Verde, tendo-se concluído que as lajes maciças executadas a partir de prelares de betão

armado constituem uma solução alternativa adequada para suprir as carências existentes, devido à sua grande versatilidade.

O problema da carência habitacional agrava-se com o acelerado crescimento demográfico e o consequente aparecimento de habitações clandestinas que geralmente não cumprem as exigências de segurança e condições de habitabilidade. Assim, é essencial e primordial assegurar medidas políticas de modo a que se desenvolva uma dinâmica sustentável para o setor da habitação.

Uma das grandes vulnerabilidades do setor da construção civil tem a ver com a dependência relativamente ao exterior, pois Cabo Verde não tem até ao momento, explorado de forma sustentável o potencial endógeno de matérias-primas para sustentar a construção civil. Cabo Verde tem materiais autóctones de grande valor económico, ainda pouco explorados, salvo a exploração das areias das praias e jorra vulcânica explorada principalmente na ilha do Fogo e as pedreiras construídas um pouco por todas as ilhas e pela exploração de pozolana e de cal na ilha de Santo Antão.

Esta dependência do setor em relação ao exterior torna-o suscetível às variações na estabilidade do comércio internacional no setor dos materiais de construção. Prova disso são os impactos da atual crise mundial no setor da construção civil em Cabo Verde.

Não é possível, a curto e mesmo a médio prazo, mudar aspetos estruturais do processo produtivo da construção civil em Cabo Verde, como por exemplo a redução da dependência à importação de materiais. Neste aspeto é importante destacar que criar mecanismos capazes de reduzir o custo da construção no país é fundamental, constituindo umas das estratégias mais importantes deste eixo. Isto implica ações voltadas para a promoção do uso de materiais locais e para soluções construtivas alternativas que se revelem determinantes e eficientes, entre outros aspetos.

Ao longo do processo de realização desta dissertação, surgiram algumas limitações, como a impossibilidade de se ter acesso ao projeto tipo do programa casa para todos. Um dos objetivos do presente trabalho é a elaboração de uma proposta de lajes maciças de betão armado executadas a partir de prelares para as habitações no âmbito do programa casa para todos e para tal foram efetuadas diligências para se ter acesso aos documentos do programa em questão. No entanto, por estarem em causa aspetos relacionados com a concorrência do mercado, o acesso ao projeto tipo do programa casa para todos não foi permitido por se tratar de uma informação confidencial.

Uma outra dificuldade encontrada foi a pouca disponibilidade das entidades para responderem ao inquérito, reduzindo de forma drástica a população alvo que foi estipulada antes da fase de aplicação dos inquéritos.

## **7.2 – DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

Dada a importância da temática abordada no presente trabalho, considera-se fundamental o desenvolvimento de outros estudos que possibilitem um melhor conhecimento dos problemas verificados no setor da construção em Cabo Verde e consequentemente uma melhor intervenção no sentido de retificação e melhoria. Deste modo, considera-se relevante e necessário a continuação do trabalho desenvolvido, apontando as seguintes áreas como possíveis temas de trabalhos futuros:

- Estudar soluções para outros elementos construtivos, aplicando o mesmo conceito de redução de custo, facilidade de execução e transporte e elaboração de Manuais de Apoio.
- Face aos recursos naturais de Cabo Verde e face ao clima do país, considera-se pertinente o desenvolvimento de um estudo teórico-experimental, onde se poderiam utilizar os materiais locais de aligeiramento, com o intuito de se observar o seu comportamento estrutural e a sua viabilidade técnico-económica quando comparadas com as lajes tradicionais e as lajes executadas a partir de prelares de betão armado, propostas neste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albarran, Eduardo Gonzalez. (2008). Construção com Elementos Pré-fabricados em Betão. Lisboa: IST.

Alves, Cesar Dos Santos. (2009). A importância do Ecoturismo no Património Arquitetónico de Cabo Verde. Lisboa: IST.

Aurelino, J., Ramos, Duarte (1981). L’habitat aux iles du Cap-Vert. 2 – Probléms de l’habitat.

Aurelino, J., Ramos, Duarte (1981). L’habitat aux iles du Cap-Vert. 3 – Propositions.

Boiça, S. (2006). Desempenho de estruturas em concreto – Proposta de modelo de análise comparativa entre sistemas construtivos: Estudo de caso: Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção ao título mestre pelo curso de pós graduação em construção civil: Curitiba. Universidade Federal do Paraná.

Brito, J. (2003). Pavimentos aligeirados de pranchas vazadas. Cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios. Mestrado em Construção. Lisboa: IST.

Brito, J. (2003). Pavimentos aligeirados de vigotas pré-esforçadas. Cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios. Mestrado em Construção. Lisboa: IST.

Brito, J. (2003). Pavimentos prefabricados com prelares. Cadeira de Tecnologia da Construção de Edifícios. Mestrado em Construção. Lisboa: IST.

Brito, J., Machado R., Lopes Filipe. Dimensionamento de pavimentos não tradicionais. Tecnologia da Construção de Edifícios. Mestrado em Engenharia Civil. Lisboa: IST.

Brumatti, D. (2008). Uso de pré-moldado – Estudo e Viabilidade. Monografia para obtenção do título de especialista em construção civil. Vitória, Brasil: Universidade Federal de Minas Gerais.

Carvalho, D., Ferreira P. (2003). Métodos alternativos de controlo e limitação da utilização de areia na construção civil e obras públicas. Plano de Ação Nacional para o Ambiente (PANA II). República de Cabo Verde: Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas.

CEN, Comité Europeu de Normalização, Eurocodigo 2: Projeto de Estruturas de Betão – Parte 1 – 1: Regras Gerais e Regras para Edifícios, EN 1992 – 1 – 1, 2004.

Coutinho, A. D., Gonçalves, A. (1998). Fabrico e propriedades do betão, volume I. Lisboa: LNEC.

Cunha, A. (2011). Manual de Controle de Qualidade de Construções Prefabricados. Dissertação para obtenção do grau Mestre em Engenharia Civil. Lisboa: IST.

Daun, M., Santos, L. (2009). Turismo em Cabo Verde: Um estudo exploratório. Lisboa: Universidade de Lisboa.

Delgado, Maria Cristina. (2007). A vegetação das ilhas de Cabo Verde.

Delgado, Pedro. (2011). Cabo Verde: Habitação – Uma política, uma estratégia e uma visão. Revista Studia, nº16. Problemas de Habitação em África.

Documento de Homologação. Pavimentos de lajes maciças executadas a partir de betão pré-esforçado. LNEC. Lisboa (2007).

Documento de Homologação. Pavimentos de lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado. LNEC. Lisboa (1996).

Especificação LNEC E 464 – 2007 – Betões. Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 anos e de 100 anos face às ações ambientais. LNEC. Lisboa (2007).

Évora, G., Spencer, J. (1980). Relatório geral do estágio, no âmbito do acordo de cooperação entre o LNEC e o governo de Cabo Verde. Lisboa: LNEC.

Fernandes, M. (2008). Soluções de pavimentos de edifícios com prefabricação. Dissertação para obtenção de grau mestre em engenharia civil. Lisboa: IST.

Fevereiro, Inês. (2013). Comparação de custos de lajes a grande altura: Soluções tradicionais escoradas e soluções em estrutura prefabricada. Dimensionamento e comparação de custos. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos de grau mestre em engenharia civil. Porto: FEUP.

Gállico, Pedro. (2005). Programa Iberoamericano de ciencia y tecnologia para el desarrollo. Cytet subprograma XIV. Proyecto: XIV.3 techos y XIV.5 com techo. Programa 10x10. Un techo para vivir.

Gomes, João. (1997). Betão Armado e Pré-Esforçado – Tabelas de Cálculo – Volume III, folhas de apoio à cadeira de Betão Armado e Pré-Esforçado I. Lisboa: I.S.T.

Gonçalves, Adriano. (2010). Prefabricação de Edifícios com solução em lajes de vigotas treliçadas prefabricadas. Universidade de Jean Piajet de Cabo Verde.

Guedes, M. (2011). Arquitetura Sustentável em Cabo Verde, Manual das boas práticas.

Henriques, Cristina Delgado. (1996). Problemas e oportunidades da habitação urbana na África ao Sul do Sara. Revista Garcia de Orta. (1998), Volume 16.

Inocêncio, Débora. (2012). Construção e Arquitetura sustentáveis em Cabo Verde, Estudo de Estratégias de projeto sustentável. Dissertação para obtenção de grau mestre em engenharia civil. Lisboa: IST.

Largatixo, Pedro. (2011). Sistemas Estruturais de Edifícios Industriais Prefabricados em Betão. Dissertação para obtenção de grau mestre em engenharia civil. Lisboa: UNL, FCT.

Lopes, Leão. (2001). Manual básico de construção, Guia ilustrado para a construção de habitação. Mindelo: Ministério das Infra-estruturas e Habitação.

NP EN 13369: 2010. (2010). Regras Gerais para Produtos Prefabricados de Betão. Lisboa: IPQ.

NP EN 206 – 1: 2007. (2007). Betão – Parte 1: Especificação, Desempenho, Produção e Conformidade. Lisboa: IPQ.

Plano Nacional de Habitação (2010). República de Cabo Verde, Ministério de descentralização, Habitação e ordenamento do território.

Pires, Felicita. (2005). Pavimentos com prelares, Manual de apoio ao fabrico e montagem das prelares. LNEC.

Pires, Felicita. (2012). Tecnologia de Construção, volume 1, acetatos. Licenciatura em engenharia civil. Lisboa: ULHT.

Programa Estratégico do Plano Nacional Habitacional. (1998). LNEC. Lisboa. Reis, V. (2010). Desenvolvimento em Cabo Verde – As opções estratégicas e o investimento direto estrangeiro.

Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado. Porto Editora, 2005.

Regulamento Geral das Edificações Urbanas. Porto Editora, 2005.

Regulamento Geral de Construção e Habitação Urbana. I Série – Nº 9, Boletim Oficial da República de Cabo Verde, 2011.

Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes. Porto Editora, 2005.

Semedo, José. (2009). Tecnologias de Construção em Cabo Verde – Uso de recursos naturais e impactes ambientais. Praia: UniCV.

Sampaio, Catarina (2006). Habitação Rural em Santo Antão (Cabo Verde). Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Departamento de Arquitetura.

Trindade, Augusto (2006). Desenvolvimento Económico Integração Regional E Ajuda Externa em África. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas Lisboa.

Vargas, Alexandre (2013). Análise experimental de lajes prefabricadas utilizando embalagens recicláveis como elemento de enchimento. Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

## **ANEXOS**

## **ANEXO I**

### **MANUAL DE APOIO AO CÁLCULO, PRODUÇÃO E MONTAGEM DAS PRELAJES**

# **MANUAL DE APOIO AO CÁLCULO, PRODUÇÃO E MONTAGEM DAS PRELAJES**

## **1 – DESCRIÇÃO GERAL**

### **1.1 – CONSTITUIÇÃO E TIPO ESTRUTURAL**

Os pavimentos com prelares são constituídos por lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado, justapostas que servem de cofragem a uma camada de betão complementar com função resistente. As prelares são prefabricadas em betão armado.

A prelares necessita de pouca quantidade de cofragens porque a mesma serve de cofragem à camada de betão complementar. A prelares também permite uma menor utilização de escoramentos, o que trás benefícios como a diminuição de utilização de mão-de-obra, de tempo e execução.

O seu funcionamento estrutural é comparável ao de uma laje maciça com armadura unidirecional, sendo indispensável, para que tal semelhança tenha validade, que se assegure e mantenha a necessária aderência entre o betão complementar e as prelares.

### **1.2 – CAMPO DE APLICAÇÃO**

O campo de aplicação para o tipo de pavimentos propostos nesta dissertação abrange apenas o seu emprego em edifícios de habitação ou com ocupação e utilização semelhantes.

Não se consideram portanto abrangidas as situações em que seja previsível a atuação predominante de ações resultantes de cargas concentradas ou de cargas dinâmicas, de choque e vibração, por mais elevada que seja a capacidade resistentes dos pavimentos.

Por esse motivo, a utilização dos pavimentos nestes últimos casos fica fora do âmbito desta dissertação e carece de prévio estudo específico, eventualmente por verificação experimental.

### **1.3 – CARATERÍSTICAS DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES**

#### **1.3.1–PRELAJE**

As prelares são prefabricadas, de betão armado, com armadura resistente constituída por malha ortogonal.

A malha ortogonal é constituída por uma armadura principal e por armadura de distribuição.

A largura das prelares definidas neste documento é de 700 mm.

No Anexo I.1 é representada a prelaire com indicação dos valores relativos às suas dimensões.

O betão é de cimento Portland do tipo II, com a característica da classe C25/30.

O aço das armaduras principal e de distribuição é da classe A 400 NR, a que correspondem os seguintes valores característicos mínimos.

- Tensão de rotura à tração.....460 MPa;
- Tensão de limite convencional de proporcionalidade a 0,2%.....400 MPa;
- Módulo de Elasticidade.....200 GPa;
- Extensão após a rotura.....14%.

### **1.3.2 – BETÃO COMPLEMENTAR**

O betão complementar é aplicado em camada contínua de espessura variável, mas nunca inferior a 60 mm, de modo a complementar a espessura do pavimento.

Este betão é de cimento de Portland do tipo II, com dosagem mínima de 300 kg de cimento por metro cúbico e a característica da classe C25/30.

## **2 – APRECIACÃO DOS PAVIMENTOS**

### **2.1 – CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS**

A determinação dos valores que representam as características mecânicas dos pavimentos foi efetuada tendo por base os valores das características mecânicas dos materiais constituintes registados em 1.3.

A determinação dos esforços resistentes de cálculo dos pavimentos teve em conta as disposições definidas na regulamentação portuguesa em vigor aplicável, com as adaptações necessárias a este tipo de pavimentos.

Nos quadros de elementos de cálculo do Anexo I.2, são fornecidos os valores, respeitantes às características mecânicas, necessários para a verificação da segurança em relação aos diferentes estados limites.

## **2.2 – COMPORTAMENTO EM CASO DE SISMO**

No que diz respeito ao comportamento em caso de sismo, estes pavimentos deverão ser sempre armados nos apoios para resistência aos momentos negativos e positivos provocados por esta ação e garantia da continuidade das prelares no sentido transversal através da colocação, sobre as suas juntas, de uma armadura ortogonal de secção igual ou superior à armadura de distribuição das prelares.

## **2.3 – COMPORTAMENTO EM CASO DE INCÊNDIO**

Os elementos que constituem estes pavimentos constituídos por prelares e betão complementar, são da classe de reação ao fogo M0 (não combustíveis).

No que se refere à resistência ao fogo estes pavimentos poderão ser classificados, no mínimo, nas seguintes classes:

- CF 30: Desde que apresentem o valor de recobrimento da armadura complementar das prelares não inferior a 4 mm;
- CF 60: Desde que apresentem um revestimento na face inferior com uma espessura mínima de 7 mm de massa à base de gesso.

## **2.4 – ISOLAMENTO SONORO**

O índice de isolamento a sons aéreos,  $I_a$ , dos pavimentos acabados, isto é, incluindo os revestimentos de teto e de piso ligados rigidamente ao pavimento, depende da sua massa. Os valores do  $I_a$  podem ser estimados através da lei da massa.

O índice de isolamento sonoro a sons de percussão,  $I_p$ , depende essencialmente do tipo de revestimento de piso a adotar.

## **2.5 – ISOLAMENTO TÉRMICO**

Os parâmetros que caracterizam o isolamento térmico – resistência térmica,  $R_t$ , ou o coeficiente de transmissão,  $k$  – podem ser determinados recorrendo a métodos convencionais.

Estes parâmetros devem ser determinados nas situações em que os pavimentos têm de satisfazer exigências de isolamento térmico, como é o caso de lajes de esteira ou de cobertura, de pavimentos sobre espaços exteriores ou locais não aquecidos.

Sempre que estes pavimentos, por si sós, não garantam a satisfação das exigências aplicáveis torna-se necessário, naquelas situações, prever soluções de isolamento térmico complementar.

### **3 – CONDIÇÕES DE EMPREGO DOS PAVIMENTOS**

#### **3.1 – CONDIÇÕES DE FABRICO DAS PRELAJES**

Após o fabrico, as prelares devem ser verificadas em relação aos seguintes aspetos:

As superfícies exteriores não devem apresentar fendilhação, falhas de betão ou vazios de betonagem;

A superfície de contacto das prelares com o betão complementar deve apresentar rugosidade de forma a garantir o valor limite da tensão tangencial;

O comprimento não deve diferir do valor previsto por diferenças superiores a 20 mm;

As dimensões da secção transversal não devem desviar-se dos valores nominais, apresentados no Anexo I.1, por diferenças superiores a 5 mm;

A curvatura lateral das prelares não deve exceder 1/400 do comprimento.

#### **3.2 – CONDIÇÕES DE PROJETO E DE EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS**

##### **3.2.1 – VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA**

A verificação da segurança dos pavimentos, com base nos valores de cálculo fornecidos no Anexo I.2, deverá ser efetuada em relação aos estados limites últimos de resistência e em relação aos estados limites de utilização, nomeadamente: a fendilhação e a deformação, conforme os critérios definidos na regulamentação portuguesa.

##### **3.2.2 – DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS E CONDIÇÕES ESPECIAIS DE EXECUÇÃO**

Além das disposições relativas a lajes maciças de betão armado com armadura unidirecional, prescritas na regulamentação em vigor e que sejam aplicáveis aos pavimentos com prelares, deverão ser adotadas as disposições seguidamente referidas.

##### **• ABERTURA NAS PRELAJES**

Quando haja necessidade de praticar em obra aberturas nas prelares, não previstas antecipadamente no projeto, deverá ser destruído o betão da prelares numa área superior à da abertura necessária, a fim de garantir a largura conveniente da faixa destinada à armadura de reforço em torno das aberturas praticadas.

Esta operação deverá ser feita de forma a não produzir qualquer tipo de rotura nas prelares e as armaduras de reforço deverão ser convenientemente ligadas às armaduras já existentes.

#### • JUNTAS

Sobre as juntas das prelares, conforme o Anexo I.1, deverá ser colocada uma armadura de varões dispostos em malha ortogonal e em condições de garantir o completo envolvimento dos seus varões pelo betão complementar do pavimento. Essa armadura, de secção igual ou superior à armadura de distribuição das prelares, deve ser constituída, no mínimo, por quatro varões por faixa de metro e nas duas direções.

A colocação desta armadura permitirá não só obter uma melhor solidarização transversal das prelares, mas também permite reduzir em certa medida, o risco de fendilhação da superfície inferior dos pavimentos nas zonas das juntas, principalmente quando se usam revestimentos tradicionais de argamassa.

Nestes casos, poderá complementar-se a ação da referida armadura pela aplicação de bandas de fibras têxteis ou de rede metálica incorporados nas camadas de argamassa de revestimento e acabamento dos tetos, nas zonas das juntas entre prelares.

A forma das prelares nos bordos laterais que se justapõem nas juntas deverá ser adequada ao tipo de revestimento a usar na face inferior dos pavimentos.

A eventual existência de armaduras de ligação das prelares ao betão complementar poderá melhorar o comportamento dos pavimentos sob eventuais ações mecânicas de vibração ou efeitos resultantes de variações de temperatura.

Qualquer que seja o tipo de junta usado, as fiadas de escoramento das prelares, durante a execução dos pavimentos, deverá ser nivelado com especial cuidado, a fim de evitar desníveis entre prelares contíguas.

#### • AMARRAÇÃO DAS PRELAJES NOS APOIOS.

Os extremos das prelares nos apoios dos pavimentos devem ser sempre convenientemente ancorados.

A armadura principal das prelares deve ser saliente, a fim de penetrar nas cintas do pavimento com o comprimento de amarração conveniente.

Nos casos de pavimentos apoiados em paredes de alvenaria, quer com apoios simples quer de encastramento, e nos quais a entrega das prelares seja inferior a 150 mm, a amarração das prelares deverá ser feita em cintas de betão ao longo dos apoios, armadas longitudinalmente com, pelo menos, quatro varões e transversalmente com estribos cujo espaçamento não exceda 250 mm. Em particular, as cintas que se

prolongam também sobre as paredes que limitam lateralmente os painéis de pavimento deverão ser armadas, no mínimo, por quatro varões longitudinais e por estribos com espaçamento igual ou inferior a 250 mm.

Quando se trata de pavimentos de reduzido vão apoiados nas condições anteriormente referidas, em que as prelares tenham uma entrega de, pelo menos, 150 mm e nos casos em que não tenham sido dimensionados para resistirem às ações sísmicas, a amarração das prelares poderá ser assegurada sem o recurso a cintas armadas nos apoios do pavimento.

Em pavimentos a betonar juntamente com vigas em que ficarão apoiados, o apoio das prelares poderá ser feito sobre a cofragem lateral das vigas, justapondo aos estribos destas os topos das prelares, cuja armadura principal, salientes deverá ter comprimento que garanta a amarração conveniente nas vigas de apoio ao pavimento.

#### • ARMADURAS NOS APOIOS

Os pavimentos com prelares deverão ser sempre convenientemente armados para resistência aos momentos nos apoios, nos casos em que estes sejam de encastramento ou de continuidade, podendo as prelares a utilizar ser dimensionadas para as referidas condições de apoio.

Sempre que os pavimentos estejam sujeitos a momentos positivos nos apoios originados pela ação dos sismos, a armadura principal das prelares poderá ter de ser reforçada, em obra, nos apoios.

Mesmo nos casos em que os pavimentos se possam considerar como simplesmente apoiados, incluindo prelares dimensionadas nestas condições, é recomendável que nos apoios dos pavimentos existam armaduras capazes de absorver os esforços de tração na face superior do pavimento, que na prática sempre se verificam por restrição da rotação dos apoios.

Considera-se suficiente, nestes casos, uma armadura sobre os apoios dos pavimentos constituída por varões espaçados, no máximo, de 250 mm, com um comprimento mínimo igual a 1/10 do vão do pavimento, a partir da face do apoio, e convenientemente ancorados nas cintas de solidarização, no caso de não haver continuidade do pavimento. O valor do momento a considerar para o cálculo desta armadura é igual a 15% do momento resistente último de cálculo.

Este cuidado construtivo só será dispensável em casos de pavimentos de pequeno vão com revestimentos que permitam ocultar as fissuras, nesses casos pouco importantes, que eventualmente possam verificar-se na camada superior do betão complementar, junto aos apoios.

#### • Passos da execução do escoramento

De uma forma geral, a execução do escoramento das lajes maciças executadas a partir das prelares de betão armado, processa-se seguindo as seguintes etapas:

- Certificar se os equipamentos de travamento e escoramentos estão em condições de uso;
- Verificar o alinhamento e o espaçamento dos prumos, a separação entre apoios não deverá exceder 1,50 m;
- Analisar o estado dos prumos e das escoras;
- Confirmar a imobilidade das escoras;
- Verificar o apoio das escoras principalmente quando os trabalhos são realizados sobre o solo irregular;
- Analisar e verificar as contra flechas das lajes, quando solicitado no projeto.

### 3.3 – RECEÇÃO EM OBRA DOS ELEMENTOS PREFABRICADOS

#### 3.3.1– ENSAIOS DE RECEÇÃO

Cabe à fiscalização da obra decidir quando devem ser realizados ensaios de receção sobre os elementos prefabricados constituintes dos pavimentos, os quais se justificam em especial no caso de fornecimento de grandeza significativa.

Os ensaios a efetuar, por amostragem, sobre prelares constarão de:

- Verificação das dimensões das prelares e do posicionamento dos varões das armaduras de ligação;
- Verificação das características mecânicas do aço utilizado, as quais devem satisfazer os valores característicos mínimos indicados em 1.3.1.

#### 3.3.2 – IDENTIFICAÇÃO DAS PRELAJES

Recomenda-se que as prelares sejam marcadas de forma clara e indelével, com registo do nome da marca do pavimento, do tipo de prelares e da data do seu fabrico.

Quando tal não aconteça, deve garantir-se de qualquer forma, para cada fornecimento de prelares, a clara identificação da marca destas, da data do seu fabrico e dos tipos de prelares fornecidos.

### **3.4 – FICHAS DE PRODUÇÃO E DE MONTAGEM DA PRELAJE**

As fichas de produção das prelares com para a execução do pavimento com 3,0 m de vão (Anexo I.3) e a ficha de montagem da prelares (Anexo I.4) foram elaboradas com o objetivo de servirem de documentos de apoio para os técnicos do setor da construção civil em Cabo Verde. São direcionadas essencialmente aos empreiteiros e operários locais ligados ao fabrico e à montagem das prelares.

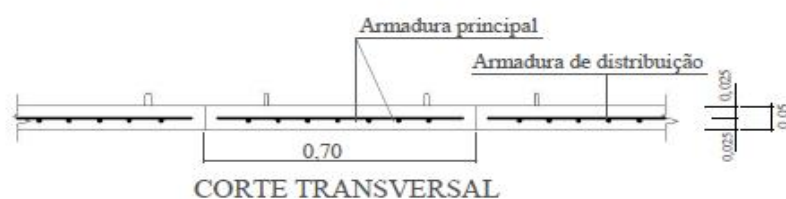
Estas fichas ilustram e descrevem a forma correta de executar prelares.

## **ANEXO I.1**

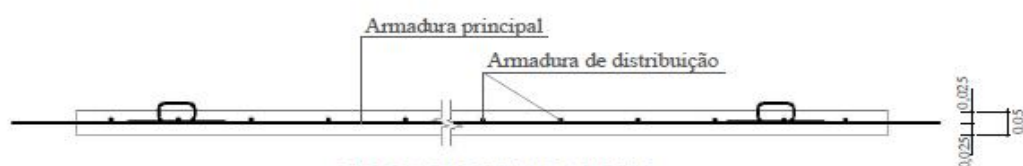
### **CARATERÍSTICAS DA LAJE MACIÇA EXECUTADA A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO**

CARATERÍSTICA DA LAJE MACIÇA EXECUTADA A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO PARA A  
EXECUÇÃO DO PAVIMENTO COM 3 m DE VÃO E 0,14 m DE ESPESSURA

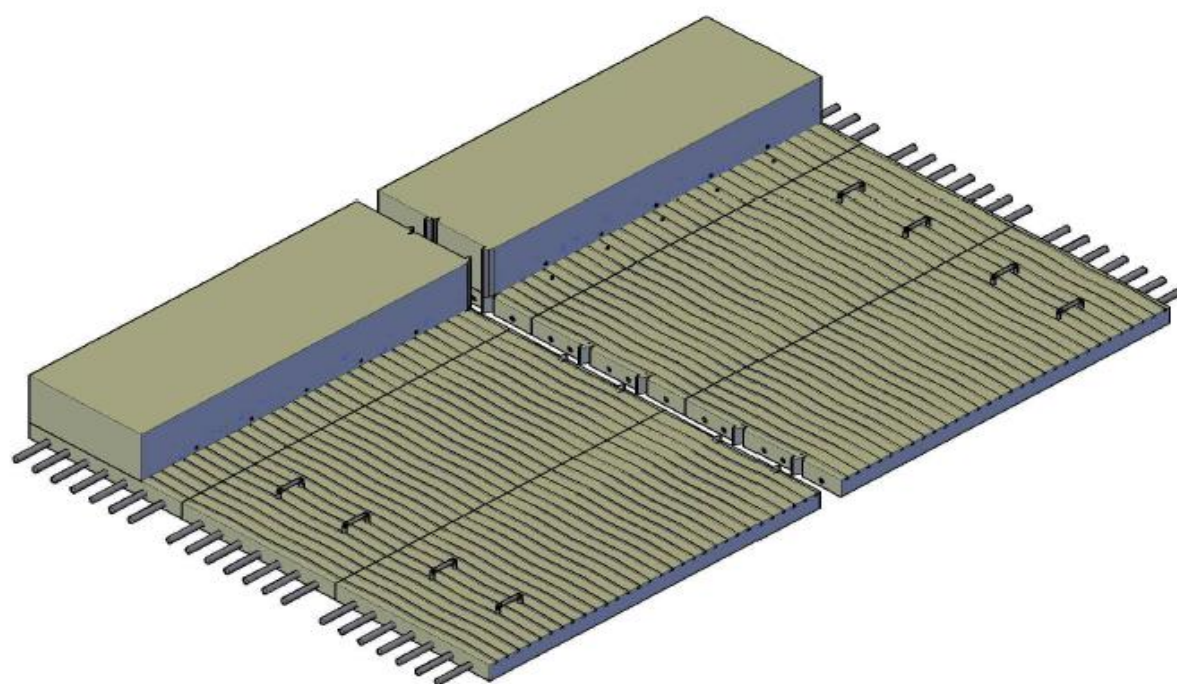
PRELAJE



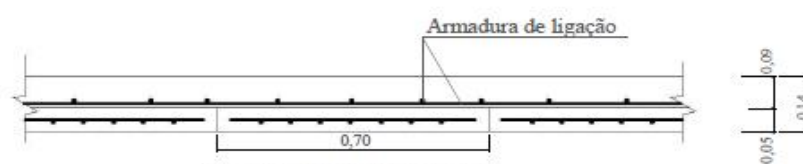
CORTE TRANSVERSAL



CORTE LONGITUDINAL



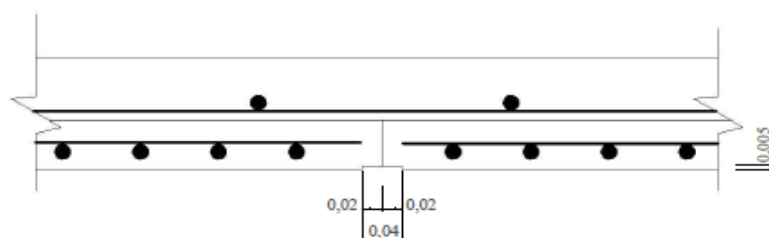
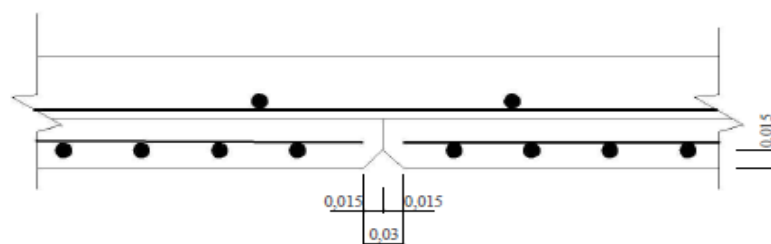
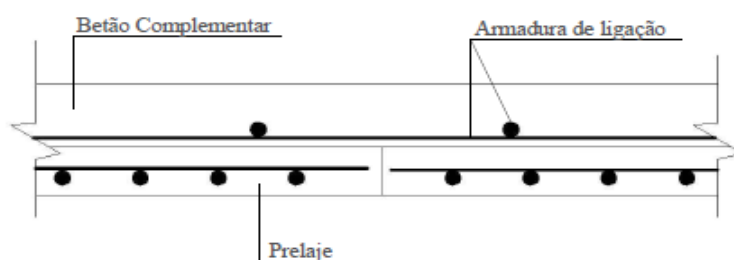
PERSPETIVA



CORTE TRANSVERSAL

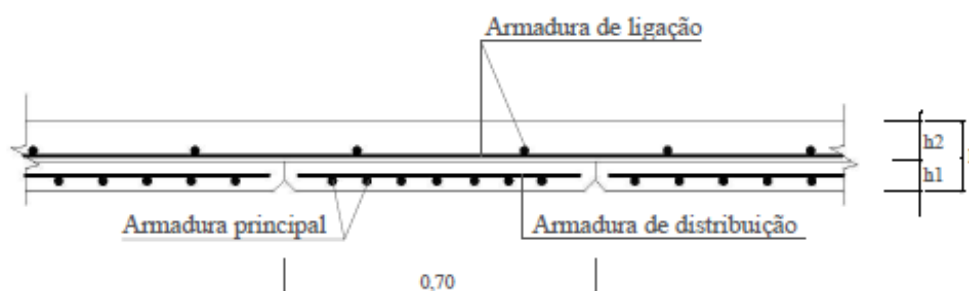
TIPO DE JUNTAS DAS PRELAJES

CORTE TRANSVERSAL



**ANEXO I.2**  
**TABELAS DE CÁLCULO**

## CORTE ESQUEMÁTICO DA LAJE DO PAVIMENTO EXECUTADA A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO



### CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

| Classe do betão |                              | Classe do Aço      |                          |                     |
|-----------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Classe do Betão | Classe do Betão Complementar | Armadura Principal | Armadura de Distribuição | Armadura de Ligação |
| C25/30          | C25/30                       | A400 NR            | A400 NR                  | A400 NR             |

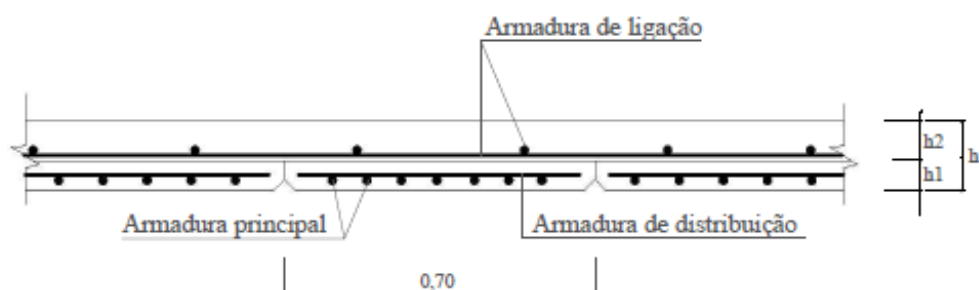
### AÇÕES QUE ATUAM NOS PAVIMENTOS

| Solução | Peso da Prelaje e do betão Complementar (kN/m <sup>2</sup> ) | Sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> ) | Restante Carga Permanente (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| A       | 3,50                                                         | 2                               | 4                                              |
| B       | 3,75                                                         | 2                               | 4                                              |

### TABELAS DE CÁLCULO

| Vão (m) | Espessura (m) |                         |                   | Armaduras                   |                                     |             |                             |                                     |             |                             |             |                             |             | Esforços               |                          |
|---------|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
|         | Prelaje (h1)  | Betão Complementar (h2) | Total da laje (h) | Principal                   |                                     |             | Distribuição                |                                     |             | Ligação                     |             | Armadura Mínima             |             | Esforços Resistentes   |                          |
|         |               |                         |                   | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Secção efetiva (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Secção efetiva (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | V <sub>Rd</sub> (kN/m) | M <sub>Rd</sub> (kN.m/m) |
| 3       | 0,05          | 0,09                    | 0,14              | 4,44                        | 5,03                                | φ8//10      | 1,01                        | 2,51                                | φ8//20      | 1,13                        | φ6//25      | 2,51                        | φ8//20      | 59,59                  | 17,58                    |
| 3,5     | 0,05          | 0,10                    | 0,15              | 5,36                        | 6,70                                | φ8//7,5     | 1,34                        | 2,51                                | φ8//20      | 1,13                        | φ6//25      | 2,51                        | φ8//20      | 69,41                  | 25,25                    |

## CORTE ESQUEMÁTICO DA LAJE DE COBERTURA EXECUTADA A PARTIR DE PRELAJES DE BETÃO ARMADO



### CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS

| Classe do betão |                              | Classe do Aço      |                          |                     |
|-----------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| Classe do Betão | Classe do Betão Complementar | Armadura Principal | Armadura de Distribuição | Armadura de Ligação |
| C25/30          | C25/30                       | A400 NR            | A400 NR                  | A400 NR             |

### AÇÕES QUE ATUAM NAS COBERTURAS

| Solução | Peso da Prelaje e do betão Complementar (kN/m <sup>2</sup> ) | Sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> ) | Restante Carga Permanente (kN/m <sup>2</sup> ) |
|---------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|
| C       | 3,25                                                         | 1                               | 3                                              |
| D       | 3,50                                                         | 1                               | 3                                              |

### TABELAS DE CÁLCULO

| Vão (m) | Espessura (m) |                         |                   | Armaduras                   |                                     |             |                             |                                     |             |                             |             |                             |             | Esforços               |                          |
|---------|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|------------------------|--------------------------|
|         | Prelaje (h1)  | Betão Complementar (h2) | Total da laje (h) | Principal                   |                                     |             | Distribuição                |                                     |             | Ligação                     |             | Armadura Mínima             |             | Esforços Resistentes   |                          |
|         |               |                         |                   | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Secção efetiva (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Secção efetiva (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | Secção (cm <sup>2</sup> /m) | Varões (mm) | V <sub>Rd</sub> (kN/m) | M <sub>Rd</sub> (kN.m/m) |
| 3       | 0,05          | 0,08                    | 0,13              | 3,41                        | 4,02                                | φ8//12,5    | 0,80                        | 2,51                                | φ8//20      | 1,13                        | φ6//25      | 2,51                        | φ8//20      | 51,70                  | 13,03                    |
| 3,5     | 0,05          | 0,09                    | 0,14              | 4,44                        | 5,03                                | φ8//10      | 1,01                        | 2,51                                | φ8//20      | 1,13                        | φ6//25      | 2,51                        | φ8//20      | 59,59                  | 17,58                    |

## **ANEXO I.3**

### **FICHAS DE PRODUÇÃO DE PRELAJES**

## PRODUÇÃO DAS PRELAJES

As prelares são fabricadas na obra ou na fábrica, sobre mesas metálicas ou de madeira constituindo molde cujo contorno, formando parede vertical, define a espessura das prelares.

O contorno de rasgos nos perfis dos topos permite a colocação da armadura longitudinal das prelares ao nível previsto. O recobrimento da armadura transversal é assegurado recorrendo a espaçadores.

Em cada mesa podem ser moldadas conjuntamente várias prelares, cujas dimensões são definidas por separadores (perfis metálicos laterais e de topo) assentes na superfície da mesa e pelas paredes de contorno desta.

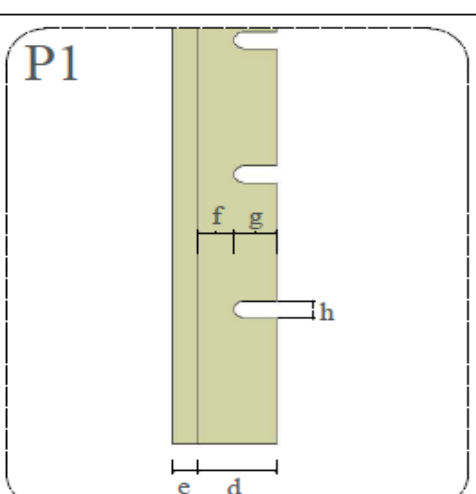
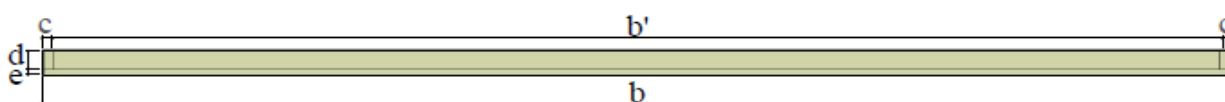
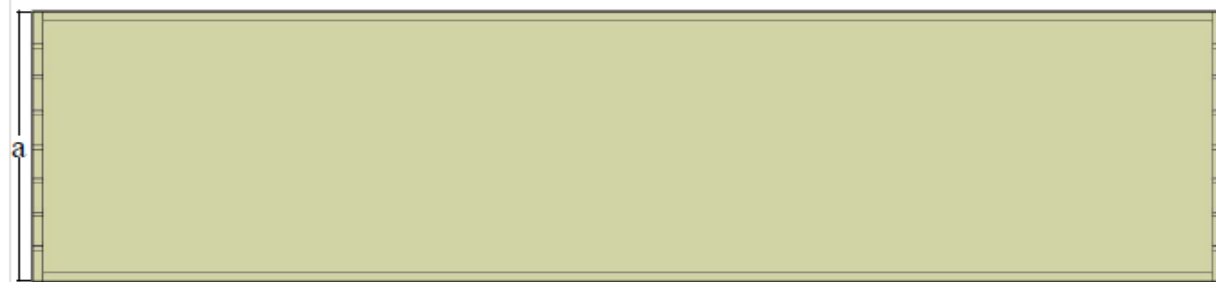
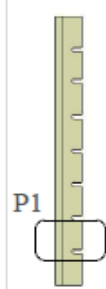
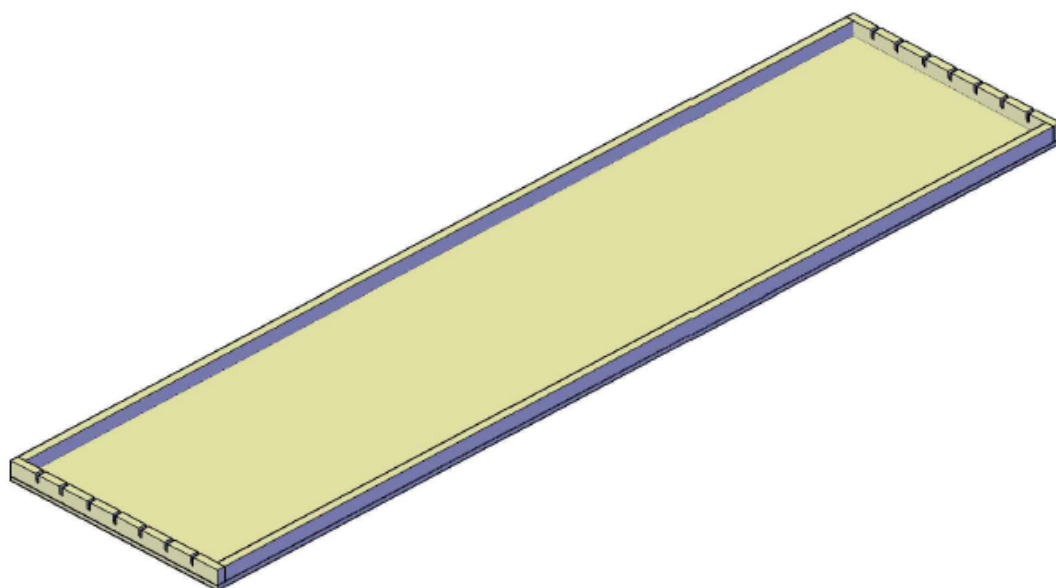
Após o assentamento dos espaçadores e das armaduras (principal e de distribuição) procede-se à colocação, ao espalhamento e à compactação (por vibração) do betão.

A fim de evitar a aderência da base das prelares à superfície das mesas, estas são previamente humedecidas com um produto líquido apropriado.

Terminada a betonagem, as prelares são conservadas nas mesas de moldagem em condições ambientais naturais, durante cerca de 2 a 3 dias, seguindo-se o seu levantamento e transporte para depósito onde continua a processar-se o endurecimento do betão.

Durante o período de cura do betão nas mesas de moldagem e cerca de 2 horas após a betonagem, procede-se ao tratamento da superfície superior das prelares, de modo a torna-la rugosa e assim melhorar a aderência ao betão complementar dos pavimentos.

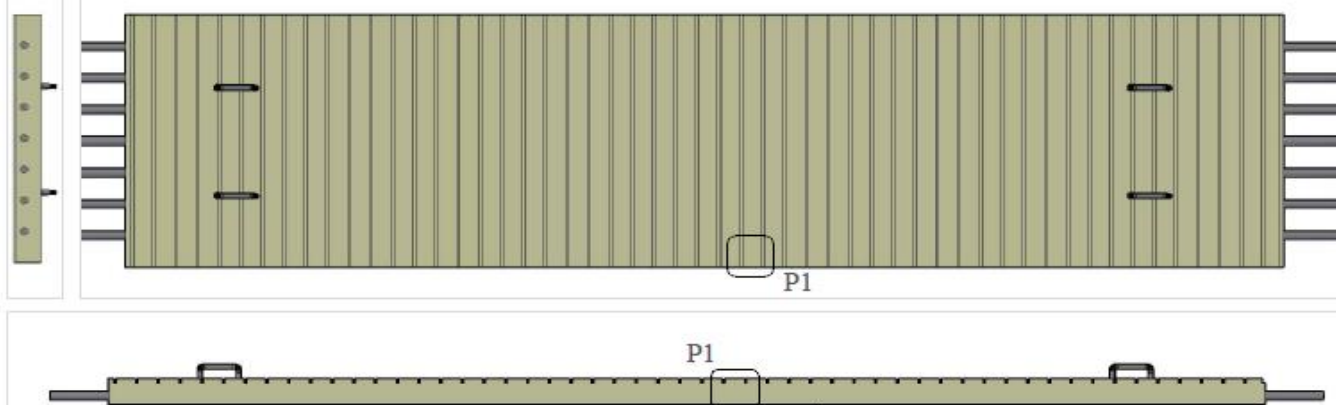
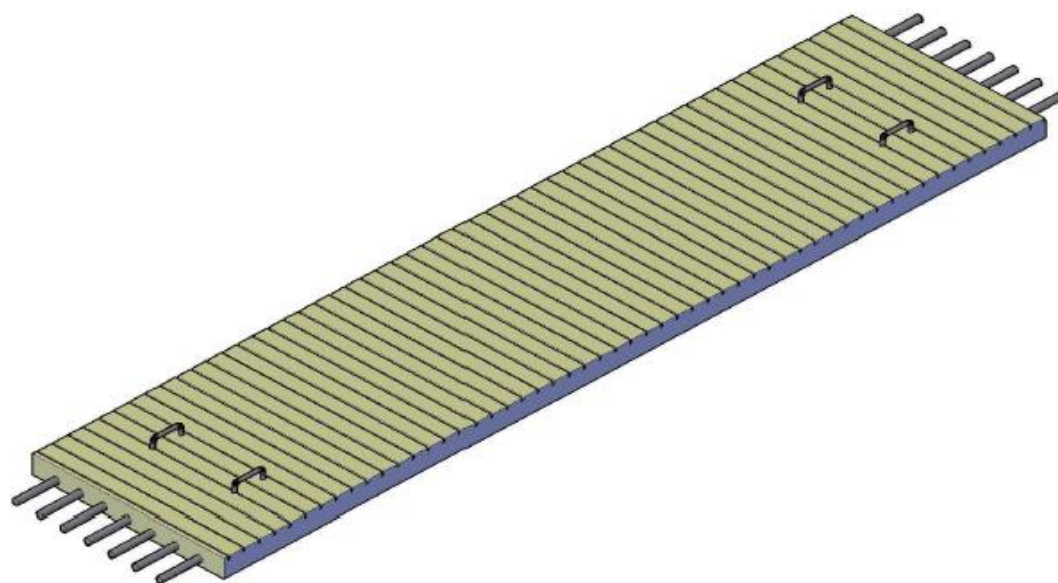
FABRICO DA PRELAJE - MOLDE DE MADEIRA PARA O FABRICO DA PRELAJE PARA A EXECUÇÃO  
DO PAVIMENTO COM 3 m DE VÃO E 0,14 m de ESPESSURA



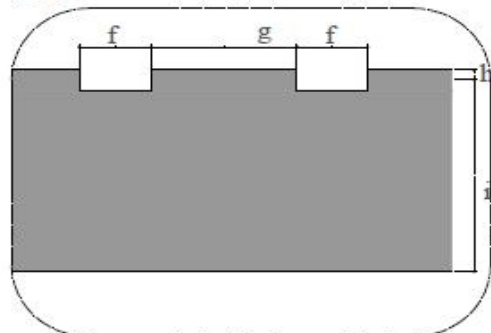
| Dimensões (m) |       |
|---------------|-------|
| a             | 0.75  |
| b             | 3.05  |
| c             | 0.025 |
| d             | 0.05  |
| e             | 0.016 |
| f             | 0.025 |
| g             | 0.025 |
| h             | 0.012 |

**Nota - Deve-se aplicar no interior do molde um líquido descofrante**

FABRICO DA PRELAJE - ASPETO DA RUGOSIDADE DA FACE SUPERIOR DA PRELAJE  
PARA A EXECUÇÃO DO PAVIMENTO COM 3,0 m DE VÃO E 0,14 m DE ESPESSURA



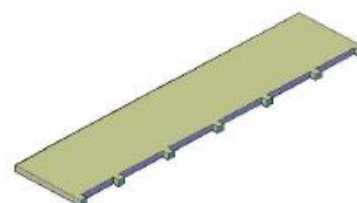
P1



ASPETO DOS RASGOS

Dimensões (m)

|   |       |
|---|-------|
| f | 0.012 |
| g | 0.040 |
| h | 0.003 |
| i | 0.047 |



UTENSÍLIO PARA AUMENTAR A  
RUGOSIDADE SUPERFICIAL

## PROCESSO DO FABRICO DA PRELAJE

### PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS



#### ARMADURAS:

- ❖ Aços (A400NR)
- ❖ Varões longitudinais
- ❖ Varões transversais
- ❖ Arame de amarrar galvanizado.



#### ESPAÇADORES:

- ❖ Dimensões em cm: (5x5x2,5) cm
- ❖ Arame de amarrar galvanizado.



#### AGREGADOS:

- ❖ Areia lavada
- ❖ Brita grossa

#### AGLOMERANTE:

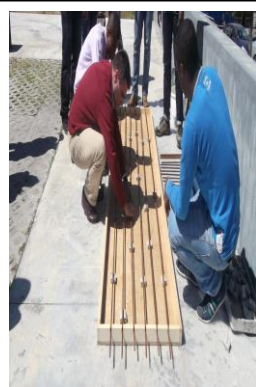
- ❖ Cimento Portland



#### MOLDE DE MADEIRA

- ❖ Madeira impregnada com óleo descofrante.

### FABRICO DA PRELAJE



- ❖ Colocação da armadura e os respetivos espaçadores.



- ❖ Preparação da armadura: corte dos varões
- ❖ Colocação de varões longitudinais e transversais amarrados com arame.



- ❖ Aplicação e a vibração do betão;
- ❖ Garantir a rugosidade da face superior da prelaje.



- ❖ Aspeto final da prelaje.

## **ANEXO I. 4**

### **FICHA DE MONTAGEM DE PRELAJE**

## TÉCNICAS DE MONTAGEM

Nos casos correntes, a execução dos pavimentos consta das operações seguidamente referidas:

- Colocação e nivelamento de fiadas de escoramento junto aos apoios e na zona central das prelares, no sentido transversal destas;
- Assentamento das prelares justapostas e seu acerto;
- Montagem dos escoramentos complementares necessários, em função do vão e da espessura total do pavimento e das sobrecargas resultantes da sua execução;
- Colocação das armaduras do pavimento sobre os apoios e de armaduras sobre as juntas entre prelares, para melhorar a solidarização destas e o comportamento em casos de sismo ou de incêndio;
- Limpeza e molhagem da superfície superior das prelares por meio de jato de água, com vista a evitar a dessecação e melhorar a aderência do betão complementar;
- Lançamento, espalhamento, regularização e compactação do betão complementar, tendo o cuidado de assegurar a sua perfeita aderência às faces expostas das prelares e a manutenção da espessura prevista da camada de betão acima das prelares;
- Manutenção da humidade do betão em obra, durante os primeiros dias do endurecimento, por meio de regra ou de recobrimento conservando humedecido da superfície betonada;
- Tratamento das juntas e da superfície inferior das prelares em função do material de revestimento a aplicar, após a remoção do escoramento em harmonia com os prazos mínimos regulamentares.

**ANEXO II**  
**QUESTIONÁRIO REALIZADO A EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO EM CABO**  
**VERDE**

## Questionário 1

### Parte 1 - Caraterização dos Edificados em Cabo Verde

- 1.1 - Qual a tipologia mais comum dos edifícios em Cabo Verde?

R: Edifícios unifamiliares do Tipo T2 e T3.

---

- 1.2 - A tipologia dos edifícios em Cabo Verde é adequada tendo em conta as necessidades das famílias?

Sim ☒ Não ☐

1.3- Porquê?

R: É adequada, tendo em conta as condições económicas das famílias.

---

- 1.4 - Existe outra recomendada?

Sim ☒ Não ☐

1.5 - Quais São?

R: Apartamentos do tipo T0 e T1.

---

- 1.6 - As dimensões dos espaços estão corretas?

Sim ☒ Não ☐

1.7- Porquê?

R: De uma forma geral as dimensões dos espaços estão dimensionadas corretamente, tendo em conta as condições económicas das famílias.

---

### Parte 2- Caraterização do Setor da Construção

- 2.1 - Que soluções existem para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde?

R: A solução construtiva mais utilizada em Cabo Verde é a laje maciça em betão armado.

---

- 2.2 - Os materiais estão disponíveis?

Sim ☒ Não ☐

2.3 - E quais são?

R: Os materiais estão disponíveis, nomeadamente: areia de britadeira, areia fina que é importada da Mauritânia, pedra basáltica, cimento pozolânico produzido na ilha de Santo Antão, aço e materiais de acabamento.

---

- 2.4 - Qual o betão mais usual e mais económico? Quais são os agregados?

R: O betão mais económico e mais usado é o de classe B20 para os elementos estruturais, B15 para o betão de limpeza e para edifícios maiores utiliza-se o betão B25/30.

---

- 2.5 - Os materiais estão acessíveis aos pequenos e médios, ou só aos grandes construtores?

R: Os materiais estão disponíveis para todos os construtores.

---

### **Parte 3 – Solução de lajes maciças executa a partir de prelares de betão armado**

- 3.1 - Quais os problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas?

R: A falta de mão-de-obra especializada pode constituir um problema técnico.

---

- 3.2 - Que dimensões máximas considera ser adequadas para uma prelares (comprimento x largura x espessura)?

R: 0,30 m a 0,50 m de largura, 3,0 m de comprimento e 0,07 m de espessura.

---

- 3.3 - Existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade?

Sim ☒ Não ☐

3.4 - Quais?

R: As medidas corretivas e preventivas são implementadas pela fiscalização com o apoio de LEC

---

- 3.5 - Há algum tipo de verificação na receção de elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.6 - Quais?

R: A verificação de receção de elementos prefabricados é feita na obra.

---

- 3.7 - Existe um controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.8 - Quais?

R: O LEC efetua o controlo de aceitação e ensaios de elementos prefabricados.

---

- 3.9 - Relativamente a viabilidade técnica da prelares, considera ser tecnicamente viável?

Sim ☒ Não ☐

3.10 - Porquê?

R: Pela redução de custos da cofragem, a facilidade de execução e manuseamento da prelares.

---

- 3.11 - Qual a redução do custo face à solução tradicional (*in situ*) e face às lajes vigotas? E qual o custo a nível de material, mão-de-obra, equipamentos e custo da qualidade?

R:

---

- 3.12 - Existe a política de implementar e incentivar a utilização de novas tecnologias na indústria de construção?

R: Existe constantemente necessidade de acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias na indústria de construção.

---

Elaborado em \_\_/\_\_/\_\_

Tipo da Entidade:

Empreiteiro ☐

Projetista ☒

Fiscalização ☐

Administração Local ☐

Outra \_\_\_\_\_

## Questionário 2

### Parte 1 - Caraterização dos Edificados em Cabo Verde

- 1.1 - Qual a tipologia mais comum dos edifícios em Cabo Verde?

R: Edifícios unifamiliares do tipo T3, apartamentos do tipo T2 e T3.

---

- 1.2 - A tipologia dos edifícios em Cabo Verde é adequada tendo em conta as necessidades das famílias?

Sim ☒ Não ☐

1.3-Porquê?

R: É adequada porque atende as necessidades das famílias.

---

- 1.4 - Existe outra recomendada?

Sim ☒ Não ☐

1.5 - Quais São?

R: Apartamentos do tipo T1 e T0.

---

- 1.6 - As dimensões dos espaços estão corretas?

Sim ☒ Não ☐

1.7-Porquê?

R: Porque ajustam às necessidades, contudo deve-se diminuir o tamanho, por causa dos

---

custos.

### Parte 2- Caraterização do Setor da Construção

- 2.1 - Que soluções existem para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde?

R: Lajes aligeiradas e maciças de betão armado, lajes com vigotas, lajes executadas a partir de prelares de betão armado, cobertura em telhas cerâmicas e chapas de fibrocimento.

---

- 2.2 - Os materiais estão disponíveis?

Sim ☒ Não ☐

2.3 - E quais são?

R: Aço, cimento, água e areia proveniente das praias do mar.

---

- 2.4 - Qual o betão mais usual e mais económico? Quais são os agregados?

R: O betão B15 e o betão B20 é o betão mais económico e os agregados são: cimento, água, brita e areia, esta última proveniente das ribeiras e do mar e não tem a qualidade necessária.

---

- 2.5 - Os materiais estão acessíveis aos pequenos e médios, ou só aos grandes construtores?

R: Os materiais estão disponíveis as pequenas, médias e grandes empresas.

---

### **Parte 3 – Solução de lajes maciças executa a partir de prelares de betão armado**

- 3.1 - Quais os problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas?

R: Há falta de mão-de-obra especializada.

---

- 3.2 - Que dimensões máximas considera ser adequadas para uma prelares (comprimento x largura x espessura)?

R: 3,00 m x 0,50 m x 0,07 m

---

- 3.3 - Existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade?

Sim ☒ Não ☐

3.4 - Quais?

R:

---

- 3.5 - Há algum tipo de verificação na receção de elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.6 - Quais?

R: Verificação da flecha e existência da fendilhação.

---

- 3.7 - Existe um controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.8 - Quais?

R: O controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados é feito pelo Laboratório de Engenharia Civil.

---

- 3.9 - Relativamente a viabilidade técnica da prelares, considera ser tecnicamente viável?

Sim ☒ Não ☐

3.10 - Porquê?

R: Facilidade de execução e oportunidade de industrialização.

---

- 3.11 - Qual a redução do custo face à solução tradicional (*in situ*) e face às lajes vigotas? E qual o custo a nível de material, mão-de-obra, equipamentos e custo da qualidade?

R: A redução do custo das lajes executadas maciças a partir de prelares de betão armado face à solução tradicional e face às lajes aligeiradas de vigotas deve ser estudada pelo promotor.

---

- 3.12 - Existe a política de implementar e incentivar a utilização de novas tecnologias na indústria de construção?

R: Sim, por exemplo o Programa Casa para Todos o estimula.

---

Elaborado em \_\_/\_\_/\_\_ Tipo da Entidade:

|                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| Empreiteiro         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Projetista          | <input type="checkbox"/>            |
| Fiscalização        | <input type="checkbox"/>            |
| Administração Local | <input type="checkbox"/>            |
| Outra               | _____                               |

### Questionário 3

#### Parte 1 - Caraterização dos Edificados em Cabo Verde

- 1.1 - Qual a tipologia mais comum dos edifícios em Cabo Verde?

R: Edifícios unifamiliares do Tipo T3.

---

- 1.2 - A tipologia dos edifícios em Cabo Verde é adequada tendo em conta as necessidades das famílias?

Sim ☐ Não ☒

1.3- Porquê?

R: Porque a maior parte da família cabo-verdiana é numerosa, os compartimentos das habitações são influenciadas mais pelo poder económico do que pelas necessidades de boas condições de habitualidade.

---

- 1.4 - Existe outra recomendada?

Sim ☒ Não ☐

1.5 - Quais São?

R: Apartamentos do tipo T1, T2, e T3, com espaços comuns que servem de espaços de lazer e estacionamento.

---

- 1.6 - As dimensões dos espaços estão corretas?

Sim ☐ Não ☒

1.7- Porquê?

R: Porque os agregados familiares são grandes. A maioria das habitações tem compartimentos com reduzidas dimensões e muitas das vezes sem condições de habitabilidade.

---

#### Parte 2- Caraterização do Setor da Construção

- 2.1 - Que soluções existem para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde?

R: Os pavimentos e as coberturas são na sua maioria em lajes maciças de betão armado e lajes aligeiradas com vigotas, sendo o revestimento das coberturas em telhas cerâmicas.

---

- 2.2 - Os materiais estão disponíveis?

Sim ☒ Não ☐

2.3 - E quais são?

R: Os materiais estão disponíveis, mas de vez em quando há uma rotura de “stock” de alguns materiais como cimento e aço. Muitas das vezes a água disponível não é adequada para o fabrico de betão.

- 
- 2.4 - Qual o betão mais usual e mais económico? Quais são os agregados?

R: B15

---

- 2.5 - Os materiais estão acessíveis aos pequenos e médios, ou só aos grandes construtores?

R: Os materiais estão disponíveis para todos os construtores, mas apenas as grandes empresas conseguem comprar materiais de melhor qualidade.

---

### **Parte 3 – Solução de lajes maciças executa a partir de prelares de betão armado**

- 3.1 - Quais os problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas?

R: Não existem problemas relacionados com o fabrico de elementos prefabricados para a execução de lajes desde que sejam executadas em conformidade com as fichas técnicas do fabricante.

---

- 3.2 - Que dimensões máximas considera ser adequadas para uma prela (comprimento x largura x espessura)?

R: As dimensões máximas são condicionadas pelo vão máximo que permita garantir a segurança dos pavimentos e das coberturas.

---

- 3.3 - Existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade?

Sim ☒ Não ☐

3.4 - Quais?

R: As medidas corretivas e preventivas são feitas no decurso das obras.

---

- 3.5 - Há algum tipo de verificação na receção de elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.6 - Quais?

R: A verificação de receção de elementos prefabricados é feita na obra, por exemplo a verificação da conformidade com o caderno de encargo e com as fichas técnicas do fabricante.

---

- 3.7 - Existe um controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.8 - Quais?

R: O controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados é feito pelo Laboratório de Engenharia Civil.

---

- 3.9 - Relativamente a viabilidade técnica da prelaje, considera ser tecnicamente viável?

Sim ☒ Não ☐

3.10 - Porquê?

R: É tecnicamente viável uma vez que é de rápida execução e permite dispensar o revestimento do teto, dispensa o uso de cofragem e escoramentos.

---

- 3.11 - Qual a redução do custo face à solução tradicional (*in situ*) e face às lajes vigotas? E qual o custo a nível de material, mão-de-obra, equipamentos e custo da qualidade?

R: A redução de custo das lajes maciças executadas a partir de prelares de betão armado é significativa, quer ao nível dos materiais postos em obra, quer ao nível de mão-de-obra.

---

- 3.12 - Existe a política de implementar e incentivar a utilização de novas tecnologias na indústria de construção?

R: A implementação e incentivação de novas tecnologias são feitas na maioria das vezes por construtores estrangeiros.

---

Elaborado em \_\_/\_\_/\_\_

Tipo da Entidade:

Empreiteiro ☐

Projetista ☒

Fiscalização ☐

Administração Local ☐

Outra \_\_\_\_\_

## Questionário 4

### **Parte 1 - Caracterização dos Edificados em Cabo Verde**

- 1.1 - Qual a tipologia mais comum dos edifícios em Cabo Verde?

R: Habitações unifamiliares e os apartamentos do tipo T1, T2 e T3.

---

- 1.2 - A tipologia dos edifícios em Cabo Verde é adequada tendo em conta as necessidades das famílias?

Sim ☒ Não ☐

1.3- Porquê?

R: Porque atendem as necessidades básicas das famílias cabo-verdianas.

---

- 1.4 - Existe outra recomendada?

Sim ☒ Não ☐

1.5 - Quais São?

R: Apartamentos do tipo T0 e T4, entretanto as tipologias do Tipo T2 e T3 são as mais procuradas no mercado.

---

- 1.6 - As dimensões dos espaços estão corretas?

Sim ☒ Não ☐

1.7- Porquê?

R: Porque em regra respeitam as dimensões consignadas nos projetos aprovados pelos gabinetes técnicos das câmaras municipais.

---

### **Parte 2- Caracterização do Setor da Construção**

- 2.1 - Que soluções existem para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde?

R: Existe um leque variado de soluções para a execução de pavimentos e coberturas nas habitações em Cabo Verde, nomeadamente: as coberturas em telha cerâmica e zinco, as coberturas em palha, coberturas e pavimentos em lajes maciças de betão armado.

---

- 2.2 - Os materiais estão disponíveis?

Sim ☒ Não ☐

2.3 - E quais são?

R: Os materiais estão disponíveis, como são os casos dos agregados que são de origem local, os aços, madeiras e cimentos são importados.

---

- 2.4 - Qual o betão mais usual e mais económico? Quais são os agregados?

R: O betão B20 é o mais económico e normalmente recorre-se a dosagens mínimas impostas pelo regulamento, tal imposição resulta num preço mais elevado do que teria, se fosse com recurso a betão testado laboratorialmente o que conduziria

naturalmente a quantidades menores de cimento a utilizar, para além dos agregados utilizados de granulometrias não controladas.

- 2.5 - Os materiais estão acessíveis aos pequenos e médios, ou só aos grandes construtores?

R: Os materiais estão acessíveis dum modo geral às empresas de construção que operam em obras públicas ou em imobiliárias, sujeitos a fiscalização, o que não acontece na maioria das construções levadas a cabo diretamente pela população.

### **Parte 3 – Solução de lajes maciças executa a partir de prelares de betão armado**

- 3.1 - Quais os problemas técnicos na execução das lajes prefabricadas?

R: Há falta de mão-de-obra especializada na execução das lajes prefabricadas.

- 3.2 - Que dimensões máximas considera ser adequadas para uma prelares (comprimento x largura x espessura)?

R: 3,0 m a 3,5 m de comprimento, 0,50 m a 0,70 m de largura e 0,04 m a 0,07 m de espessura.

- 3.3 - Existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade?

Sim ☐ Não ☒

3.4 - Quais?

R: Não existem medidas corretivas e preventivas na eventualidade de uma não-conformidade.

- 3.5 - Há algum tipo de verificação na receção de elementos prefabricados?

Sim ☒ Não ☐

3.6 - Quais?

R: Existem os testes laboratoriais de prova apresentados pelo fabricante.

- 3.7 - Existe um controlo de aceitação e ensaios dos elementos prefabricados?

Sim ☐ Não ☐

3.8 - Quais?

R:

- 3.9 - Relativamente a viabilidade técnica da prelares, considera ser tecnicamente viável?

Sim ☒ Não ☐

3.10 - Porquê?

R: É tecnicamente viável na medida em que garante igual estabilidade que a laje tradicional e tem um menor custo, pela redução da cofragem.

- 
- 3.11 - Qual a redução do custo face à solução tradicional (*in situ*) e face às lajes vigotas? E qual o custo a nível de material, mão-de-obra, equipamentos e custo da qualidade?

R:

- 
- 3.12 - Existe a política de implementar e incentivar a utilização de novas tecnologias na indústria de construção?

R: As novas tecnologias tendem progressivamente a ser utilizada no mercado de construção cabo-verdiano não como seria desejável face à grande dinâmica do setor de construção no país.

---

Elaborado em \_\_/\_\_/\_\_

Tipo da Entidade:

- |                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| Empreiteiro         | <input type="checkbox"/>            |
| Projetista          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Fiscalização        | <input type="checkbox"/>            |
| Administração Local | <input type="checkbox"/>            |
| Outra               | _____                               |