

Isandro de Fátima Mendes Lopes

# Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação Causadas pela Água do Mar

Estudo de Caso – Residencial Áustria – Calheta São Miguel

**Universidade Jean Piaget de Cabo Verde**

Campus Universitário da Cidade da Praia  
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande  
Cidade da Praia, Santiago  
Cabo Verde



Isandro de Fátima Mendes Lopes

# Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação Causadas pela Água do Mar

Estudo de Caso – Residencial Áustria – Calheta São Miguel

**Universidade Jean Piaget de Cabo Verde**

Campus Universitário da Cidade da Praia  
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande  
Cidade da Praia, Santiago  
Cabo Verde

Isandro de Fátima Mendes Lopes, autor da monografia intitulada Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causada pela Água do Mar, declaro que, salvo fontes devidamente citadas e referidas, o presente documento é fruto do meu trabalho pessoal, individual e original.

Cidade da Praia, 08 de Julho de 2013  
Isandro de Fátima Mendes Lopes

Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Construção Civil.

# Dedicatória

Dedico aos meus pais e aos meus irmãos pelo grande amor, carinho, amizade e dedicação.  
À Mircia Santos pelo apoio, persistência, amizade e carinho.

# Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por ter me guiado passos firmes, brilhando os meus caminhos para mais essa realização.

Do mesmo modo, agradeço a todos os docentes desta instituição, por todos os conhecimentos transmitidos e pela compreensão, ajuda e dedicação ao longo de todos estes anos de formação, pelos quais são maioritariamente responsáveis.

Um forte agradecimento vai para o meu orientador, Professor Engenheiro Evaristo Andrade, por ter disponibilizado este tema, que tanto me agrada, e por me ter ajudado a definir as linhas orientadoras desta monografia.

Presto ainda um importante agradecimento aos meus camaradas e amigos, com quem passei estes intensos anos e com quem partilhei momentos que nunca esquecerei, especialmente: José Castro, José Monteiro, Vanusa Moniz, João Monteiro e a todos um muito obrigado por sempre me apoiarem e porque sei que poderei sempre contar com eles.

À Engenheira Auriza Barros por toda a ajuda, informação fornecida, disponibilidade, prontidão e acompanhamento ao longo de todo este trabalho e durante toda esta etapa agradeço-lhe todo o interesse com que me apoiou.

Finalmente, um agradecimento muito especial à minha família pelo apoio incondicional, pela compreensão e por todos os esforços que fizeram para que eu conseguisse atingir os objetivos a que me propus, Baltazar Lopes, meu pai, Inês Mendes, minha mãe, Yolanda Lopes e Leonildo Lopes, meus irmãos.

*“ Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes” (Marthin Luther King)*

# Sumário

A degradação de estruturas de betão armado em larga escala, seja nos grandes centros urbanos, no meio rural, industrial, nas proximidades ou não dos ambientes marítimos, atualmente, deixa observar problemas patológicos relacionados com a oxidação e a degradação do betão.

Muitas vezes esses problemas aparecem de uma forma precoce, cuja recuperação envolve custos elevados, outras vezes é de tal forma que se torna difícil a sua recuperação. Nesta óptica, a aplicação de técnicas de intervenção inovadoras e destinadas a solucionar estes problemas tem cada vez mais uma importância primordial.

Baseando na Norma Europeia EN 1504 (2004), por ainda não existir uma Norma Caboverdiana, pretende-se fazer um estudo da aplicação das técnicas, bem como dos métodos de intervenção a elas associadas.

A alternativa de intervenção para o edifício em estudo é apresentada como proposta, por forma a melhorar o entendimento sobre a aplicabilidade das técnicas de proteção e de reparação. As escolhas dessas técnicas baseiam-se na visita de inspeção visual, levantamento fotográfico e realização de ensaios para o diagnóstico. O LEC (Laboratório de Engenharia Civil), foi o colaborador para a realização dos ensaios.

Palavras Chaves: Betão Armado, deterioração, EN 1504, Proteção e Reparação

# Abstract

The deterioration of reinforced concrete structures in large scale either in large urban centers, rural, industrial, nearby marine environments or not, currently are observed problems associated with pathological oxidation and degradation of the concrete.

Many times these problems appear in an early form, which involves high costs to repair them, in other cases they are rather difficult to recover. In this perspective, the application of innovative techniques and intervention aimed at solving these problems which is becoming of paramount importance.

Based on European standard EN 1504 (2004), for there is still no Capeverdean standard, it's intended to make a study of the application of the techniques and methods of intervention associated to these techniques.

The alternative of intervention for the building under study as proposed in order to improve our understanding of the applicability of techniques for protection and repair. The choices of these techniques are based on visual inspection visit, photographic survey and testing for diagnosis. The LEC was the developer for the tests.

**Keywords:** reinforced concrete, deterioration, EN 1504, Protection, Repair

## Lista de Siglas e Abreviaturas

|                  |  |
|------------------|--|
| A/C              | Água/cimento   |
| ASTM             | American Society for Testing and Materials                       |
| BS               | British Standards  |
| C <sub>3</sub> A | Aluminato tricálcico   |
| CE/EN            | Comité Europeu de Normalização                                   |
| CEB              | Comité Euro-Internacional Du Beton                               |
| EN 1504          | Norma Europeia   |
| ISO              | International organization of standardization                    |
| LEC              | Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde                    |
| LNEC             | Laboratório Nacional de Engenharia Civil                         |
| MPa              | Mega Pascal  |
| NBR              | Norma Brasileira Regulamentar                                    |
| P <sub>H</sub>   | Potencial hidrogénio   |
| PVC              | Policloreto de vinilo  |
| S(‰)             | Salinidade por mil   |
| UNESCO           | Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura |
| UV               | Ultravioletas  |

## Listas dos Compósitos Químicos

|                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| Br                             | Brometo                    |
| Ca <sup>+</sup>                | Ião Cálcio                 |
| CaCl                           | Cloreto de cálcio          |
| CaCO <sub>3</sub>              | carbonato de cálcio        |
| CaSO <sub>4</sub>              | Sulfato de Cálcio          |
| Cl                             | Cloreto                    |
| Cl <sup>-</sup>                | Cloreto                    |
| CO <sub>2</sub>                | Dióxido de Carbono         |
| Cu                             | Cobre                      |
| H <sup>+</sup>                 | Ião Hidrogénio             |
| H <sub>2</sub> O               | Água                       |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Ácido sulfúrico            |
| K <sup>+</sup>                 | Ião Potássio               |
| KCl                            | Cloreto de Potássio        |
| Mg <sup>+</sup>                | Ião Magnésio               |
| MgSO                           | Sulfato de Magnésio        |
| Na <sup>+</sup>                | Ião Sódio                  |
| NaCl                           | Cloreto de Sódio           |
| NaOH                           | Hidróxido de Sódio         |
| NaSO                           | Sulfato de Sódio           |
| O <sub>2</sub>                 | Oxigénio                   |
| OH <sup>-</sup>                | Ião Hidróxido              |
| Redox                          | Reação de redução-oxidação |
| SO <sup>-</sup>                | Ião Sulfato                |
| Zn                             | Zinco                      |

## Conteúdo

|  |    |
|--|----|
| Capítulo 1: Composição química da água do mar.....   | 17 |
| 1.1 Considerações Gerais .....   | 17 |
| 1.2 Composição Química da água do mar.....   | 17 |
| 1.3 Salinidade .....   | 18 |
| Capítulo 2: Patologias de Betão Armado .....   | 21 |
| 2.1 Considerações Gerais .....   | 21 |
| 2.2 Introdução ao Conceito de Patologias .....   | 21 |
| 2.3 Exemplos de Patologias dos Edifícios.....  | 27 |
| 2.3.1 Corrosão de Armaduras .....  | 27 |
| 2.3.1.1 Oxidação.....  | 28 |
| 2.3.1.2 Corrosão eletroquímica .....   | 28 |
| 2.3.2 As causas da corrosão das armaduras.....   | 29 |
| 2.3.3 Alguns tipos de patologias.....  | 30 |
| 2.3.3.1 Oxidação.....  | 30 |
| 2.3.3.1.1 Considerações Gerais.....  | 30 |
| 2.3.3.1.2 Oxidação, Redução e Reação de Oxi-Redução .....                                      | 31 |
| 2.3.3.1.3 Oxidantes e redutores.....   | 31 |
| 2.3.3.2 Fissuras .....   | 33 |
| 2.3.3.3 Eflorescência .....  | 34 |
| 2.3.3.4 Humidades .....  | 35 |
| 2.3.4 Penetração de Íons Cloreto .....   | 36 |
| 2.3.3.5 Fatores que Afetam a Penetração de Ions Cloreto.....                                   | 38 |
| Capítulo 3: Técnicas de Proteção e Reparação.....  | 42 |
| 3.1 Escolha de Método de Intervenção.....  | 42 |
| 3.2 Procedimentos na Preparação dos Trabalhos .....  | 44 |
| 3.2.1 Preparação do Substrato .....  | 44 |
| 3.2.2.1 Preparação do Betão .....  | 45 |
| 3.2.2.2 Limpeza .....  | 45 |
| 3.2.2.3 Remoção do Betão.....  | 47 |
| 3.2.2 Preparação do Aço.....   | 49 |
| 3.2.2.1 Limpeza do Aço .....   | 50 |
| 3.3 Técnicas de Proteção e Reparação.....  | 52 |
| 3.3.1 Técnicas de Proteção Superficial.....  | 53 |
| 3.3.1.1 Técnicas de Impregnação .....  | 53 |
| 3.3.1.1.1 Impregnação Simples.....   | 53 |
| 3.3.1.1.2 Impregnação Hidrofóbica .....  | 54 |
| 3.3.1.1.3 Alguns materiais a utilizar .....  | 55 |
| 3.3.1.2 Técnicas de Revestimento Superficial.....  | 56 |
| 3.3.1.2.1 Revestimento por Pintura.....  | 57 |
| 3.3.1.2.2 Revestimento de Ligantes e mistos.....   | 57 |
| 3.3.1.2.3 Alguns materiais a Utilizar .....  | 58 |
| 3.3.1.3 Técnicas de Membranas .....  | 59 |
| 3.3.1.3.1 Alguns materiais a Utilizar .....  | 60 |
| 3.3.2 Técnicas de colocação de uma nova camada de recobrimento – Argamassa e Microbetões ..... | 61 |
| 3.3.2.1 Argamassa ou Microbetão de cimento .....   | 61 |

|                                  |  |     |
|----------------------------------|--|-----|
| 3.3.2.2                          | Argamassa ou Microbetão com polímeros .....  | 61  |
| 3.3.2.3                          | Alguns materiais a utilizar .....  | 63  |
| 3.3.3                            | Técnica de Proteção Física Exterior .....  | 64  |
| 3.3.4                            | Técnicas de Prevenção à Oxidação .....   | 65  |
| 3.3.4.1                          | Proteção do Aço contra a oxidação .....  | 65  |
| 3.3.4.2                          | Revestimento dos Varões de Aço .....   | 65  |
| 3.3.4.3                          | Inibidores de Corrosão .....   | 66  |
| 3.3.4.4                          | Alguns materiais a utilizar .....  | 67  |
| 3.3.5                            | Técnicas de Proteção Catódica .....  | 67  |
| 3.3.5.1                          | Proteção Catódica Passiva .....  | 67  |
| 3.3.5.2                          | Proteção Catódica Ativa .....  | 68  |
| 3.3.6                            | Técnicas de Reparação do Betão Deteriorado .....                                   | 68  |
| 3.3.6.1                          | Tratamento de Fendas .....   | 68  |
| 3.3.6.2                          | Colocação de Argamassa ou Microbetão em zonas de superfície deteriorada<br>68      |     |
| 3.3.6.3                          | Tratamento de Betão Contaminado com Processos Eletroquímicos .....                 | 70  |
| 3.3.6.3.1                        | Realcalização do Betão .....   | 71  |
| 3.3.6.3.2                        | Dessanalização .....   | 73  |
| 3.4                              | Técnicas de Reforço .....  | 74  |
| 3.4.1                            | Reforço Estrutural – Adição ou Substituição de Armaduras internas ou externas..... | 74  |
| 3.4.2                            | Reforço estrutural – Colocação de Armaduras em Furos Existentes ou a realizar..... | 74  |
| 3.4.3                            | Reforço Estrutural – Colagem de Chapas.....  | 74  |
| 3.4.4                            | Reforço Estrutural – Pré-tensão ou pós-tensão.....                                 | 75  |
| 3.5                              | Controlo de Qualidade .....  | 75  |
| Capítulo 4: Estudo de caso ..... |  | 76  |
| 4.1.                             | Descrição do edifício .....  | 76  |
| 4.2.                             | Avaliação do estado de estrutura .....   | 77  |
| 4.2.1                            | Recolha de informações e condições de serviço previstas da obra .....              | 77  |
| 4.2.2                            | Visitas de inspeções e as ações desenvolvidas .....                                | 77  |
| 4.2.2.1                          | Danos observados .....   | 78  |
| 4.2.2.2                          | Apreciação global .....  | 80  |
| 4.2.3                            | Observação e ensaios efetuados .....   | 81  |
| 4.2.3.1                          | Avaliação dos ensaios efetuados e do estado de deterioração.....                   | 85  |
| 4.3.                             | Técnicas de proteção e reparação – Propostas.....                                  | 86  |
| 4.3.1                            | Laje de intermédio .....   | 86  |
| 4.3.2                            | Vigas e Pilares .....  | 88  |
| 4.3.3                            | Paredes.....   | 89  |
| Conclusão .....                  |  | 90  |
| Bibliografia.....                |  | 92  |
| A                                | ANEXO .....  | 94  |
| A.1                              | Recomendações de durabilidade – LNEC – 464 .....                                   | 94  |
| A.2                              | Ensaio feitos pelo LEC .....   | 96  |
| A.3                              | Fichas técnicas dos materiais disponíveis no mercado nacional e estrangeiro .....  | 100 |

## Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Vida útil de projetos recomendada pelos ingleses [fonte: HELENE, PAULO (1982)] .....  | 26 |
| Tabela 2 - Vida útil de projetos recomendada pela norma europeia[fonte: HELENE,PAULO(1982)] .....  | 26 |
| Tabela 3 - Teor de limite máximo de íons cloreto no betão, [fonte: HELENE]. .....  | 38 |
| Tabela 4 - Correspondência entre a localização da estrutura de betão e o tipo de deterioração [fonte: MEHTA, 1980; CEB,1992; BARBUDO, 1992; HELENE, 1993]..... | 40 |
| Tabela 5 - Procedimentos de reparo do substrato.....   | 45 |
| Tabela 6 - Procedimento de limpeza .....   | 46 |
| Tabela 7 - Procedimento de limpeza do aço.....   | 51 |
| Tabela 8 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação .....  | 55 |
| Tabela 9 - Técnica, método e mecanismo de atuação de revestimento.....   | 58 |
| Tabela 10 - Técnicas, método e mecanismo de atuação de membranas.....  | 60 |
| Tabela 11 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação .....   | 62 |
| Tabela 12 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação .....   | 64 |
| Tabela 13 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação .....   | 66 |
| Tabela 14 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação .....   | 70 |
| Tabela 15 -Resultado do ensaios de pilares.....  | 83 |
| Tabela 16 -Resultados do ensaio: [Fonte: o autor] .....  | 83 |
| Tabela 17 - Resultados do ensaios da laje exposta.....   | 83 |

## Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Proporção entre os principais elementos constituintes de uma amostra típica da água do mar com salinidade 35 [Fonte: Maria Camões] ..... | 18 |
| Figura 2 - Gráfico de queda de desempenho natural de um edifício com o tempo[fonte: LECHTENSTEIN] .....   | 22 |
| Figura 3 - Gráfico de evolução do desempenho do edifício após as atividades de manutenção[fonte: LECHTENSTEIN, 1985] .....                          | 23 |
| Figura 4 - Inter-relacionamento entre o conceito de desempenho e durabilidade [fonte: C.E.B. Boletim nº 183 (1989) .....                            | 24 |
| Figura 5 - O desempenho da vida útil de uma estrutura de betão armado[fonte: HELENE, PAULO (1982) .....   | 25 |
| Figura 6 - Vícios construtivos durante a fase de construção [fonte: HELENE, PAULO (1982)] .....   | 27 |
| Figura 7 - Corrosão uniforme [fonte: autor] .....   | 28 |
| Figura 8 - Célula de corrosão de betão armado [fonte:Fortes e Andrade, 2001] .....  | 29 |
| Figura 9 - Fissura [fonte: José Castro(2006)] .....   | 33 |
| Figura 10 - Eflorescência [fonte: Marçal et al., 2008] .....  | 35 |
| Figura 11 - Humidade de uma laje.[fonte: Autor] .....   | 36 |
| Figura 12 - Corrosão de armaduras por cloretos em estruturas de betão em zona marítima [fonte: HELENE 1988] .....                                   | 37 |
| Figura 13 - Influência do teor de humidade sobre o risco de corrosão, considerando o betão de recobrimento [fonte: CEB, 1993] .....                 | 39 |
| Figura 14 - Decapagem por jacto de agua com baixa pressão[fonte: Simas 2007] .....  | 47 |
| Figura 15 - Limpeza do betão.[fonte: Simas 2007] .....  | 47 |
| Figura 16 - Técnica de instalação de suportes provisórios [Fonte: Simas, 2007] .....  | 48 |
| Figura 17 – Procedimento de reparo a)após a remoção do betão b) perímetro de reparo com ângulo +/- de 90°. [Fonte: Simas, 2007] .....               | 49 |
| Figura 18 – Procedimento de preparação do aço [Fonte: Simas, 2001] .....  | 49 |
| Figura 19 - Limpeza de armadura com jacto de água[fonte: Simas 2001] .....  | 50 |
| Figura 20 - Cronograma de técnicas de proteção e reparação segundo a norma EN 1504 .....  | 52 |
| Figura 21 - Impregnação simples [fonte: EN 1504 - 2] .....  | 53 |
| Figura 22 - Impregnação hidrofóbica [fonte: EN 1504 - 2] .....  | 54 |
| Figura 23 - Revestimento Superficial [fonte: EN 1504 - 2] .....   | 56 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 24 - Revestimento de varões [fonte: Guia Weber, 2008] .....   | 66 |
| Figura 25 - Processo de realcalização [fonte: REABCON, (2004)] .....   | 72 |
| Figura 26 - Dessalinização eletroquímica de uma estrutura de betão armado contaminada com cloretos [Fonte: Stap - Reabilitação Estrutural de construções Recentes, 2007] ..... | 73 |
| Figura 27 - Localização do edifício em estudo [Fonte: maps.google - 2013] .....  | 76 |
| Figura 28 - Edifício em estudo .....   | 77 |
| Figura 29 - Laje exposta sem impermeabilização [fonte: o autor] .....  | 78 |
| Figura 30 - Teto da laje [fonte: o autor] .....  | 78 |
| Figura 31 - Viga [fonte: o autor] .....  | 79 |
| Figura 32 - Pilar [fonte: o autor] .....   | 79 |
| Figura 33 - Parede com marcas de descascamento [fonte: o autor] .....  | 80 |
| Figura 34 - Parede com manchas [fonte: o autor] .....  | 80 |
| Figura 35 - ensaio de esclerómetro feito a um pilar [fonte: o autor] .....   | 81 |
| Figura 36 - Ensaio de esclerómetro feito a uma viga [fonte: o autor] .....   | 82 |
| Figura 37 - Ensaio de esclerómetro feito a laje [fonte: o autor] .....   | 82 |
| Figura 38 - Imagem de um pilar oxidado [fonte: o autor] .....  | 84 |
| Figura 39 - Imagem de armadura de uma viga oxidada [fonte: o autor] .....  | 84 |
| Figura 40 - Medição de um aço oxidado. [fonte: o autor] .....  | 85 |

## Capítulo 1: Composição química da água do mar

---

### 1.1 Considerações Gerais

A água do mar, que cobre mais de 70% da superfície terrestre, é, na sua quase totalidade, 97%, salgada. Nela se tem dissolvido, ao longo de milhares de milhões de anos, várias substâncias (sólidas, líquidas ou gasosas), resultado da interação com a água, H<sub>2</sub>O, com que contactam, que as dispersa no meio aquoso. Há um pouco mais de 70 elementos dissolvidos na água do mar, mas apenas seis desses constituem mais de 90% dos sais dissolvidos; todos ocorrem como íons: Cloreto (Cl<sup>-</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Magnésio (Mg<sup>2+</sup>), Cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e Potássio (K<sup>+</sup>) e a composição relativa desses macronutrientes é constante, são elementos conservativos.

### 1.2 Composição Química da água do mar

A composição da solução é uma consequência da maior ou menor abundância em que essas várias substâncias existem e das respetivas solubilidades na água. A figura 1, que se apresenta com a composição média aproximada da água, é um exemplo simplificado. A solubilidade de substâncias moleculares na água traduz-se na dispersão das moléculas de soluto pelo solvente. Na solubilização das substâncias minerais em água, as moléculas dispersam-se e dissociam-se ou ionizam-se nos seus iões.

Por exemplo:



conferindo à água do mar a força iónica, que é semelhante à do soro fisiológico.

As primeiras observações da composição química da água do mar, cedo revelaram que, por entradas de água doce e por ação de temperaturas mais ou menos elevadas, há águas mais ou menos salgadas, mas a proporção em que os vários solutos estão presentes mantêm-se.

O oceano correspondente a 70% da superfície da terra, tendo uma solução que contém 70 elementos químicos, constituída por solvente (água) e por soluto (sais). Na química, um sal é composto neutro (ex.: NaCl, KCl, CaSO<sub>4</sub>) de um cátion (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>) ligado a um ânion (Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub>). Eles são tipicamente o produto de uma reação química entre: uma base e um ácido, formam um sal + água, ex.: 2NaOH + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>O sulfato de sódio. Um

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar metal e um ácido formam um sal + hidrogénio, ex.:  $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2$  sulfato de magnésio. Um óxido ácido e um óxido básico formando um sal, ex.:  $CO_2 + CaO \rightarrow CaCO_3$  carbonato de cálcio.

A água dos oceanos é salgada porque contém sais dissolvidos (com concentrações entre cerca de 33 e 37 g por cada quilograma de água do mar) que têm várias origens: 1. As rochas da crosta vão-se desgastando por erosão e há uma parte dissolvida desse material que é transportada para o oceano pelos rios. 2. As erupções vulcânicas libertam substâncias voláteis (tais como dióxido de carbono, cloro e sulfato) para a atmosfera, uma parte das quais é transportada por precipitação diretamente para o oceano ou indiretamente por meio dos rios. As erupções vulcânicas submarinas contribuem fortemente para os íons no oceano e ainda há outros processos, como a saída do sal transportada pela evaporação (maresia).

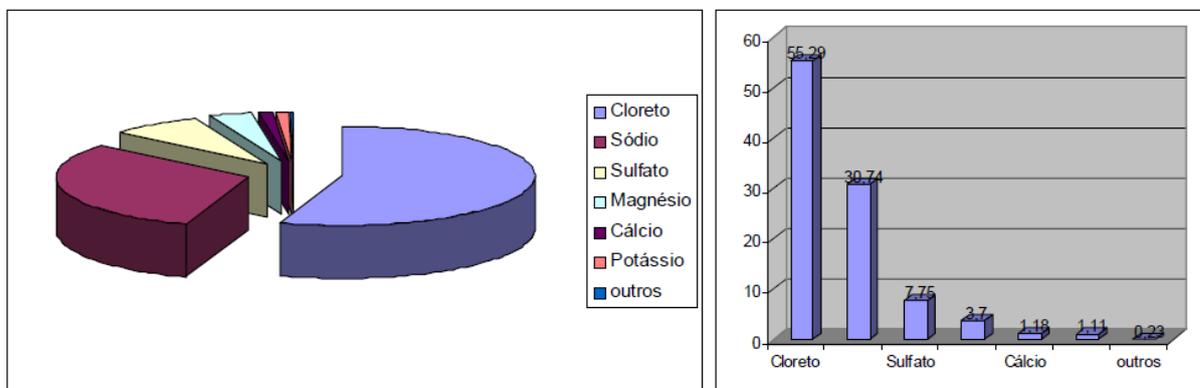


Figura 1 - Proporção entre os principais elementos constituintes de uma amostra típica da água do mar com salinidade 35 [Fonte: Maria Camões]

### 1.3 Salinidade

A salinidade é, por definição, o total do material sólido (g) dissolvido em 1 kg de água do mar quando o carbonato se tiver convertido em óxido, todo Br em Cl e toda a matéria orgânica completamente oxidada. No oceano pode variar de 33 a 38, sendo a sua média global de 34,7 e essa variação é decorrente de: 1- processos que aumentam a salinidade: evaporação e formação de gelo. 2- processos que diminuem a salinidade: precipitação, descarga fluvial e derretimento do gelo. A maior salinidade média: atlântico = 35,37 e a menor media é <34. Horizontalmente, os valores de salinidade são a 20° N e S, mínimos nos Pólo e baixos no equador (maiores que nos Pólo). Nos trópicos há os valores máximos de salinidade, devido a ventos alísios intensos e constantes, causando muita evaporação nessa região anticiclónica (alta pressão atmosférica, onde o ar desce). Nos Pólo existem as mínimas salinidades em decorrência ao degelo. No equador, a salinidade baixa por ser uma região ciclónica, de baixa

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar

pressão atmosférica, onde o ar quente se eleva, formando nuvens e conseqüentemente com precipitação superior à evaporação. O pH da água é determinado pela quantidade de hidretos (H+) ou hidroxilos (OH-). Quanto mais hidretos mais a solução é ácida e quanto mais hidroxilos mais a solução é básica. A escala de acidez e de alcalinidade varia de 1 a 14, sendo que quanto mais ácida é uma solução, menor é o valor do seu pH. A água do mar é alcalina devido à presença de íons alcalinos em maior quantidade que os ácidos. O pH da água do mar varia de 7.4 a 8.5.

Numa maneira ideal, a salinidade deveria ser a soma de todos os sais dissolvidos em gramas por cada quilograma de água, sendo na prática, isso é uma coisa difícil de medir. A determinação da salinidade pode ser assim feita através da medida do seu componente mais importante, que é o cloreto.

A salinidade foi definida em 1902 como a quantia total, em gramas, de todas as substâncias dissolvidas, se todos os carbonatos fossem convertidos em óxidos, todos os brometos e iodetos fossem convertidos a cloretos e todas substâncias orgânicas fossem oxidadas. A relação entre a salinidade e o conteúdo em cloretos foi estabelecida com uma série de medidas feitas em laboratório, em amostras de água do mar coletadas em todas regiões do oceano mundial e foi dada como:

$$S (\text{‰}) = 0.03 + 1.805 \text{ Cl } (\text{‰}), 1902$$

O símbolo (‰) significa “partes por mil”; um conteúdo em sal contém 3.5 %, o equivalente a 35(‰), ou 35 gramas de sais por quilograma de água.

A UNESCO decidiu repetir as análises usadas como base para essa relação inicial entre salinidade e clorinidade e introduziu uma definição nova, conhecida como salinidade absoluta.

$$S (\text{‰}) = 1.80655 \text{ Cl } (\text{‰}) (1969)$$

A definição de 1902 e 1969 dão resultados idênticos a uma salinidade de 35(‰) e não muda significativamente na maioria das aplicações.

A definição da salinidade foi mais uma vez revista quando as técnicas para medir salinidade usando a condutividade, a temperatura e a pressão foram desenvolvidas. Desde 1978, a chamada “Practical salinity scale” (Escala de Salinidade Prática) define salinidade na forma de uma razão entre as medidas de condutividade:

“ A practical salinity, símbolo S, de uma amostra de água do mar, é definida em termos da razão K, que é na verdade a medida de condutividade elétrica de uma amostra a 15°C e a

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar  
pressão igual a 1 atmosfera dividida pela condutividade elétrica de uma solução de cloreto de potássio (KCl), contendo a proporção em peso de 0.0324356, na mesma temperatura e pressão. O valor de K igual a 1.000 corresponde, por definição, a uma salinidade prática de 35” e a fórmula correspondente aqui é:

$$S = 0.0080 - 0.1692 K^{1/2} + 25.3853 K + 14.0941 K^{3/2} - 7.0261 K^2 + 2.7081 K^{5/2}$$

Repare que nessa definição, a salinidade é uma razão e assim (‰) não é mais usada, mas um valor antigo de 35 (‰) corresponde a um valor de 35 em salinidade prática. Mesmo assim, pequenas diferenças ocorrem entre as definições antigas e a nova escala de salinidade prática, mas de maneira geral são bastante pequenas.

## Capítulo 2: Patologias de Betão Armado

---

### 2.1 Considerações Gerais

A qualidade é a palavra chave para toda a atividade humana. Na construção civil esta palavra é primordial para o sucesso e não pode fugir à regra. O primeiro beneficiado pela qualidade será sempre o consumidor, no entanto, o consumidor não busca apenas a qualidade, mas também a segurança e o conforto. É nesta linha de raciocínio, que desde os tempos antigos, os nossos antepassados se preocupavam em construir uma estrutura adaptada às suas realidades e necessidades. As estruturas de betão armado são as mais empregadas na indústria da construção e a vida da humanidade depende da estabilidade das construções, sejam elas elaborais (casas e edifícios), laborais (estádio de futebol, escritórios, indústrias) e/ou infraestruturas (pontes, cais, barragens, aquedutos).

No dia a dia, imensas estruturas em betão armado apresentam sinais visíveis de deterioração precoce, muito antes da vida útil se esgotar, tendo em conta a previsão inicial.

A preocupação com o aparecimento de patologias nas edificações provém de muitos anos, isto é, juntamente com o surgimento das construções vieram, também as preocupações. No início, preocupava-se, principalmente, com os problemas que pudessem gerar colapso da estrutura ou então comprometer a sua segurança estrutural, mostrando-se notável, desde já, os cuidados a que as obras eram submetidas.

### 2.2 Introdução ao Conceito de Patologias

A Patologia das estruturas é campo da engenharia destinada ao estudo das origens e formas de manifestação e respetivas consequências associadas aos diversos tipos de sistemas de degradação das estruturas.

Para SOUZA e RIPPER (1998), a maior parte dos danos observados nas estruturas é do tipo evolutivo, e pode acontecer num prazo mais ou menos curto, levando a estrutura a uma situação de perigo. No caso dessas lesões de evolução progressiva, é aconselhável colocar estas estruturas sob vigilância, a fim de que possa haver interferência antes que os danos cheguem a limites que as levem a um estado crítico.

Para entender melhor alguns conceitos utilizados na área da Patologia e Terapia de Estruturas e o tipo de intervenção a que a estrutura está sendo submetida, apresentam-se os seguintes conceitos:

O **Desempenho** HELENE (1992) define desempenho como sendo o comportamento em serviço de cada produto, ao longo da vida útil e a sua medida relativa espelhará, sempre que o resultado do trabalho desenvolvido nas etapas do projeto, construção e manutenção.

A queda de desempenho nas estruturas de betão armado dá-se ao longo do tempo. As partes da edificação e/ou a edificação, como o seu todo, varia o comportamento conforme as características dos componentes e a sua interação com o meio e as condições expostas. Caso se verifique um patamar mínimo de desempenho, abaixo do qual o edifício não mais cumprirá de forma adequada as suas funções, deve-se então evitar que a deterioração natural provoque uma queda suficiente para atingir esse nível mínimo, conforme destacado na figura 2. As intervenções servem para elevar o patamar de desempenho, mesmo considerando as quedas residuais, retardando a sua chegada ao patamar mínimo exigido.

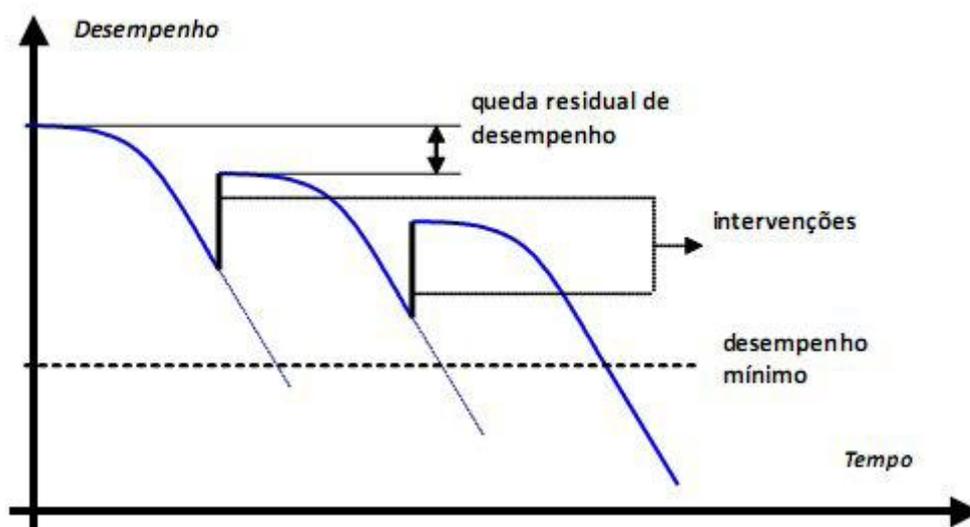


Figura 2 - Gráfico de queda de desempenho natural de um edifício com o tempo[fonte: LECHTENSTEIN]

Entretanto, quando esse nível mínimo é alcançado, são necessárias intervenções de recuperação (ou manutenção corretiva), tomadas como objetivo de retomar o desempenho a um patamar aceitável.

Existem ainda situações em que a edificação já se encontra abaixo mínimo de desempenho, antes mesmo da sua utilização, seja devido a deficiências de projeto ou de execução. Nesses casos, são realizadas atividades de reforço para garantir o desempenho esperado.

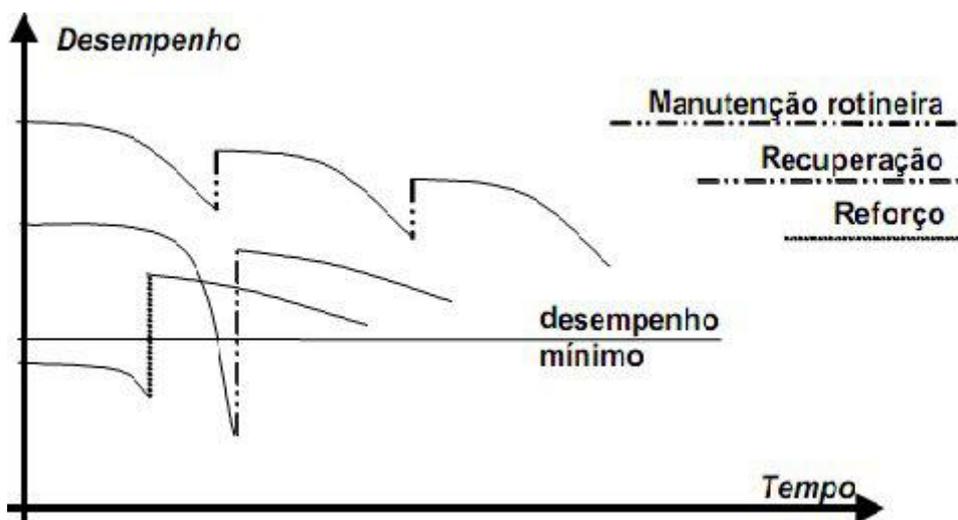


Figura 3 - Gráfico de evolução do desempenho do edifício após as atividades de manutenção [fonte: LECHTENSTEIN, 1985]

A **Durabilidade** Segundo HELENE (1992, apud sabbatini et all.), é a capacidade de um produto de manter o seu desempenho acima de níveis aceitáveis pré – estabelecidos, sob condições previstas de uso e com manutenção durante um período de tempo que é a sua vida útil.

Frequentemente os problemas da durabilidade são causados pelo conhecimento escasso em relação ao meio ambiente ou pelo desacordo das normas técnicas, especificações de forma equivocada, entre outros.

Avaliar a durabilidade do betão consiste em conhecer, analisar e classificar o grau de agressividade do meio ambiente e da composição do betão (durabilidade), para assim conhecer a ligação entre esses componentes. A sua durabilidade depende, fundamentalmente, da resistência do betão e da armadura, sendo que se houver a deterioração de um deles, ambos ficarão comprometidos. Pode-se então afirmar que a durabilidade está na capacidade do betão resistir às intempéries, ataques químicos, ou seja, a qualquer tipo de processo que origine a deterioração.

HELENE (1982) sustenta ainda que a durabilidade das estruturas de betão armado requer cooperação e esforços coordenados por, pelo menos, seis responsáveis:

1. Os proprietários: definindo as suas expectativas presentes e futuras de uso da estrutura;
2. O responsável pelo projeto de arquitetura: definindo detalhes e especificando materiais;

3. O responsável pelo projeto de estabilidade: definindo as geometrias, detalhando e especificando materiais e manutenção preventiva;
4. O responsável pelas tecnologias do betão: definindo características dos materiais, traços e metodologia de execução, em conjunto com os responsáveis pelos itens 3 e 5;
5. O responsável pela construção: definido metodologias complementares da construção e respeitando o projetado e o especificado anteriormente;
6. O proprietário/ usuário: obedecendo às condições de uso, de operação e de manutenção preventivas especificadas;

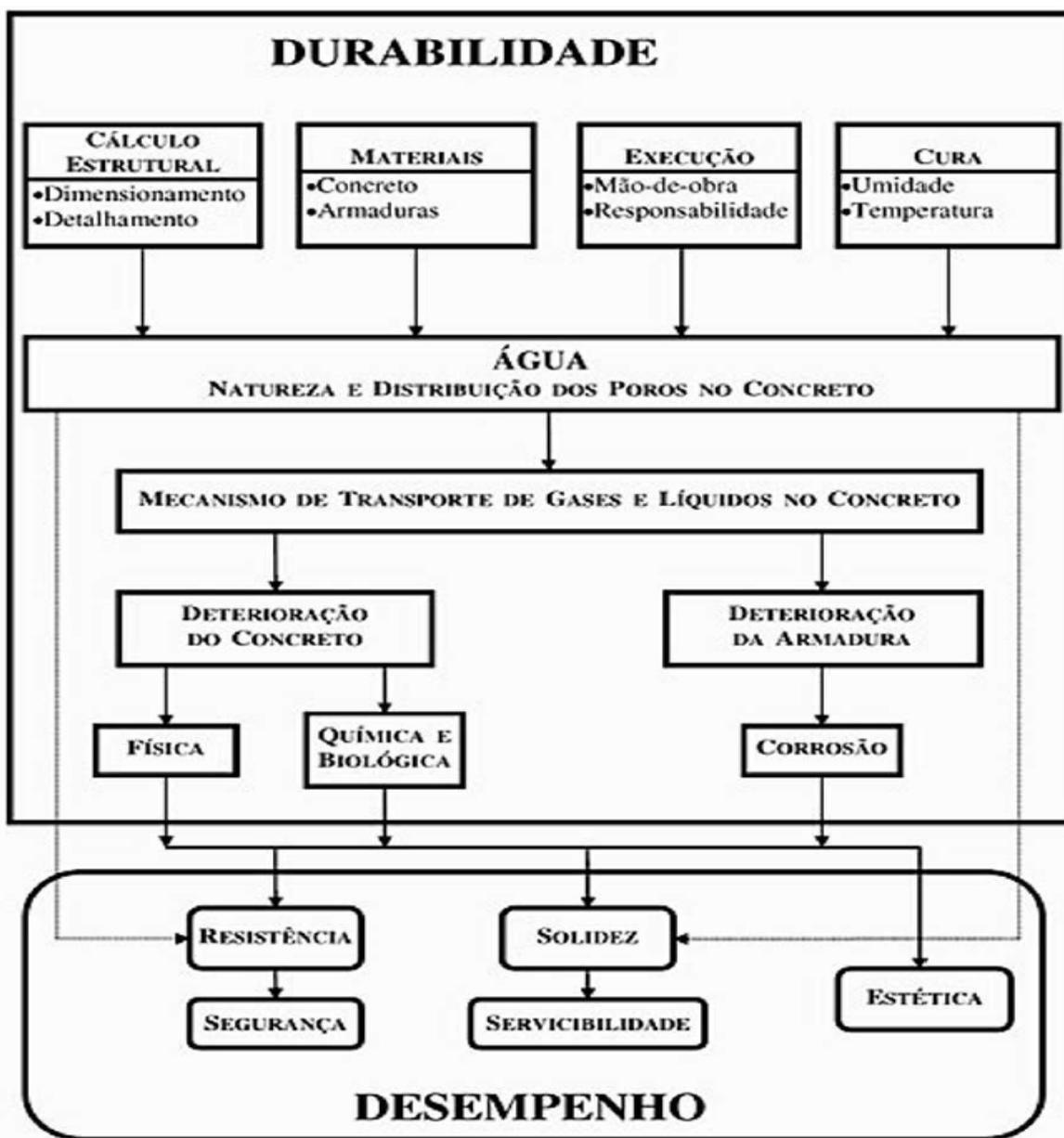


Figura 4 - Inter-relacionamento entre o conceito de desempenho e durabilidade [fonte: C.E.B. Boletim nº 183 (1989)]

A **Vida Útil**: HELENE (1982) diz que vida útil é o período de tempo no qual a estrutura é capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetada, sem necessidade de intervenções não previstas, ou seja, as operações de manutenção previstas e especificadas ainda na fase de projeto, fazem parte do período total de tempo, durante o qual se admite que a estrutura está cumprindo bem a sua função.

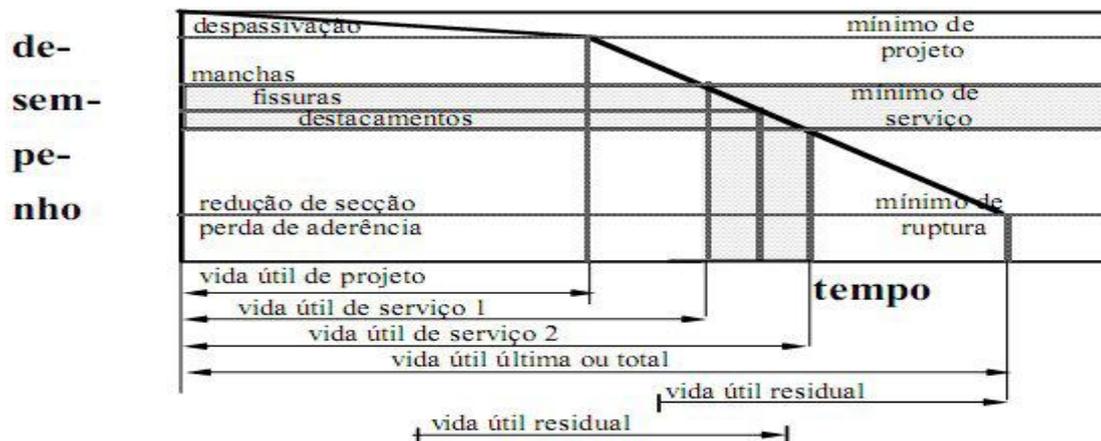


Figura 5 - O desempenho da vida útil de uma estrutura de betão armado [fonte: HELENE, PAULO (1982)]

De acordo com análise do gráfico acima temos:

1. Período de tempo que vai até a despassivação da armadura, normalmente denominado de período de iniciação. A esse período de tempo pode-se associar a chamada vida útil do projeto. Normalmente corresponde ao período de tempo necessário para que a frente de carbonatação ou a frente de cloretos atinja a armadura. O facto da região carbonatada ou de um certo nível de cloretos atingir a armadura e teoricamente despassivá-la, não significa que necessariamente a partir desse momento haverá a corrosão importante, apesar de que em geral ela ocorre. Esse período de tempo, no entanto, é o período que deve ser adotado no projeto da estrutura, a favor da segurança.
2. Período de tempo que vai até ao momento em que aparecem manchas na superfície do betão, ou ocorrem fissuras no betão de recobrimento, ou ainda quando há destacamento de betão de recobrimento. A esse período de tempo associa-se a chamada vida útil de serviço ou de utilização.
3. Período de tempo que vai até à rutura ou ao colapso parcial ou total da estrutura. A esse período de tempo associa-se a chamada vida útil última ou total. Corresponde ao período de tempo no qual há uma redução significativamente da secção resistente

da armadura ou uma perda importante da aderência da armadura/betão, conduzindo ao colapso parcial ou total da estrutura.

4. Nessa modelagem foi introduzido ainda o conceito de vida útil residual, que corresponde ao período de tempo em que a estrutura ainda será capaz de desempenhar as suas funções, contado, neste caso, a partir da data de uma vistoria. Essa vistoria e correspondente diagnóstico pode ser efetuado a qualquer instante da vida do uso da estrutura. O prazo final, neste caso, tanto pode ser o limite do projeto, o limite das condições de serviço, quanto o limite de rutura, dando origem a três vidas úteis residuais: uma mais curta, contada até à despassivação da armadura, outra até ao aparecimento das manchas, fissuras ou destacamento do betão e outra longa, contada até à perda significativa da capacidade resistente do componente estrutural ou do seu eventual colapso.

Nas tabelas abaixo apresentam-se alguns exemplos de vida útil do projeto recomendado pelos Ingleses e pela norma europeia.

| <b>BS 7543, 1992 Guide to Durability of Building and Building Elements products and components</b> |   |
|--|---|
| <b>Vida Útil</b>   | <b>Tipos de estruturas</b>                      |
| $\leq 10$ anos   | Temporárias                                     |
| $\geq 10$ anos   | Substituíveis                                   |
| $\geq 30$ anos   | Edifícios industriais e reformas                |
| $\geq 60$ anos   | Edifícios novos e reformas de edifício públicos |
| $\geq 120$ anos  | Obras de arte, edifício públicos novos          |

Tabela 1 - Vida útil de projetos recomendada pelos ingleses [fonte: HELENE, PAULO (1982)]

| <b>Comité Europeu de Normalização CEN/EN 206, 1994</b> |                            |
|--|----------------------------|
| <b>Vida útil</b>                                       | <b>Tipos de estruturas</b> |
| <b>1 a 5 anos</b>                                      | Temporárias                |
| $\geq 25$ anos   | Substituíveis              |
| $\geq 50$ anos   | Edifícios novos            |
| $\geq 100$ anos  | Obras de arte novas        |

Tabela 2 - Vida útil de projetos recomendada pela norma europeia [fonte: HELENE, PAULO (1982)]

Os problemas provenientes de qualquer uma dessas etapas são responsáveis pela alteração das condições normais do uso da estrutura, surgindo então a necessidade de se realizarem intervenções.

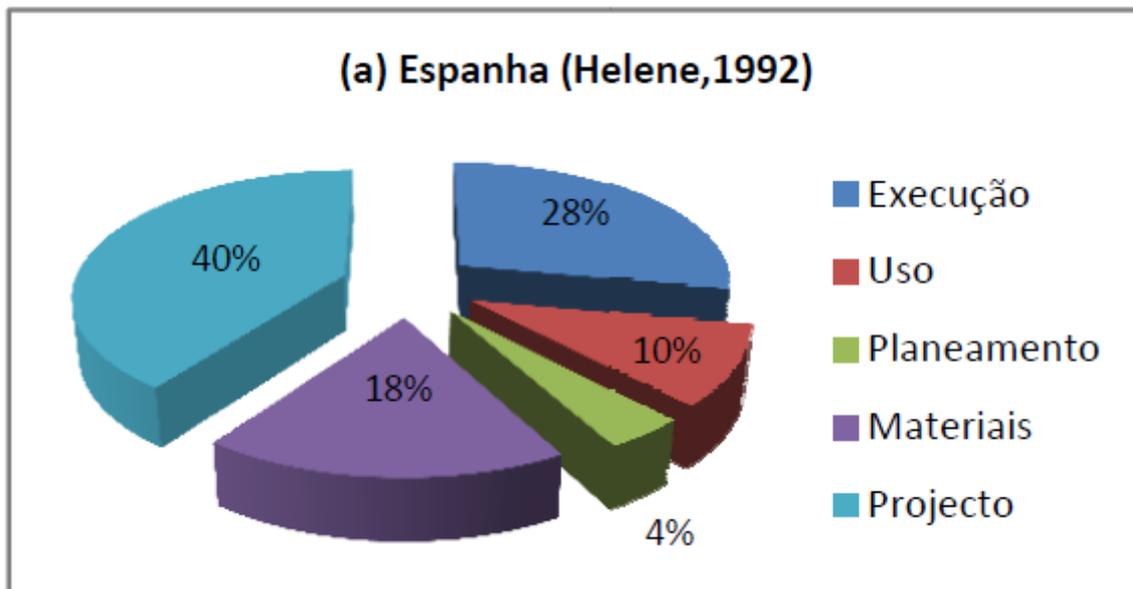


Figura 6 - Vícios construtivos durante a fase de construção [fonte: HELENE, PAULO (1982)]

## 2.3 Exemplos de Patologias dos Edifícios

### 2.3.1 Corrosão de Armaduras

Várias são as vezes em que o profissional de engenharia civil se vê diante de um problema de corrosão de armaduras nas estruturas de betão armado. Como as variáveis que intervêm no processo têm origem em diferentes fontes, em muitas situações não é fácil, nem rápido, explicar o porquê de uma estrutura corroída, quando tantas outras semelhantes não apresentam o mesmo problema. A justificativa, a priori e, em geral, é atribuir o facto à falta de recobrimento adequado de betão. O recobrimento do betão tem a finalidade de proteger fisicamente a armadura e propiciar um meio alcalino elevado que evite a corrosão passiva do aço.

Para Helene (1986), corrosão é a interação destrutiva de um material com ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica.

### 2.3.1.1 Oxidação

A **oxidação** (*corrosão química*), que é um processo relativamente lento à temperatura ambiente e dá-se através de uma reação gás-metal com a formação de uma película de óxido.

Este tipo de corrosão associa-se a temperaturas elevadas, podendo ser na temperatura ambiente, em meio gasoso ou líquido.

Esta por sua vez não é a principal forma de corrosão encontrada nas armaduras convencionais.

### 2.3.1.2 Corrosão eletroquímica

A **corrosão eletroquímica**, (*corrosão propriamente dita*) é entendida como um ataque de natureza preponderantemente eletroquímico que se dá em meio aquoso. Ela ocorre quando se forma uma película de eletrólito sobre a superfície dos varões de aço, sendo que esta película é causada pela presença de humidade, em geral sempre no betão. Esta sim é a grande responsável pela deterioração das armaduras por corrosão na construção civil.

Como evitar ninhos em junta de betonagem? Como aumentar a compacidade superficial do betão? Como curar superfícies verticais, ou mesmos fundos das vigas e lajes? Como especificar o recobrimento da armadura de um pilar, de uma viga ou de uma laje?. O desconhecimento ou a pequena importância dada a esses aspetos durante as etapas de projeto e execução são, na maior parte dos casos, os fatores que dão origem aos problemas de corrosão.



Figura 7 - Corrosão uniforme [fonte: autor]

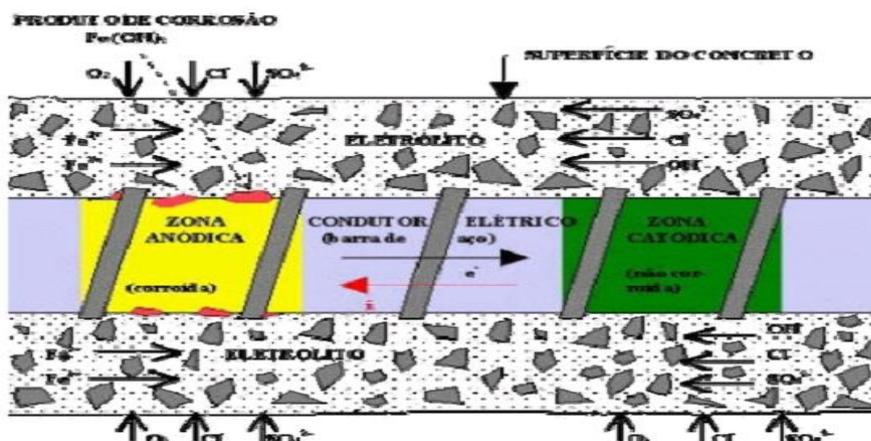


Figura 8 - Célula de corrosão de betão armado [fonte: Fortes e Andrade, 2001]

### 2.3.2 As causas da corrosão das armaduras

Como causas da corrosão, podemos citar: a carbonatação do betão, características do meio ambiente, agentes agressivos presentes na atmosfera, agentes agressivos incorporados ao betão, qualidade do betão de recobrimento.

- **Carbonatação do betão** – a corrosão de superfícies metálicas expostas a gases ácidos de atmosferas urbanas e industriais e a salinidade presente na atmosfera marinha, contribuem para a rápida redução da alcalinidade do betão, aumentando a velocidade e a profundidade de carbonatação e, conseqüentemente, a perda da passividade da armadura.
- **Características do meio ambiente** – as atmosferas, nas quais poderão estar inseridas as estruturas de betão, podem ser classificadas em atmosferas rurais, urbanas industriais, marinhas e viciadas. Por atmosfera viciada, entende-se aquela que é resultante de ambientes fechados e específicos, tais como galerias de águas pluviais, interceptores e coletores de esgoto.
- **Agentes agressivos presentes na atmosfera** – o agente agressivo mais intenso é o cloreto, presente nas atmosferas marinhas (até aproximadamente 5 Km da costa).
- **Agentes agressivos incorporados no betão** – o agente agressivo mais comum é o cloreto, que pode ser adicionado involuntariamente ao betão, a partir de aditivos aceleradores de presa, agregados e águas contaminadas. A grande maioria dos aditivos aceleradores de presa e endurecedores têm, na sua composição, cloreto de cálcio. Os agregados de regiões próximas ao mar e águas contaminadas ou salobras também

podem conter cloretos, na maioria das vezes sob a forma de cloreto de sódio, elemento mais abundante na orla marítima (vulgar sal).

- **Qualidade do betão de recobrimento** – A carbonatação superficial dos betões é variável conforme a natureza de seus componentes, o meio ambiente e as técnicas construtivas de transporte, descarga e cura utilizada. Tendo a relação água/cimento um papel preponderante na permeabilidade dos betões, é natural que tenha grande influência na velocidade de carbonatação. Outro aspeto que deve ser ressaltado é o relativo à homogeneidade do betão e à uniformidade do recobrimento.

### 2.3.3 Alguns tipos de patologias

#### 2.3.3.1 Oxidação

##### 2.3.3.1.1 Considerações Gerais

Do ponto de vista da química, uma reação de oxidação/redução é aquela que envolve transferência de eletrões entre os reagentes. Para que isto ocorra, deve-se ter um elemento que perde eletrões (se oxida), enquanto um outro elemento ganha eletrões, ou seja, se reduz. A oxidação pode ser completa ou parcial. Algumas vezes, quando a oxidação se dá de modo incompleto, nem sempre se pode garantir que o subproduto (ou subprodutos) formado será menos tóxicos do que o composto de partida. No entanto, a oxidação total (também chamada de mineralização) de um composto orgânico gera, como produto final, dióxido de carbono, água e íons inorgânicos, caso haja algum heteoátomo na molécula.

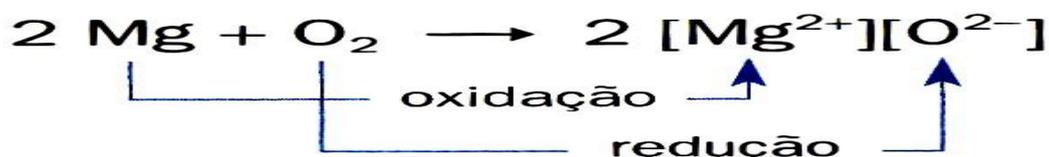
Inicialmente, a oxidação foi atribuída à operação pela qual o mercúrio, depois de estar em contacto com o oxigénio, originava um composto mais pesado e de cor diferente, óxido de mercúrio. Atualmente, considera-se a oxidação como um processo em que ocorre o aumento do número de oxidação, ou seja, em que há cedência de eletrões (saída de hidrogénio ou entrada de oxigénio).

### 2.3.3.1.2 Oxidação, Redução e Reação de Oxi-Redução

Durante muito tempo, os químicos consideraram reações de oxidação, qualquer reação entre o oxigénio e um elemento ou um composto. Oxidação - ganha de oxigénio. O processo inverso, isto é, à diminuição do teor em oxigénio de uma substância, os químicos chamaram redução. Redução – perda de oxigénio. Com a descoberta dos eletrões, os químicos chegaram à conclusão de que as reações de oxi-redução envolviam a transferência de eletrões de um átomo para outro.

“são reações em que há variação do número de oxidação e, alguns casos, perda e ganhos de eletrões. O fenómeno de oxi – redução é simultâneo, isto é, sempre que há oxidação (perda de eletrões), há também redução (ganho de eletrões).” (GENTIL, 1982, p.12)

Podemos tomar como exemplo a seguinte reação:

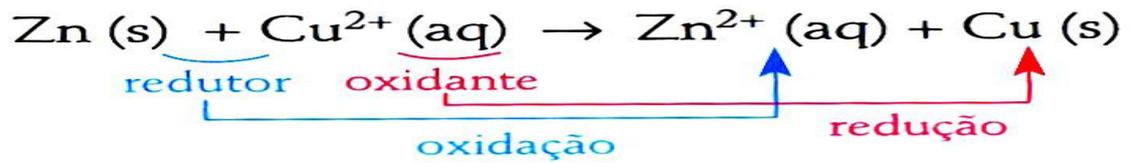


Cada átomo de magnésio perde dois eletrões, para formar um íon:  $\text{Mg}^{2+} \text{ --- } 2 \text{Mg} = 2 \text{Mg}^{2+} + 4 \text{e}^-$  (semi-reacção de oxidação) e cada molécula de oxigénio,  $\text{O}_2$ , ganha quatro eletrões, para formar um par de íons  $\text{O}^{2-} \text{ ---- } \text{O}_2 + 4 \text{e}^- = 2 \text{O}^{2-}$  (semi-redução de redução). Sendo assim entende-se que: oxidação \ processo em que há perda de eletrões, redução \ processo em que se ganham eletrões.

### 2.3.3.1.3 Oxidantes e redutores

Numa reação redox há sempre uma espécie que sofre a oxidação e a outra que sofre a redução. Uma espécie que se oxida cede eletrões à outra espécie, reduzindo-a, por isso, a espécie que se oxida chama-se redutor ou agente redutor. Uma espécie que se reduz capta eletrões da outra espécie, oxidando-a, por isso, a espécie que se reduz chama-se oxidante ou agente oxidante.





Para Brown (2005), as reações redox de corrosão são espontâneas, onde o metal é atacado por substâncias no seu ambiente e transformados em substâncias indesejadas: No caso das armaduras de ferro do betão armado, a ferrugem é o produto da corrosão.

### 2.3.3.2 Fissuras

As fissuras transversais ou ao longo das armaduras são, em princípio, um caminho rápido para a chegada dos agentes agressivos.

De entre os inúmeros problemas patológicos que atingem as edificações, parece-nos particularmente importante o problema da fissuração, devido a três aspetos fundamentais:

- O aviso de um eventual estado perigoso;
- O comportamento da durabilidade da obra;
- O constrangimento psicológico a que são submetidos os utentes do edifício, por razões de medo ou simplesmente aborrecidos por terem de conviver com a anomalia;

Podemos encontrar fissuração provocada por variação de temperatura dos materiais ou elementos de construção, fissuras provocadas por variações do teor de humidade dos materiais de construção, fissuras provocadas pela atuação da sobrecarga.

Uma estrutura de betão, num ambiente, contendo cloretos, atingirá a quantidade necessária ao início da corrosão, primeiramente nas regiões fissuradas. Estas tornar-se-iam regiões anódicas, enquanto as regiões sem fissuras se tornariam catódicas. A velocidade de penetração dos cloretos dependerá da abertura da fissura e da qualidade do betão.

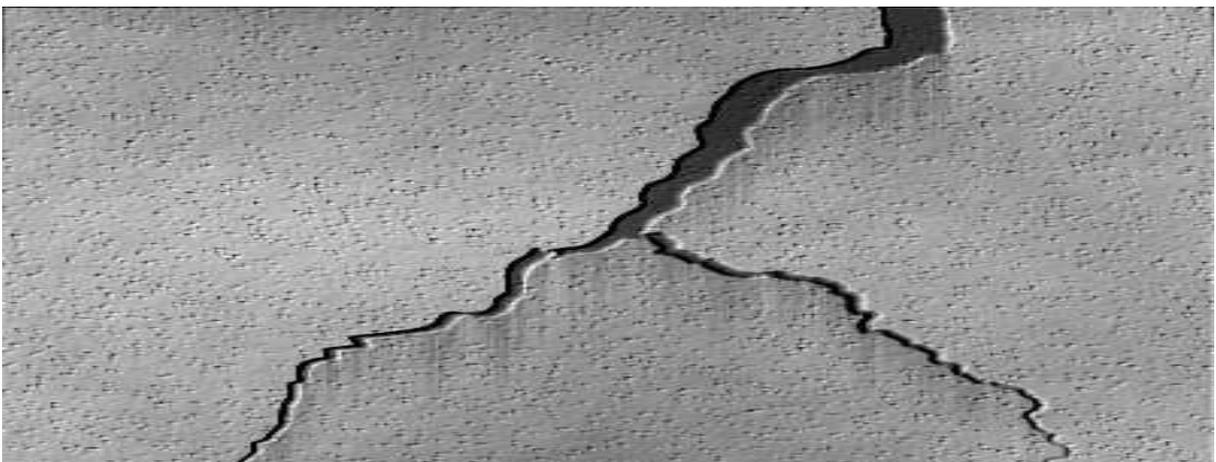


Figura 9 - Fissura [fonte: José Castro(2006)]

### 2.3.3.3 *Eflorescência*

Na ciência das edificações, o termo eflorescência significa a formação de depósitos salinos na superfície das alvenarias, betões ou argamassas, etc., como resultado da exposição a intempéries. O fenómeno, no entanto, pode ocorrer em qualquer elemento da edificação. Normalmente, ela é constituída como um dano, por alterar a aparência do elemento onde se deposita, assim como pode causar degradação profunda, no caso dos sais constituintes serem bastante agressivos. A alteração do aspeto visual pode ser exuberante, principalmente em casos onde se verifica contraste de cor entre o sal e a base sobre a qual se deposita, como por exemplo, a formação de eflorescência branca (Guerra Martins).

Quimicamente, a eflorescência é constituída principalmente por sais de materiais alcalinos (sódio e potássio) e alcalinos-terrosos (cálcio e magnésio) solúveis ou parcialmente solúveis em água. Pela ação da água da chuva ou da proveniente do solo, o elemento fica saturado e estes sais são dissolvidos. A solução migra para a superfície e, por evaporação resulta na formação de um depósito salino.

Segundo Guerra Martins, a eflorescência é causada por três fatores importantes: o teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes, a presença de água, e a pressão hidrostática para propiciar a migração da solução para a superfície.

É frequente a ocorrência de eflorescência em revestimentos de pedras ou cerâmicas porosas ou no rejuntamento de revestimentos pouco ou não porosos de pisos e paredes em contato com água da chuva, molhagem ou humidade. Este facto ocorre devido ao elevado teor de hidróxidos, notadamente de cálcio. A água, ao permear pelos revestimentos e/ou seus rejuntas e trincas, dissolve os hidróxidos do cimento, tornando-se alcalina. Ao encontrar condições de aflorar por percolação ou evaporação, ocorre a formação das eflorescências.

Geralmente estas eflorescências não implicam maiores problemas, a não ser pelo efeito estético. A ocorrência de eflorescências, na interface da pintura e substrato, pode atacar os componentes da tintas e provocar o seu descolamento.

Se o problema da eflorescência aparecer em alvenaria externa de edifícios recentes, a maneira mais fácil é deixar que esta desapareça por si mesma. Em primeiro lugar, porque as reações ainda não se encontram terminadas, por outro lado, sendo os sais solúveis em água, a eflorescência desaparece após um período mais ou menos prolongado, pela ação da chuva. A eliminação mais rápida é realizada por remoção dos sais depositados na superfície da alvenaria com uma escova de aço, seguida de lavagem com água abundante.

O fenómeno da eflorescência pode ser evitado, não utilizar materiais e componentes com elevado teor de sais solúveis, neutralização de determinados sais solúveis, sulfatos alcalino-terrosos, de cálcio, de magnésio, evitar infiltrações de humidades provenientes do terreno ou da chuva.



Figura 10 - Eflorescência [fonte: Marçal et al., 2008]

#### 2.3.3.4 Humidades

Os problemas de humidade que tanto afetam os edifícios, nas suas variadas formas de manifestação, constituem uma das ações mais graves e correntes nos nossos dias. Estes problemas originam condições de insalubridade significativas para os residentes, contribuindo também para uma ação de deterioração dos materiais. O conhecimento das formas de manifestação destas patologias é um dado importante para a elaboração de diagnósticos, que permitem identificar as respetivas causas no sentido de propor soluções para a sua reparação. No sentido de facilitar a exposição, mencionamos os vários tipos de manifestações da humidade: humidade de construção, humidade do solo, humidade devida a fenómenos de higroscopicidade, humidade de condensação, humidade de precipitação, humidade devido a causas fortuitas.

A maioria dos materiais empregues na construção de edifícios ou em ações de reparações necessita de água para a sua confeção, como por exemplo as argamassas e os betões, ou para a sua colocação, como é o caso dos tijolos na execução. As quantidades de água introduzidas por essa via são, numa forma geral, importantes e muitas vezes menosprezadas. A humidade de construção pode dar origem à ocorrência de anomalias generalizadas ou localizadas, devidas quer à evaporação da água existente, quer ao simples facto de os materiais terem um teor de água superior ao normal (Carmo 2000).

A humidade de construção é, por definição, um fenómeno limitado no tempo. As soluções de reparação a utilizar em casos deste tipo devem ser orientadas no sentido de criar condições ambientais que favoreçam a secagem das paredes, na tentativa de remover a água em excesso que ocorreu durante o processo construtivo. As reparações a efetuar nos elementos afetados pelas manifestações de humidade de construção, só devem ser executadas após se ter procedido à secagem completa das paredes e este objetivo pode ser alcançado através do reforço da ventilação dos ambientes, aumento da temperatura do ar, diminuição da humidade relativa do ar, etc.



Figura 11 - Humidade de uma laje.[fonte: Autor]

#### 2.3.4 Penetração de Íons Cloreto

De entre os estudos relacionados com a durabilidade das estruturas de betão armado, verifica-se que a corrosão das armaduras, provocada pela ação dos íons cloreto é um dos problemas mais sérios que pode ocorrer numa estrutura (ANDRADE, 1997; NEVILLE, 1997). Os íons cloreto podem penetrar no interior do betão, oriundos de diversas fontes, onde se pode destacar (HELENE, 1993; HUSSAIN et al., 1995):

- Emprego de aceleradores de pega que contêm  $\text{CaCl}_2$  (cloreto de cálcio);
- Contaminação dos materiais constituintes do concreto (água e agregados);
- Contaminação através da névoa salina (maresia);
- Contacto direto com a água do mar (estruturas marítimas);

A despassivação das armaduras ocorrem devido à grande quantidade de fatores que influenciam nos fenómenos de transporte e de absorção de cloretos no betão, como a

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar  
dosagem, a temperatura, a humidade relativa, o pH da solução dos poros, o teor de cloretos solúveis, a quantidade de C<sub>3</sub>A do cimento.



Figura 12 - Corrosão de armaduras por cloretos em estruturas de betão em zona marítima [fonte: HELENE 1988]

Como referencia, (HELENE, 1993) cita os limites de cloretos totais permitidos no betão por algumas Normas Internacionais, conforme consta na tabela 3.

| país                  | Norma     | Limite Máximo de Cloretos   |                  | Referente a (ao)    |
|-----------------------|-----------|---|------------------|---------------------|
|                       |           | Betão armado  | Betão protendido |                     |
| <b>Brasil</b>         | NBR 6118  | 0,05 %  | -                | Água de amassamento |
|                       | NBR 7197  | -   | 0,05%            |                     |
|                       | NBR 9062  | -   | 0,05%            |                     |
| <b>Espanha</b>        | EH - 88   | 0,40%   | -                | Cimento             |
|                       | EH - 80   | -   | 0,10%            |                     |
| <b>Estados Unidos</b> | ACI - 222 | 0,20%   | 0,08%            | Cimento             |
|                       | ACI - 201 | 0,20%   | 0,08%            |                     |
|                       | ACI - 318 | 0,30% ambiente normal<br>0,15% ambiente com cloreto<br>1,0% ambiente seco | 0,06%            |                     |
| <b>Europa</b>         | CEB       | 0,05%   | 0,025%           | Betão               |
|                       | CEB - FIP | 0,4%  | 0,20%            | Cimento             |
|                       | ENV 206   | 1,0% betão simples<br>0,40% betão armado                                  | 0,20%            |                     |

|              |           |                        |                        |       |
|--------------|-----------|------------------------|------------------------|-------|
| <b>Japão</b> | JSCE SP - | 0,60 kg/m <sup>3</sup> | 0,30 kg/m <sup>3</sup> | Betão |
|              | 2         |                        |                        |       |

Tabela 3 - Teor de limite máximo de íons cloreto no betão, [fonte: HELENE].

### 2.3.3.5 Fatores que Afetam a Penetração de Ions Cloreto

A durabilidade de uma estrutura depende fundamentalmente das características dos seus materiais constituintes e das condições ambientais onde a mesma estará inserida (REPETTE, 1997). A fim de se prever adequadamente a vida útil de uma estrutura de betão armado, devem-se conhecer quais são os parâmetros que influenciam efetivamente em tais fatores, onde os pontos mais relevantes em relação à penetração dos íons cloretos.

Tanto as características ambientais – traduzidas principalmente pela temperatura e pela humidade relativa – quanto as condições de exposição têm uma influência importante na vida útil das estruturas de betão armado atacadas por cloretos, conforme apresentado a seguir:

- **Temperatura** – Dentre as características ambientais que influenciam na penetração de cloretos no betão, a temperatura é um importante fator que deve ser levado em consideração. Tal facto explica a razão pela qual estruturas localizadas nas regiões quentes se deterioram mais rapidamente do que estruturas inseridas em regiões frias e temperadas (NEVILLE, 1997). Deve-se considerar ainda a ação física que ocorre nas estruturas devido à variação de temperatura. Segundo ASHOTON et al. (1982) e MASSLEHUDDIN et al. (1994), tais variações, juntamente com a presença de ventos e a ação da humidade do ambiente causam tensões térmicas e de retração, que podem gerar fissuras nos elementos estruturais, facilitando o ingresso de agentes agressivos no betão.  
Além de problemas com relação à durabilidade, MASLEHUDDIN et al. (1994) citam que as estruturas de betão armado, inseridas em ambientes que representam altas temperaturas, e que não foram curadas adequadamente, podem apresentar uma redução de resistência entre 30 a 40 %.
- **Humidade relativa** – A humidade relativa do ambiente pode ser relacionada diretamente com a quantidade de água presente no interior do betão, desde que o mesmo não esteja saturado (PEREPÉREZ et al., 1987). Essa água nos poros interfere no eletrólito, afetando diretamente a difusão de gases e íons no betão.

Uma relação aproximada entre o nível de humidade ambiental e o risco de corrosão.

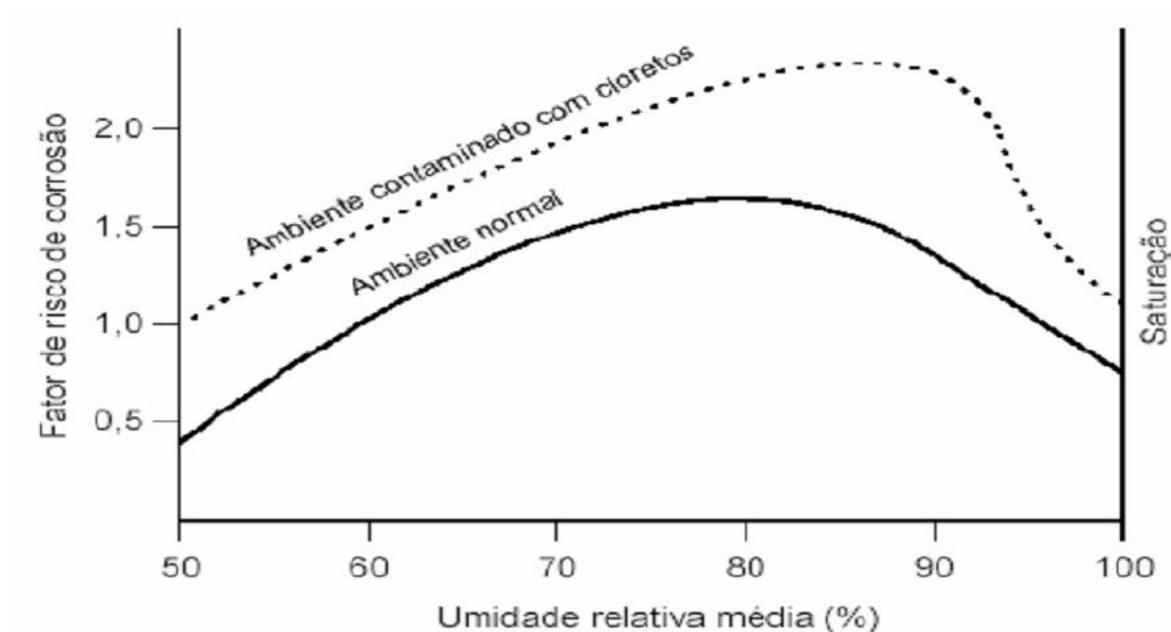


Figura 13 - Influência do teor de humidade sobre o risco de corrosão, considerando o betão de recobrimento [fonte: CEB, 1993]

O comportamento mostrado na figura 9, representa a influência da humidade na etapa de propagação da corrosão onde, nos poros saturados, o acesso de oxigénio é limitado e com baixos valores da humidade relativa aumenta a resistividade do betão, minimizando o risco de corrosão (ANDADRE, 1998). Contudo, na etapa de iniciação, quanto maior o teor de humidade ambiental, maior a quantidade de água presente no betão. Como o transporte de íons se dá em meio aquoso (por absorção capilar, por permeabilidade, por migração e por difusão), o aumento da quantidade de água no betão facilita a movimentação dos íons cloreto através do cobrimento até que os mesmos atinjam a armadura, despassivando-a.

- **Condições de exposição** – Os principais mecanismos de degradação associados aos diferentes níveis de exposição de uma estrutura inserida numa área salina estão mostrados na tabela 4.

| Área              | Características   | Tipos de deterioração           |
|-------------------|---|---------------------------------|
| Zona de atmosfera | O betão nunca esta diretamente em contacto com a água do mar, porém é atingido pela | • Corrosão da armadura induzida |

|                                   |  |  |
|-----------------------------------|--|--|
| <b>marinha (névoa salina)</b>     | névoa salina que vêm do oceano. O nível de cloretos pode cair à medida que as construções se afastam do mar, mas, em alguns casos, dependendo do tipo da costa e da direção preferencial dos ventos, a névoa salina pode penetrar até muitos quilómetros do litoral.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• por cloretos</li> <li>• Danos causados pelo efeito do frio</li> </ul>   |
| <b>Zona de respingo de marés</b>  | Localiza-se acima do nível da maré alta, estando sujeita a ação direta da água do mar, através da molhagem do betão pelas ondas. Essa área é uma das mais sujeitas à deterioração através da penetração de agentes agressivos pelo cobrimento do betão. O teor de humidade, juntamente com a de oxigénio, são fatores que contribuem para a deterioração das estruturas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão da armadura induzida por cloretos</li> <li>• Abrasão pela ação do impacto das ondas</li> <li>• Danos causados pelo efeito do frio</li> </ul>   |
| <b>Zona da variação das marés</b> | O betão está submetida à ação dos ciclos de molhagem/secagem, onde há uma combinação dos mecanismos de absorção e difusão de íons no betão, retendo uma grande quantidade de cloretos no interior do material. Além disso, existe o efeito físico do choque das ondas e partículas em suspensão, que podem causar lascamentos das camadas superficiais do material;      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosão das armaduras induzidas por cloretos</li> <li>• Abrasão pela ação das ondas, gelo ou outros objetos</li> <li>• Ataque biológico causado por microrganismos</li> <li>• Ataque químico ao betão</li> </ul> |
| <b>Zona submersa</b>              | O processo de difusão de cloretos é o único mecanismo de transporte atuante. Contudo, o concreto pode estar sujeitas à ação de ataques químicos, principalmente por íons magnésio ou sulfato   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ataque químico ao betão</li> <li>• Ataque biológico causado por microrganismos</li> </ul>   |

Tabela 4 - Correspondência entre a localização da estrutura de betão e o tipo de deterioração [fonte: MEHTA, 1980; CEB,1992; BARBUDO, 1992; HELENE, 1993]

- **Concentração superficial de cloretos** – A concentração de cloretos na superfície de um elemento de betão armado é extremamente dependente de parâmetros relacionados ao betão – tipo e quantidade de cimento, presença de adições, relação a/c, entre outros – e ao meio ambiente – concentração ambiental de cloretos, ciclos de molhagem/secagem, direção preferencial dos ventos, topografia local, entre outros (HELENE, 1993). Em uma atmosfera marinha, os cloretos são carregados pelo vento e depositados por impacto na superfície dos elementos estruturais. NEVILLE (1995) cita que, dependendo da direção preferencial dos ventos, os íons cloreto podem penetrar vários quilómetros para o interior do continente.

## Capítulo 3: Técnicas de Proteção e Reparação

---

### 3.1 Escolha de Método de Intervenção

De acordo com a parte 9 da norma EN 1504, existem vários métodos possíveis de proteção ou reparação a adotar para uma estrutura de betão, de acordo com os objetivos que se pretendam alcançar com a intervenção. A escolha do método de reparação é, de acordo com a norma, a parte mais importante do processo:

São assim especificadas as opções das bases a considerar:

- Não fazer nada durante um determinado tempo;
- Reanálise da capacidade em eventual aceitação da menor capacidade resistente e modificação da utilização da estrutura;
- Prevenção ou redução de deterioração futura, sem melhoria da resistência da estrutura de betão;
- Melhoria, reforço ou reabilitação total ou parcial da estrutura de betão;
- Reconstrução total ou parcial da estrutura de betão;
- Demolição total ou parcial da estrutura de betão.

Desta forma é possível delinear uma estratégia de intervenção. Um outro aspeto importante que a norma acrescenta é a especificação dos fatores a considerar na escolha do método de reparação, de modo a salvaguardar eventuais situações indesejáveis. Os fatores a considerar são os seguintes:

- O uso e o tempo de vida útil desejado para a estrutura;
- Os requisitos para um comportamento desejável da estrutura;
- O desempenho esperado no longo prazo da intervenção;
- A possibilidade de se realizar uma proteção ou reparação adicionais com o método adotado;
- O número e os custos aceitáveis dos ciclos de reparação da estrutura durante o seu período de vida útil;
- O custo e a visibilidade de métodos alternativos de proteção ou reparação, incluindo custos futuros de manutenção e acesso;

- Propriedades e métodos possíveis para a preparação da estrutura para a intervenção;
- A estética da intervenção;
- Considerações de higiene e segurança, não só durante a intervenção, mas no longo prazo para utilizadores da estrutura. A escolha de soluções para a intervenção, optando por aquelas que representem um risco de segurança mais reduzido durante a obra ou a opção por materiais menos tóxicos, são exemplos efetivamente condicionados por estes aspetos;
- Considerações estruturais relacionadas com a segurança da intervenção, a utilização da estrutura e o risco de alteração do seu comportamento estrutural;
- Possibilidade de proteger a estrutura de ambientes agressivos;

Por fim, especifica-se na norma que a intervenção adotada deverá estar de acordo com os seguintes requisitos:

- Ser apropriada para o tipo, causa ou combinações de causas e extensão dos defeitos;
- Ser apropriada para as condições de utilização futuras;
- Ser apropriada à opção de proteção ou reparação adotadas;
- Estar de acordo com os princípios presentes na parte 9 da norma EN1504;
- Recorrer à utilização de sistemas e produtos que estejam de acordo com as especificações da norma EN 1504 ou qualquer outra norma relevante;

Desta forma se percebe que a escolha do método mais adequado não pode ser tomada unicamente com base em técnicos: há que considerar aspetos de ordem económica, ambiental e social.

São estas as considerações a ter em conta no início do processo de escolha, dimensionamento e especificação da intervenção. Naturalmente, tratam-se de orientações gerais mas que servem para estabelecer uma linha de pensamento, que pretende definir de forma integrada todo o processo de intervenção.

## 3.2 Procedimentos na Preparação dos Trabalhos

Para se obter uma boa preparação há que atender aos procedimentos de preparo e limpeza da superfície do suporte. Alguns autores consideram-nos responsáveis por mais de 50%, ou mais, do sucesso de uma reparação ou reforço (Helene, 1998 pág.85)

Sendo assim, considera-se que um preparo e limpeza inadequados podem comprometer plenamente um reparo, por melhor e mais adequados que sejam os produtos e os sistemas a empregar.

A norma EN 1504, parte 10, estabelece requisitos para os trabalhos de preparação relacionados com os métodos de reparação e proteção, envolvendo a preparação do substrato (betão e as armaduras).

### 3.2.1 Preparação do Substrato

A preparação do substrato é compreendida como um conjunto de ações a serem desenvolvidas antes da limpeza superficial e da aplicação propriamente dita dos produtos e sistemas de proteção e reparação, i.e., tratamentos prévios da superfície dos elementos estruturais.

De acordo com a norma EN1504, a preparação do substrato neste caso (betão armado) deve estar em conformidade com as condições requeridas ao substrato e ao estado estrutural da estrutura, de modo a que os produtos e sistemas sejam adequadamente aplicados e que a mesma seja efetuada de tal forma que esses produtos produzam efeitos conforme esta norma (EN 1504 – 10) ou com as outras partes que a constituem.

Os requisitos para a preparação estão relacionados com os métodos de reparação e proteção que se veem na tabela 5.

| Procedimento                  | Procedimento mais adequados |            |                    |            |
|-------------------------------|-----------------------------|------------|--------------------|------------|
|                               | Betão com superfície        |            | Aço com superfície |            |
|                               | Seca                        | Húmida     | Seca               | Húmida     |
| <b>Escarificação manual</b>   | adequado                    | adequado   | inadequado         | inadequado |
| <b>Disco de desgaste</b>      | Aceitável                   | adequado   | Aceitável          | Aceitável  |
| <b>Escarificação mecânica</b> | adequado                    | adequado   | inadequado         | inadequado |
| <b>Demolição</b>              | adequado                    | Aceitável  | inadequado         | inadequado |
| <b>Lixamento manual</b>       | inadequado                  | adequado   | adequado           | Aceitável  |
| <b>Lixamento elétrico</b>     | adequado                    | inadequado | adequado           | Aceitável  |
| <b>Escovamento manual</b>     | adequado                    | Aceitável  | adequado           | Aceitável  |

|  |            |            |            |            |
|--|------------|------------|------------|------------|
| <b>Pistola de agulha</b>                   | inadequado | adequado   | adequado   | adequado   |
| <b>Jato de areia seca ou húmida</b>        | adequado   | inadequado | adequado   | Aceitável  |
| <b>Disco de corte</b>                      | Aceitável  | inadequado | adequado   | adequado   |
| <b>Queima controlada</b>                   | adequado   | adequado   | inadequado | inadequado |
| <b>Remoção de óleo e graxa impregnados</b> | inadequado | inadequado | inadequado | adequado   |
| <b>Maquina de desgaste superficial</b>     | Aceitável  | adequado   | inadequado | inadequado |

Tabela 5 - Procedimentos de reparo do substrato

### 3.2.2.1 *Preparação do Betão*

De acordo com a norma EN 1504 – 10, o betão enfraquecido, danificado e deteriorado e, quando necessário, o betão sã, deve ser removido de acordo com o princípio e método escolhido de entre os da norma EN1504 – 9.

O betão microfissurado ou delaminado, mesmo quando provocado pelas técnicas de limpeza, desgaste ou remoção, que reduzam a ligação com a integridade estrutural, deve ser subsequentemente removido ou consolidado. A superfície acabada deve ser visualmente inspecionada e ensaiada batendo com um martelo para detetar a sua descontinuidade.

### 3.2.2.2 *Limpeza*

A limpeza do betão deve ser efetuada instantes antes da aplicação dos produtos e sistemas de proteção e reparação.

De acordo com os métodos escolhidos, os seguintes requisitos devem ser satisfeitos:

- i. o substrato deve estar livre de pó, material desligado, superfície contaminada e materiais que reduzem a colagem ou evitem a sucção ou a molhagem pelos materiais de reparação.
- ii. A menos que a limpeza seja executada imediatamente antes da aplicação dos materiais de proteção e reparação, o substrato limpo deve ser protegido de anterior contaminação.

| <b>Procedimento</b>                           | <b>Procedimento mais adequado</b> |            |
|---|-----------------------------------|------------|
|   | Aço com superfície                |            |
|   | Seca                              | Húmida     |
| <b>Jato de agua fria</b>                      | Inadequado                        | Adequado   |
| <b>Jato de agua quente</b>                    | Inadequado                        | Adequado   |
| <b>Vapor</b>                                  | Inadequado                        | Adequado   |
| <b>Soluções acidas</b>                        | Inadequado                        |            |
| <b>Soluções alcalinas</b>                     | Inadequado                        | Adequado   |
| <b>Remoção de óleos e graxas superficiais</b> | Inadequado                        | Inadequado |
| <b>Jato de ar comprimido</b>                  | Adequado                          | Aceitável  |
| <b>Solventes voláteis</b>                     | Adequado                          | Adequado   |
| <b>Saturação com agua</b>                     | Inadequado                        | Inadequado |
| <b>Aspiração a vácuo</b>                      | Adequado                          | Inadequado |

Tabela 6 - Procedimento de limpeza

É de salientar que após a limpeza do betão, este pode conter ainda pó e material fino deixado no substrato. Porém, mesmo que seja um material fraco, é importante removê-lo antes que a presa desta ocorra na superfície rugosa do substrato.

Para tal, os seguintes métodos ajudam na remoção dos mesmos:

- jato de ar comprimido;
- limpeza a vácuo;
- decapagem por jato de água com baixa pressão (figura 14). A norma recomenda a máxima de 18MPa.



Figura 14 - Decapagem por jato de água com baixa pressão[fonte: Simas 2007]

### 3.2.2.3 Remoção do Betão

Qualquer que seja o tipo de intervenção de remoção, deve haver uma sequência completa de atividades necessárias a desenvolver.

As atividades de remoção requerem responsabilidades. Por vezes algumas delas podem ameaçar a própria estabilidade da estrutura e outras vezes pode apressar a sua degradação. Daí, é de extrema importância que o pessoal técnico seja especializado, supervisionado por um engenheiro e os equipamentos devem ser os mais adequados possíveis e sempre que necessário deve haver escoramentos de apoio à estrutura em causa (figura 15).



Figura 15 - Limpeza do betão.[fonte: Simas 2007]

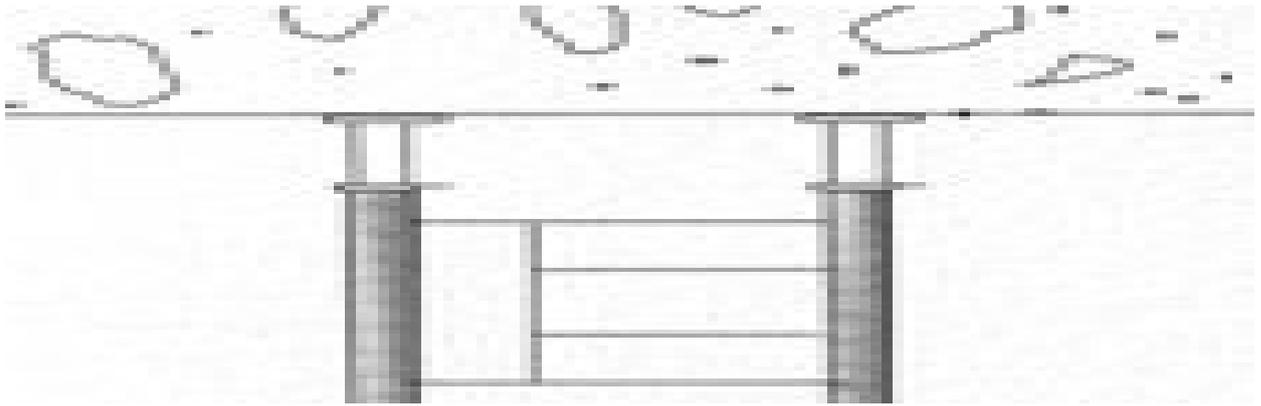


Figura 16 - Técnica de instalação de suportes provisórios [Fonte: Simas, 2007]

Neste intuito, primordial é a segurança da estrutura e a economia, a norma EN 1504 – 10 especifica alguns cuidados a ter:

- i. a extensão da remoção deve ser apropriada ao princípio e ao método escolhidos, entre os da EN 1504 – 9;
- ii. a remoção deve ser a mínima possível;
- iii. a remoção não deve reduzir a integridade estrutural para além da capacidade da estrutura desempenhar a sua função. Podem ser necessários suportes temporários;
- iv. a profundidade da carbonatação e os perfis encontrados no betão devem ser estabelecidos e tomados em consideração;

A norma realça ainda que:

- depois da remoção do betão os bordos do mesmo devem ser cortados de modo a fazer um ângulo mínimo de  $90^\circ$  e máximo de  $135^\circ$  como mostra a figura 17.
- caso houver corrosão de armadura na zona do betão danificado, a área à volta da armadura e a distância mínima entre a armadura e o substrato remanescente deverá ser pelo menos de 15mm ou a máxima dimensão do agregado;
- no caso de contaminação por cloretos deverá ser removido à volta de toda a armadura num mínimo de 20mm;

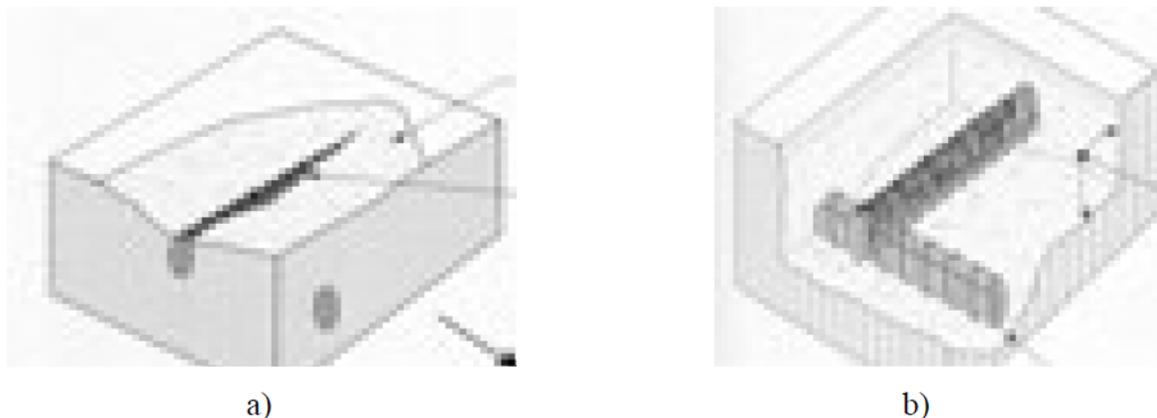


Figura 17 – Procedimento de reparo a) após a remoção do betão b) perímetro de reparo com ângulo +/- de 90°. [Fonte: Simas, 2007]

Nesta perspetiva, após a limpeza do betão, esta deve garantir uma boa ligação entre o material original e o produto de reparação. Essa ligação é garantida pela criação da rugosidade da superfície. Em casos especiais quando o material de reparar é o betão, pode ser necessária a aplicação de uma camada preparatória, com cerca de 10 cm de espessura, um betão mais rico em cimento e de granulometria mais fina ou ainda recorrer a processos por pintura da superfície (resinas epóxicas) que melhorem a adesão entre betões (Aguiar e tal, 2001).

### 3.2.2 Preparação do Aço

A preparação das armaduras deve satisfazer as condições requeridas de acordo com os princípios e métodos escolhidos na norma EN 1504 – 9, e com o desempenho estrutural adquirido.

Qualquer que fosse a extensão da limpeza, revestimento, remoção ou substituição deve ser especificada, contribuindo deste modo para a prevenção da corrosão e ligação especificada entre os produtos e sistemas de reparação e as armaduras.

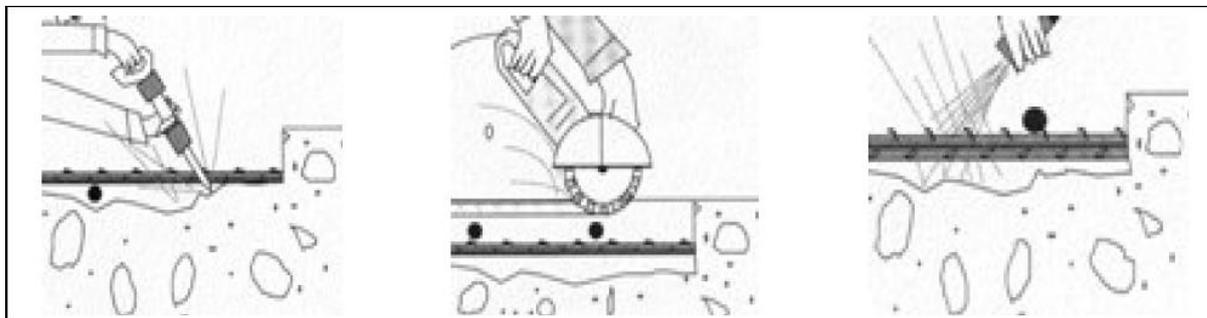


Figura 18 – Procedimento de preparação do aço [Fonte: Simas, 2001]

### 3.2.2.1 *Limpeza do Aço*

Alguns métodos a serem utilizados requerem a limpeza do aço. Para tal devem ser satisfeitos os seguintes requisitos da norma EN 1504 – 10, (2006):

- i. remover a ferrugem ou qualquer outro material que possa diminuir a aderência na colagem ou que contribua para a corrosão;
- ii. toda a superfície à volta da armadura deve ser bem limpa, exceto quando as considerações estruturais não o permitam;
- iii. após a limpeza do substrato, este deve ficar protegido de contaminação até a aplicação dos produtos e sistemas de proteção;
- iv. as armaduras devem ser limpas para que não danifiquem ou contaminem o betão e o meio ambiente;
- v. sempre que as armaduras se encontram contaminadas com cloretos ou outros agentes que podem gerar corrosões, estes devem ser retirados com jato de água (a pressão não deve exceder 18 MPa).



Figura 19 - Limpeza de armadura com jacto de água[fonte: Simas 2001]

Os procedimentos de limpeza variam consoante a superfície a limpar, desde os manuais (pequenas áreas), aos mecânicos (grandes áreas).

| <b>Procedimento</b>                           | <b>Procedimento mais adequado</b> |            |
|---|-----------------------------------|------------|
|   | Aço com superfície                |            |
|   | Seca                              | Húmida     |
| <b>Jato de agua fria</b>                      | Inadequado                        | Aceitável  |
| <b>Jato de agua quente</b>                    | Inadequado                        | Aceitável  |
| <b>Vapor</b>                                  | Inadequado                        | Aceitável  |
| <b>Soluções acidas</b>                        | Inadequado                        | Inadequado |
| <b>Soluções alcalinas</b>                     | Inadequado                        | Adequado   |
| <b>Remoção de óleos e graxas superficiais</b> | Adequado                          | Adequado   |
| <b>Jato de ar comprimido</b>                  | Adequado                          | Aceitável  |
| <b>Solventes voláteis</b>                     | Inadequado                        | Aceitável  |
| <b>Saturação com agua</b>                     | Adequado                          | Inadequado |
| <b>Aspiração a vácuo</b>                      | Aceitável                         | Aceitável  |

Tabela 7 - Procedimento de limpeza do aço

### 3.3 Técnicas de Proteção e Reparação

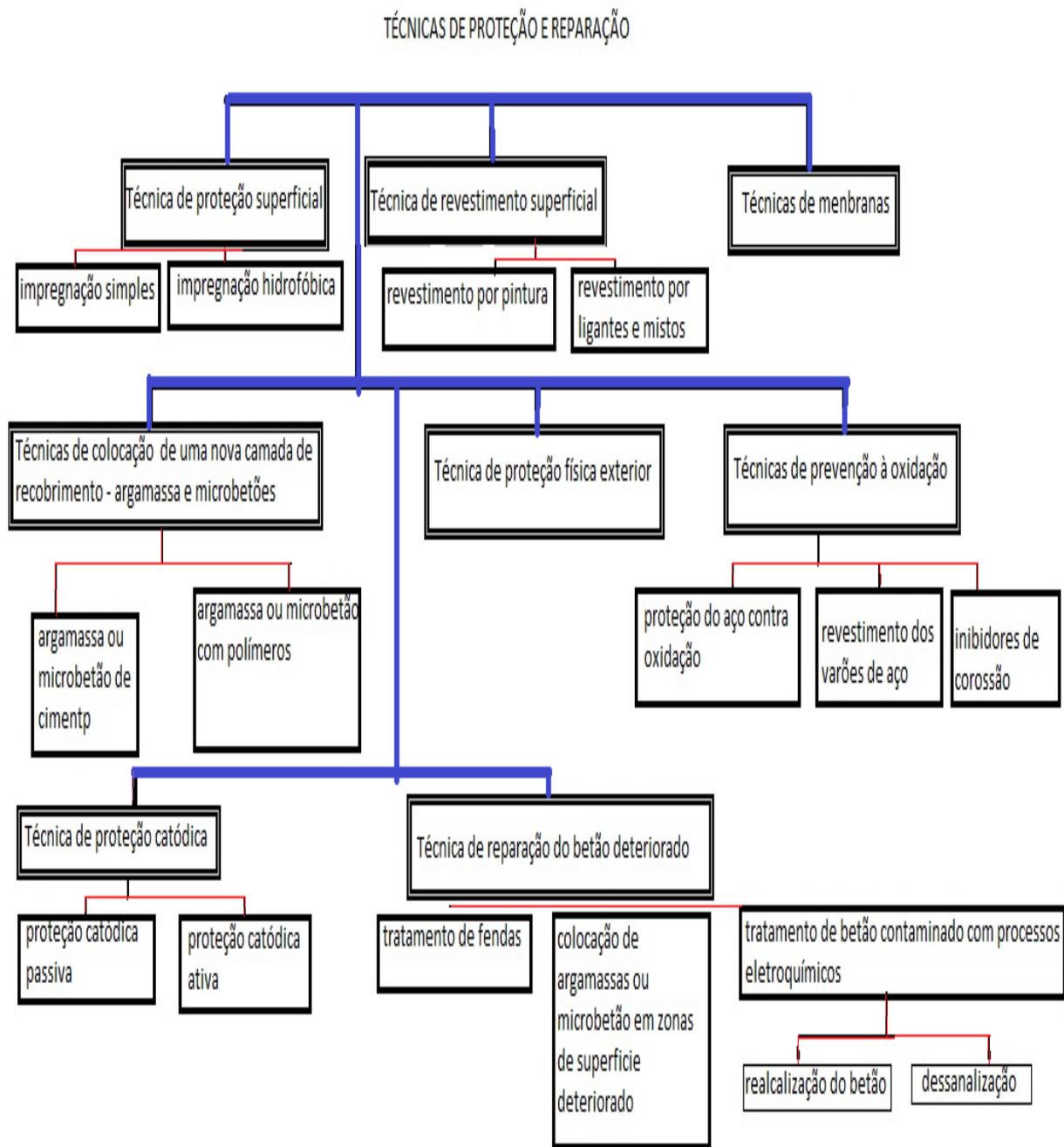


Figura 20 - Cronograma de técnicas de proteção e reparação segundo a norma EN 1504

### 3.3.1 Técnicas de Proteção Superficial

Uma das primeiras preocupações a ter em conta é a escolha dos métodos de proteção e reparação de estruturas de betão, de acordo com o princípio que se adote para a intervenção. Alguns métodos baseiam-se em técnicas idênticas; por exemplo, a técnica de impregnação é utilizada para controlar a penetração de agentes agressivos, o teor de humidade no betão, melhorar a resistência física e química das estruturas e aumentar a resistividade do betão. Por esta razão, estudam-se as técnicas correntes de proteção e a reparação de estruturas, relacionando-as com os métodos em que intervêm, tal como são referidas na norma EN 1504.

As técnicas serão descritas e serão referidos alguns dos produtos que nelas intervêm e estão disponíveis no mercado Europeu.

#### 3.3.1.1 Técnicas de Impregnação

##### 3.3.1.1.1 Impregnação Simples

A impregnação simples tem como objetivo reduzir a porosidade superficial e reforçar a superfície, preenchendo parcial ou completamente os poros. Os materiais mais comuns utilizados são resinas sintéticas, tais como as tintas acrílicas ou as epoxys de baixa viscosidade, que endurecem por reação química no interior dos poros e capilares, bloqueando-os. Também existem compostos à base de silicatos que reagem com o betão formando cristais que depositam no interior dos poros.

Através do bloqueamento dos poros dificulta-se a passagem de vapor e gases. É importante especificar uma permeabilidade mínima de vapor de água que exista no interior do betão para que possa daí sair, pois, caso contrário, este irá aumentar, comprometendo a durabilidade do revestimento acumulado junto da superfície. Esta permeabilidade mínima a gases implica que a oxidação do betão pode continuar a acontecer, ainda que lentamente.

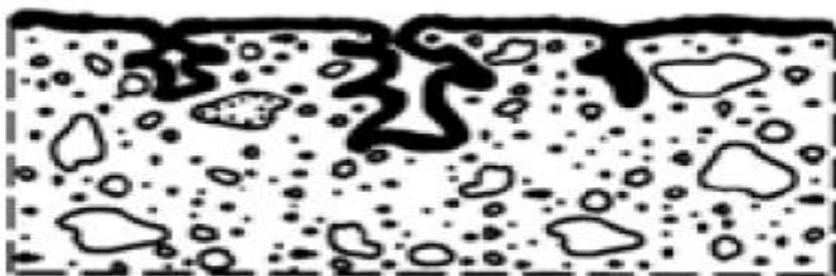


Figura 21 - Impregnação simples [fonte: EN 1504 - 2]

### 3.3.1.1.2 Impregnação Hidrofóbica

No caso da impregnação hidrofóbica, o tratamento cria uma superfície repelente à água, impedindo-a de ser absorvida por capilaridade. Neste caso os poros não são preenchidos, mantendo-se totalmente disponíveis para transporte de gases. Os componentes ativos mais correntes nesta utilização são os silanos e os siloxanos, que reagem com os produtos de hidratação do cimento, originando compostos de natureza hidrófoba. No entanto, a impregnação hidrofóbica não é totalmente impermeável, uma vez que a água sobre pressão será na mesma absorvida. Recomenda-se que esta técnica seja utilizada como primário de outros tipos de revestimento porque a diminuição da quantidade de água nos poros do betão, aliada à livre passagem de gases (que acontece se apenas houver impregnação), aumenta a velocidade de oxidação da estrutura, comprometendo a sua durabilidade.

No que toca aos componentes ativos correntes, os silanos são produtos do tipo silicone de baixo peso molecular, que por isso penetram e cobrem facilmente o interior dos poros. Depois de aplicados reagem lentamente com a humidade do ar, libertando álcoois e formando uma rede polimérica mais complexa de silicone, que impede a entrada de água em estado líquido a baixas pressões. Por seu turno, os siloxanos têm, por um lado, um peso molecular mais elevado, logo menor capacidade de impregnação e, por outro lado, são significativamente mais baratos.

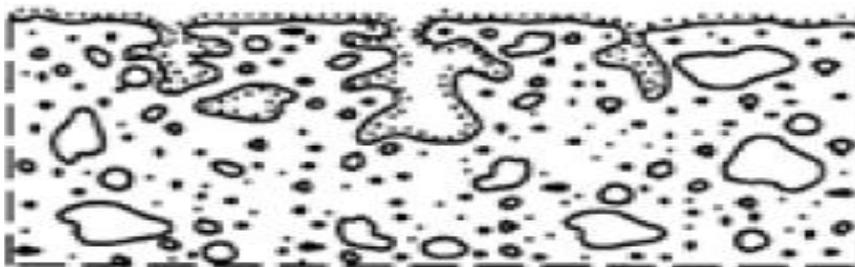


Figura 22 - Impregnação hidrofóbica [fonte: EN 1504 - 2]

| <b>Técnicas</b>                | <b>Métodos</b>                                   | <b>Mecanismo de atuação</b>  |
|--------------------------------|--|--|
| <b>Impregnação simples</b>     | Proteção contra o ingresso de agentes agressivos | Diminui a permeabilidade do betão uma vez que os poros são bloqueados. Desta forma limita-se a penetração de água, químicos e outros contaminantes   |
| <b>Impregnação hidrofóbica</b> | Controlo da humidade                             | Origina uma superfície que repele a água, permitindo o controlo e ajuste do teor de humidade para uma gama especificada  |
| <b>Impregnação simples</b>     | Resistência física                               | Aumenta-se a resistência do elemento a ações físicas pois o bloqueamento dos poros aumenta a consistência e resistência superficial  |
| <b>Impregnação simples</b>     | Resistência ao ataque químico                    | Por um lado, a utilização de determinados polímeros, como as resinas epoxy, aumenta a resistência ao ataque químico; por outro lado, a diminuição da permeabilidade diminui a capacidade de penetração dos contaminantes |
| <b>Impregnação hidrofóbica</b> | Aumenta da resistividade do betão                | Permite controlar a humidade do betão  |

Tabela 8 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação

### 3.3.1.1.3 Alguns materiais a utilizar

Alguns dos materiais aqui mencionados estão disponíveis no mercado nacional, mas em larga maioria no mercado internacional, para a realização de proteção superficial do betão por impregnação, são eles:

- SIKA – sikagard 700 S – impregnação hidrofóbica à base de silicone, resistente aos álcalis. Este produto atua como proteção antigelo, evita a infiltração de água e é resistente quimicamente. Recomenda-se a utilização como primário sob pinturas.
- BASF – Silconal – impregnação hidrofóbica, constituída por uma dispersão de resinas modificadas. Trata-se de um produto utilizável em paredes exteriores, com elevada capacidade de penetração, resistente aos alcalis. Evita a penetração de água e gases agressivos do ar.
- BASF – Masterseal 303 – impregnação hidrofóbica à base de alcoxisiliano de alquilo, que penetra na superfície e repele a água e os componentes agressivos nela

misturados, como os cloretos e poluição. Reduz o aparecimento de fluorescências, fungos, etc.

- BASF – Elastoprimer – impregnação simples à base de poliuretano ou silano, indicado para a impregnação de juntas. Este produto tem grande poder de penetração, promove o endurecimento dos bordos da junta e melhora a aderência sobre suportes difíceis.
- TECNOCRETE – Impermeabilizante WP-55, tipo CLS – impregnação hidrofóbica baseada em siloxanos complexos (partículas mais finas que as emulsões normais de silicone, capazes de penetrar em qualquer tipo de material poroso). Este produto reage à superfície, formando uma ligação química muito forte, com grande durabilidade e não sujeita a difusão espontânea. Garante a redução ou a eliminação de sujidade acumulada na superfície.

### 3.3.1.2 *Técnicas de Revestimento Superficial*

Os revestimentos da superfície são técnicas que garantem a proteção do elemento com uma camada contínua colocada sobre a superfície. Distinguem-se dois tipos de revestimentos superficiais: revestimento por pintura e revestimento com ligantes minerais e mistos. A aplicação de revestimentos permite reduzir a porosidade e a permeabilidade do elemento.

É de realçar os cuidados a ter na aplicação de revestimentos, consistindo na limpeza preliminar da superfície, garantindo uma boa aderência.

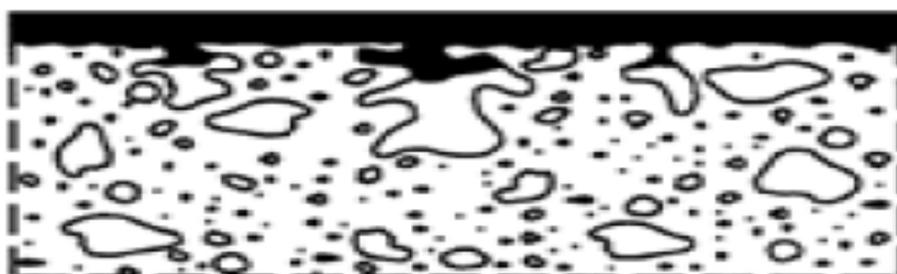


Figura 23 - Revestimento Superficial [fonte: EN 1504 - 2]

#### *3.3.1.2.1 Revestimento por Pintura*

O revestimento por pintura consiste na aplicação de uma ou várias demãos de tinta ou verniz. A camada final terá tipicamente uma espessura entre 0.1 e 1.0 mm. A maior parte das tintas são constituídas por ligantes, solventes, pigmentos (os vernizes não possuem pigmentos), diluentes, cargas e aditivos. A durabilidade e o grau de proteção do revestimento depende do ligante adotado, uma vez que, após a aplicação, dá-se a evaporação dos solventes e diluentes, resultando uma camada seca, constituída pelo ligante incorporando os aditivos e os pigmentos. Os ligantes mais correntes são os poliuretanos, borracha clorada, acrílicos, vinílicos, epoxídicos, betuminosos, à base de cimento, etc.

Quando se pretende controlar a oxidação do betão, as tintas acrílicas são as mais eficazes, pois limitam o acesso de dióxido de carbono e de oxigénio ao interior da estrutura. Caso se pretenda limitar o acesso de cloretos, as tintas epoxídicas, de poliuretano ou borracha são as adequadas por serem pouco permeáveis e bastante resistentes.

#### *3.3.1.2.2 Revestimento de Ligantes e mistos*

Os revestimentos de ligantes e minerais mistos têm na sua constituição uma elevada carga de inertes e, eventualmente, polímeros (razão pela qual podem ser denominados de mistos). O ligante mineral mais utilizado é o cimento, mas também se pode recorrer a ligantes aéreos como cal hidratada. A utilização de uma mistura de ambos garante um bom resultado, pois o cimento fornece uma boa resistência e uma baixa permeabilidade e a cal diminui a retração, melhora a trabalhabilidade e aumenta a aderência do revestimento. A utilização de polímeros, como a resina epoxy, aumenta a impermeabilidade da solução e melhora a resistência da estrutura a ataques químicos.

Nos casos em que o elemento se encontra deteriorado, nomeadamente, com bastante fendilhação, a adoção de revestimentos com capacidade de selar e cobrir as fendas representa uma grande vantagem, uma vez que se evita o trabalho prévio de selar todas as fendas.

Existem produtos intermédios entre os revestimentos superficiais e as impregnações, denominados selantes, que penetram nos poros do betão e ao mesmo tempo formam uma fina camada à superfície. Os selantes são feitos à base de resinas sintéticas (epoxídicas, poliuretanos ou acrílicas) e têm boas características de aderência ao betão.

| <b>Método</b>   | <b>Técnica</b>           | <b>Mecanismo de atuação</b>   |
|---|--------------------------|---|
| <b>Proteção contra ingresso de agentes agressivos</b> | Revestimento superficial | Revestimento por pintura, com menor porosidade que o elemento, limitam ou previnem a penetração de agentes agressivos |
| <b>Controlo de humidade</b>                           | Revestimento superficial | Permite limitar bastante a admissão de humidade por parte do elemento, uma vez que a sua permeabilidade é reduzida    |
| <b>Resistência ao ataque químico</b>                  | Revestimento mistos      | Tem uma boa resistência química servindo de escudo à ação de contaminantes químicos                                   |
| <b>Aumento da resistividade do betão</b>              | Revestimento superficial | Permite controlar a humidade no betão   |

Tabela 9 - Técnica, método e mecanismo de atuação de revestimento

### 3.3.1.2.3 Alguns materiais a Utilizar

- SIKA – Sikagard 680/681 – tinta composta por resinas acrílicas, com elevada resistência aos agentes agressivos, alcalis e envelhecimento. Esta tinta protege o betão da penetração de gases da atmosfera, em particular do dióxido de carbono e de sais. A deposição de sujidades é fortemente reduzida.
- SIKA – Sikagard 720 Epocem – barramento fino à espátula, com ligante de cimento melhorado com epoxy. Confere proteção contra infiltrações de agentes agressivos e tem uma boa resistência química.
- SIKA – Sikagard 255 – material à base de resina epoxy, funciona como camada resistente à agressividade química (boa resistência aos ácidos). Se misturado com fibra de vidro, forma uma membrana com capacidade de cobrir fissuras.
- BASF – Masterseal F1131/F1130 – revestimento elastómero à base de polímeros 100% acrílicos, que proporcionam uma proteção contra a carbonatação e cobre fissuras até 0.3mm. Apresenta uma boa durabilidade, resiste a meios alcalinos e aos raios UV.
- TECNOCRETE – IMLAR CPC – revestimento incolor do tipo verniz que não altera a aparência da estrutura, composto por uma emulsão acrílica pura. Protege contra água, gelo, carbonatação, bolores, microrganismos e sujidades.

### 3.3.1.3 Técnicas de Membranas

As membranas são um tipo muito específico de revestimento superficial, caracterizado por serem totalmente impermeáveis e bastante flexíveis. Algumas membranas são também impermeáveis a gases. Com este tipo de proteção evita-se a penetração de contaminantes como água, cloretos, dióxido de carbono e outros gases, alguns agentes químicos, etc.

As membranas são materiais de base polimérica, betuminosa ou de cimento, que podem ser pré-fabricadas. As membranas pré-fabricadas mais correntes são as de asfalto, polietileno, PVC e neoprene. No caso de sistemas aplicados *in situ*, os mais habituais são o asfalto aplicado com aquecimento ou as membranas líquidas prontas a aplicar.

Recorre-se à utilização de membranas em condições de serviço consideradas agressivas, nomeadamente, em casos de pressão hidrostática ou em que o meio é quimicamente agressivo. Uma característica importante que as membranas devem garantir é a capacidade de acompanhar os movimentos de contração/dilatação do betão, cobrindo as fendas ativas. Esta capacidade tem função de:

- Capacidade elástica de extensão;
- Espessura de membrana;
- Amarração da membrana na zona da fenda.

Na norma EN 1504 não existem indicações dos cuidados a ter com a preparação da superfície ou com os trabalhos de aplicação de membranas. No entanto, é necessário considerar que, ao serem totalmente impermeáveis, se existir humidade no interior do betão, esta, ao evaporar, vai prejudicar as membranas por acumulação e provoca formação de bolhas. Por esta razão, só devem ser aplicadas a elementos secos ou então deve ser deixadas faixas sem membrana para libertação da humidade.

| <b>Método</b>   | <b>Técnica</b> | <b>Mecanismo de atuação</b>  |
|---|----------------|--|
| <b>Proteção contra agentes agressivos</b>               | membranas      | Fendas localmente tapadas – nos casos em que o elemento se encontra um pouco fendilhada, com apenas uma fenda dominante, pode-se recorrer à utilização de membrana a cobrir, desde que esta tenha capacidade de deformação suficiente para acompanhar eventuais movimentos das fendas. |
| <b>Resistência ao ataque químico</b>                    | membranas      | Determinadas membranas são produzidas garantindo resistência ao ataque químico   |
| <b>Proteção contra o ingresso de agentes agressivos</b> | membranas      | As membranas, por serem sistemas totalmente impermeáveis e com capacidade de cobrir e acompanhar a abertura de fendas, são bastante eficazes a evitar a penetração de agentes agressivos   |

Tabela 10 - Técnicas, método e mecanismo de atuação de membranas

#### 3.3.1.3.1 Alguns materiais a Utilizar

- SIKA – Sikalastic 450 – membrana à base de poliuretano especial, para revestimentos elásticos e impermeáveis com capacidade de cobrir fendas. Após secagem, forma uma película muito elástica.
- SIKA – Igolastic – membrana líquida impermeável, constituída por borracha butílica, que origina um filme flexível, resistente à água em estado líquido ou gasoso.
- BASF – Gummiflex – emulsão betuminosa melhorada com resinas sintéticas, impermeável e resistente a alguns agentes químicos.
- TECNOCRETE – Tecnoriv EP 600 – tinta epoxy com uma boa resistência à penetração de água, óleo, soluções salinas e ácidos diluídos. Boa para utilização em reservatórios de água potável.
- TECNOCRETE – TECNOSEAL FLEX 2000 – argamassa flexível impermeável, com capacidade de proteger estruturas fendilhadas. Pode ser utilizada em casos de ambiente químico agressivo. Também funciona como proteção contra a carbonatação do betão.

### 3.3.2 Técnicas de colocação de uma nova camada de recobrimento – Argamassa e Microbetões

A colocação de novas camadas de recobrimento proporciona a proteção das estruturas de betão. O recobrimento é constituído por camadas de argamassa aplicadas sobre superfícies tratadas. A espessura das camadas pode ir de 5 mm a muito espessas (mais de 60 mm). Para camadas com espessuras superiores a 60 mm, recomenda-se a utilização de agregados de pequena dimensão juntamente com a argamassa, ou seja, microbetão, controlar a fendilhação devido aos fenómenos de retração (utilização de menor quantidade de ligante). O recobrimento pode ser armado com malha de aço ou de fibra, nos casos em que as ações que nele irão atuar o justifiquem.

#### 3.3.2.1 *Argamassa ou Microbetão de cimento*

A argamassa de recobrimento pode ser à base de cimento Portland nos casos em que se pretende reparar superfícies deterioradas, aumentar o recobrimento de armaduras, melhorar a resistência física da superfície, etc. Não se deve recorrer ao cimento, nos casos em que a deterioração tem origem em ataque químico ou existam fendas ativas na estrutura. A espessura típica deste tipo de recobrimento varia entre 10 e 60 mm.

Pode ser adicionado à argamassa ou microbetão sílica de fumo para melhorar as suas características. A sílica de fumo é uma cinza muito fina, com partículas 100 vezes mais pequenas do que as do cimento. A sua utilização aumenta a resistência da solução e diminui a permeabilidade. É também útil nos casos em que a estrutura está sujeita à erosão ou abrasão. A sua utilização é também vantajosa porque reduz a quantidade de hidróxido de cálcio do cimento hidratado e, como tal, a sua vulnerabilidade ao ataque químico. A quantidade ótima a utilizar varia entre 5 e 15% da massa de cimento.

#### 3.3.2.2 *Argamassa ou Microbetão com polímeros*

Também se utilizam recobrimentos com polímeros, que consistem em cimento misturado com látex ou resinas sintéticas, como a epoxy. Tipicamente, a espessura do recobrimento varia entre 25 e 50 mm quando se utiliza látex e entre 5 e 25 mm quando se recorre à resina epoxy. A vantagem da utilização de polímeros é o aumento da capacidade de adesão à superfície a proteger, garantia de maior resistência física e química, maior elasticidade e menor permeabilidade.

As resinas sintéticas são utilizadas nos casos em que a espessura do revestimento é reduzida e as áreas de intervenção são pequenas, uma vez que a sua utilização aumenta o custo da

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar intervenção. O tipo de resina sintética mais utilizada em argamassas de proteção é a resina epoxy, embora também se possa recorrer à utilização de resina de poliéster ou resina acrílica. Estes materiais têm um elevado módulo de elasticidade e a sua utilização em grandes áreas poderia resultar em problemas de retração.

As resinas epoxys aumentam bastante a impermeabilidade e a rigidez da argamassa.

| <b>Método</b>   | <b>Técnica</b> | <b>Mecanismo de atuação</b>   |
|---|----------------|---|
| <b>Controlo da humidade</b>                                       | argamassa      | Os recobrimentos podem ser concebidos de modo a ter uma baixa permeabilidade quando comparados com a estrutura a proteger, nomeadamente, se recorrer à utilização de polímeros.   |
| <b>Resistência física</b>   |                | A camada de recobrimento pode funcionar como camada de desgaste. A sua resistência pode ser bastante elevada, especialmente quando se utiliza cimento.  |
| <b>Resistência ao ataque químico</b>                              |                | Camadas de recobrimento constituídas por resinas epoxy apresentam elevada resistência química e baixa permeabilidade aumentando assim a resistência química da estrutura  |
| <b>Preservação ou restituição da camada passiva das armaduras</b> |                | Se o recobrimento existente não estiver contaminado com cloretos ou carbonato e o seu único defeito é ser demasiado fino, pode ser colocado uma camada de argamassa para que a espessura total seja a suficiente para garantir o recobrimento necessário das armaduras. A argamassa deverá ter as características adequadas à agressividade do meio (permeabilidade e resistência química). |

Tabela 11 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação

### 3.3.2.3 *Alguns materiais a utilizar*

- SIKA – Sikalastic 150 – argamassa reforçada com fibras, à base de cimentos modificados com polímeros especiais resistentes à alcalinidade, com muito baixo módulo de elasticidade. Contém agregados com diâmetro máximo 0.5 mm e permite camadas até 2 mm. Revestimento impermeável flexível, anticarbonatação, resistente a cloretos e sulfatos.
- SIKA – Sika MonoTop 620 – argamassa constituída por cimento, areias selecionadas, sílica de fumo e resinas sintéticas. Trata-se de uma argamassa projetável em pequenas espessuras, bastante impermeável e que impede a carbonatação, apresenta baixa retração e elevada aderência.
- BASF – Emaco S88 Fluido – Argamassa com retração compensada, fluida, resistente aos sulfatos, indicada para elementos estruturais, sujeitos a ações elevadas.
- BASF – Emaço NanoCrete R4 – argamassa de reparação estrutural fibro-reforçada, garante elevada resistência estrutural. Apresenta boa resistência à carbonatação e à ação dos sulfatos. Tem a retração compensada.
- TECNOCRETE – Selflevel Normale – argamassa autonivelante que proporciona um acabamento perfeito de estruturas de betão horizontais.
- TECNOCRETE – Microbeton BS398 – microbetão de retração compensada fibro-reforçado, com elevada resistência. Apresenta boa resistência à difusão de dióxido de carbono e funciona como barreira à penetração de agentes agressivos. Garante boa adesão ao betão existente.

### 3.3.3 Técnica de Proteção Física Exterior

Proteção física exterior é a colocação de elementos de proteção da estrutura sobre a sua superfície. A proteção pode ser conseguida com elementos estruturais, como painéis de betão armado pré-fabricado, material compósito, fibra de vidro, placas de aço, etc., ou com elementos não estruturais, como painéis de madeira ou placas de betuminosos.

Com este tipo de intervenção consegue-se uma grande proteção do elemento contra a água da chuva e contra elementos agressivos da atmosfera, com capacidade de penetrar no betão por absorção.

A aplicação de proteção física exterior apresenta como grande vantagem a rapidez e facilidade de execução do processo. A colocação de painéis é bastante mais rápida de executar do que a colocação de uma nova camada de recobrimento, devido à possibilidade de recorrer à pré-fabricação.

Não são mencionados, ao nível da norma, cuidados especiais a ter na aplicação deste método. Refere-se, no entanto, a necessidade de garantir uma boa ligação à estrutura existente para assegurar a durabilidade da solução.

| <b>Método</b>   | <b>Técnica</b> | <b>Mecanismo</b>   |
|---|----------------|--|
| <b>Proteção contra o ingresso de agentes agressivos</b> |                | Os painéis externos podem ser dotados de características de impermeabilidade adequadas à agressividade do meio em que vão ser utilizados, de modo a garantir que os agentes agressivos não penetram na estrutura.            |
| <b>Controlo da humidade</b>                             |                | Com a colocação de painéis exteriores impermeáveis limita-se a humidade que penetra no betão com origem na água da chuva ou acumulações de água. A utilização de caixa de ar ventilada reduz a penetração da humidade do ar. |

Tabela 12 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação

### 3.3.4 Técnicas de Prevenção à Oxidação

#### 3.3.4.1 *Proteção do Aço contra a oxidação*

Uma das formas de prevenir diretamente a oxidação é impedir a reação que se dá no ânodo, onde o aço se dissolve, por se encontrar dispassivado. Este objetivo pode ser obtido de duas formas: por proteção dos varões de aço com revestimento ou por utilização de inibidores de corrosão no betão.

#### 3.3.4.2 *Revestimento dos Varões de Aço*

A parte 7 da norma EN 1504 fala dos revestimentos de varões dividindo-os em dois tipos: em pinturas que contêm pigmentos ativos ou em revestimentos que funcionam como barreiras.

No primeiro caso, os pigmentos ativos das tintas garantem a proteção catódica localizada. Os pigmentos são substâncias finamente divididas que fazem parte das tintas e que, para além de conferir opacidade à pintura, também são responsáveis pelas propriedades anticorrosivas das tintas. Para o fim em causa, recorre-se a pigmentos com potencial elétrico inferior ao aço, o que faz com que o revestimento passe a funcionar como ânodo sacrificial, uma vez que é este que se dissolve e cede eletrões, e o varão protegido como cátodo. Habitualmente utiliza-se como pigmento o zinco. Uma vez que o revestimento tem uma função sacrificial, a durabilidade deste sistema pode ser limitada. Em vez de pigmentos podem misturar-se aditivos químicos nas tintas, que também funcionem como inibidores de corrosão, ao contrariar a formação de zonas anódicas.

É referido na norma que o cimento é considerado um pigmento ativo devido à sua alcalinidade. De facto, a utilização de sistemas garantem a formação de uma camada passiva como prevenção da corrosão.

O segundo caso referido de proteção dos varões são os revestimentos. Estes funcionam como barreira ao isolar o varão de aço da água contida nos poros do betão que envolve. Deste modo, as zonas que se iriam comportar como ânodo não emitem iões de ferro, uma vez que não existe contacto com o eletrólito. Como consequência, os eletrões não são cedidos e o processo de oxidação não acontece. Este método só é eficiente se o aço for bem limpo e se revestimento cobrir totalmente o perímetro e este ficar intacto. Por esta razão, este método pode apenas funcionar em teoria. Os materiais indicados neste caso são as tintas de epoxy e de PVC. Um aspeto importante a considerar é a tensão de aderência entre o varão e o betão, que o aplicador deve garantir ser igual ou superior ao considerado no projeto.



Figura 24 - Revestimento de varões [fonte: Guia Weber, 2008]

### 3.3.4.3 Inibidores de Corrosão

Em alternativa à proteção dos varões com produtos anticorrosivos, é possível recorrer a inibidores de oxidação diretamente no betão. Estes produtos podem ser utilizados em conjunto com argamassa de reparação, nos casos em que esta é colocada diretamente em contacto com os varões, ou então, podem ser aplicados à superfície do betão ou em pequenos furos, se tiverem a capacidade de migrar em direção aos varões de aço. Neste último caso, são mais eficazes em betões porosos. Os inibidores de corrosão atuam diretamente no ânodo, formando uma camada passiva ou estabilizando a existente, por exemplo, por supressão dos iões de cloreto. Também podem atuar no cátodo ou em ambos os sítios em simultâneo.

Tem a sua área de atuação na superfície da armadura, podendo retardar, reduzir e impedir a oxidação do aço, sem afetar as propriedades do betão, tanto no estado fresco quanto endurecido.

| <b>método</b>                       | <b>técnica</b> | <b>Mecanismo</b>  |
|-------------------------------------|----------------|---|
| <b>Controlo das áreas anódicas</b>  |                | Pintura das armaduras com tintas que contenham pigmentos ativos |
| <b>Controlos das áreas anódicas</b> |                | Pintura das armaduras com tintas de funcionem como barreiras    |
| <b>Controlo das áreas anódicas</b>  |                | Aplicação de inibidores de corrosão no betão                    |

Tabela 13 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação

#### 3.3.4.4 *Alguns materiais a utilizar*

- SIKA – Friazinc P – primário rico em zinco com resina epoxy. É especialmente concebido para a proteção anticorrosiva de aço exposto à ação agressiva do ambiente.
- SIKA – Sika FerroGard 903 – impregnação do tipo emulsão, com propriedades inibidoras da corrosão, destinada a superfícies de betão armado. O produto penetra no betão e é atraído pelas armaduras.
- BASF – Legaran Z – produto composto por resinas e cimentos, que se misturam em argamassas de reparação. É um produto alcalino que protege as armaduras contra a corrosão e serve de barreira contra a entrada de substâncias agressivas.
- TECNOCRETE – MuCis PROTEZIONE FERRO – calda cimentícia de proteção das armaduras contra a corrosão. Contem inibidores de corrosão migratórios, pelo que o produto não só protege o varão sobre o qual é aplicado, como também protege varões adjacentes. Garante excelente aderência à base de aplicação.
- TECNOCRETE – MuCis m.i.a. 200 – inibidores de corrosão migratórios de aplicação superficial, com pH entre 8.9 e 9.4, garantem uma proteção anódica e catódica das armaduras.

#### 3.3.5 *Técnicas de Proteção Catódica*

A proteção catódica consiste na reversão da corrente elétrica que existe nas armaduras, para que nenhuma das potenciais zonas anódicas se forme, evitando-se assim a corrosão. Por outras palavras, torna-se o potencial elétrico das armaduras mais negativo, forçando-se as armaduras a funcionarem como cátodo e utilizando-se como novo ânodo um material metálico que se coloca em contacto com estas. A proteção catódica pode ser classificada de passiva ou de ativa.

##### 3.3.5.1 *Proteção Catódica Passiva*

A proteção catódica é passiva se consistir na instalação de um ânodo sacrificial, constituído por um metal muito ativo, como o magnésio, o alumínio ou o zinco, que é colocado no betão, em ligação com o aço a proteger. Neste caso, a instalação é bastante simples e não é requerida manutenção regular. O tempo de vida útil do ânodo é relativamente reduzido, tendo que ser periodicamente substituído.

### 3.3.5.2 *Proteção Catódica Ativa*

A proteção catódica é ativa quando se aplica ao aço uma corrente imposta com origem em fonte externa, que gera um campo elétrico negativo. Neste caso fornece-se um ânodo inerte que não se dissipa, como uma rede de titânio, tinta com capacidade condutora ou tiras metálicas embebidas no betão. Para este tipo de proteção, a instalação é relativamente complexa, mais onerosa que a passiva e exige-se uma manutenção regular. Todavia, o sistema tem um período de vida útil bastante superior à proteção passiva e uma eficiência superior.

A proteção catódica é bastante eficiente a prevenir a corrosão, devido à ação dos cloretos, nos casos em que os danos não são ainda extensos. A utilização da proteção catódica, relativamente aos outros meios de prevenção da corrosão é, teoricamente, mais eficiente e mais fácil de executar. O custo de instalação é elevado mas dilui-se no longo prazo de atuação do sistema.

### 3.3.6 Técnicas de Reparação do Betão Deteriorado

#### 3.3.6.1 *Tratamento de Fendas*

O betão deteriorado pode apresentar fendas por razões diversas. As fendas são pontos de entrada de agentes agressivos que comprometem a durabilidade e a funcionalidade de estrutura. No geral, estruturas com muitas fendas visíveis, de abertura superior a 0.3 mm, devem ser reparadas. As fendas podem ser classificadas de passivas se já não registarem movimento e a causa da sua existência já não existir ou, caso contrário, são classificadas de ativas. Os objetivos a considerar são: melhorar a aparência da estrutura, impermeabilizar a estrutura e melhorar a capacidade estrutural do elemento. Após a definição do objetivo, é necessário compreender a origem das fendas e se estas são passivas ou ativas.

#### 3.3.6.2 *Colocação de Argamassa ou Microbetão em zonas de superfície deteriorada*

A deterioração do betão, muitas vezes, origina a necessidade de se proceder à colocação de argamassa ou microbetão à superfície da estrutura para reposição de betão deteriorado. Este é um caso muito corrente de delaminação devido à oxidação das armaduras, lacunas no betão devido a impactos, erosão devido agentes agressivos, etc. As consequências óbvias deste tipo de deterioração, em que existe ausência de betão e exposição das armaduras, é uma progressão mais rápida da corrosão do aço, por este ter fácil acesso a agentes agressivos e diminuição de resistência mecânica do elemento, por perda de secção.

Este tipo de reparação recorre aos mesmos materiais utilizados na técnica de proteção superficial com nova camada de recobrimento, ou seja, argamassa e microbetão. Também neste caso, o ligante pode ser mineral ou polimérico.

O ligante mais corrente, utilizado na conceção das argamassas e microbetões para reparações superficiais é o cimento Portland. A utilização de inertes de pequenos diâmetros (inferior a 7 mm) misturados na argamassa origina o microbetão, que se deve utilizar nos casos em que a profundidade de reparação é muito elevada (superior a 60 mm), para controlar fenómenos de retração.

Existem argamassas cujo ligante é polimérico, como as argamassas de resina de epoxy ou acrílicas. As resinas devem ser misturadas com areia muito fina. Estas argamassas são mais resistentes e menos vulneráveis a ataques de agentes agressivos do que as argamassas de cimento. No entanto, são bastante mais caras e apresentam características físicas e químicas diferentes do substrato, o que pode representar alguns problemas no decorrer da utilização da estrutura. Para além disso, as resinas sofrem um envelhecimento rápido quando expostos aos raios UV, pelo que a sua utilização no exterior só pode acontecer se garantir um meio de proteção eficaz.

Habitualmente, o produto de reparação é colocado diretamente na zona deteriorada, à mão. Se a inclinação da superfície o exigir, pode-se utilizar cofragem. Um método muito corrente de reparação de grandes áreas é a utilização do betão projetado. A projeção de betão pode ser de dois tipos, seca ou húmida. No primeiro caso, os agregados são misturados com cimento e injetados sob pressão numa mangueira que humidificada uniformiza a pasta. No segundo caso, a amassadura é feita de forma convencional e depois projetada sobre pressão. Neste último caso, a quantidade de água introduzida na amassadura é perfeitamente definida e a velocidade de produção é maior. No entanto, na projeção seca a aderência ao substrato é superior, pois permite maiores velocidades de projeção. Por outro lado, a quantidade de água é controlada na extremidade pelo operador, que pode aumentar a quantidade de água na mistura para melhorar a trabalhabilidade, resultando em problemas de porosidade e retração do betão.

A técnica de projeção de betão exige mão de obra altamente qualificada uma vez que é o operador que define o andamento da reparação. Os grandes defeitos, neste tipo de reparação acontecem quando se recorre a mão-de-obra não qualificada, resultando em espessuras irregulares, pouca aderência ao substrato ou vazios entre camadas. Também o betão projetado costuma ter uma maior quantidade de cimento do que argamassas aplicadas à mão pelo que

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar muitas vezes fendilham devido à retração. De acordo com a norma EN 1504 camadas superiores a 70 mm devem ser armadas para diminuir a abertura de fendas.

| <b>Método</b>  | <b>Técnica mecanismo</b>  |
|--|---|
| <b>Substituição do betão</b>                                     | Aplicação à mão de argamassa em pequenas áreas de reparação   |
| <b>Substituição do betão</b>                                     | Nova betonagem para áreas ou profundidades muito elevadas dever-se-á utilizar microbetão  |
| <b>Substituição do betão</b>                                     | Projeção de argamassa ou betão para superfícies irregulares, horizontais e de grande extensão a projeção de argamassa ou betão é uma hipótese economicamente viável                               |
| <b>Reforço estrutural</b>  | Colocação de argamassa à mão, estruturas com reduzida resistência devido a redução de secção podem reaver a sua resistência inicial após colocação de argamassa ou microbetão nas zonas reparadas |
| <b>Preservação ou restituição da camada passiva de armaduras</b> | Substituição de betão contaminado ou carbonatado, a sua remoção e substituição poderá ser a solução mais simples de executar.   |

Tabela 14 - Técnicas, métodos e mecanismo de atuação

### 3.3.6.3 *Tratamento de Betão Contaminado com Processos Eletroquímicos*

A corrosão acontece porque a camada passiva que protege os varões é destruída. A razão mais corrente desta ocorrência é a carbonatação do betão de recobrimento ou a penetração de cloretos.

Existem processos eletroquímicos testados que permitem restituir a camada passiva às armaduras. Esses processos consistem na recalização do betão ou na extração dos cloretos, conforme a causa de deterioração seja a carbonatação ou o excesso de cloretos, respetivamente.

### 3.3.6.3.1 *Realcalização do Betão*

Os processos correntes de realcalização do betão carbonatado são os seguintes:

- difusão das reservas de alcalis remanescentes no betão;
- Introdução de alcalis por capilaridade.;
- realcalização eletroquímica.

A difusão de reservas de alcalis baseia-se no pressuposto de que só o betão de recobrimento se encontra carbonatado e que o interior apresenta uma reserva de alcalis. Esta técnica executa-se saturando totalmente o betão e selando a sua superfície. Devido aos gradientes de concentração, os alcalis do interior migram lentamente para a camada de recobrimento, originando a subida do pH e a restituição da camada passiva. A segunda técnica, consiste na introdução de alcalis por capilaridade pela camada de recobrimento, resultando na subida do pH. Ambas as técnicas apresentam limitações de ordem prática, como a execução e a duração de eficácia, que pode atingir apenas 1 ano. Uma forma de facilitar este processo é a colocação de uma camada de argamassa de cimento altamente alcalino à superfície da estrutura.

Quanto à terceira técnica, a realcalização química, esta apresenta algumas semelhanças como a proteção catódica atrás descrita, uma vez que consiste na colocação de um ânodo externo embebido num eletrólito. O ânodo externo pode ser uma simples malha de aço e o eletrólito uma pasta de fibra celulósica projetada, por exemplo, originária de papel de jornal reciclado.

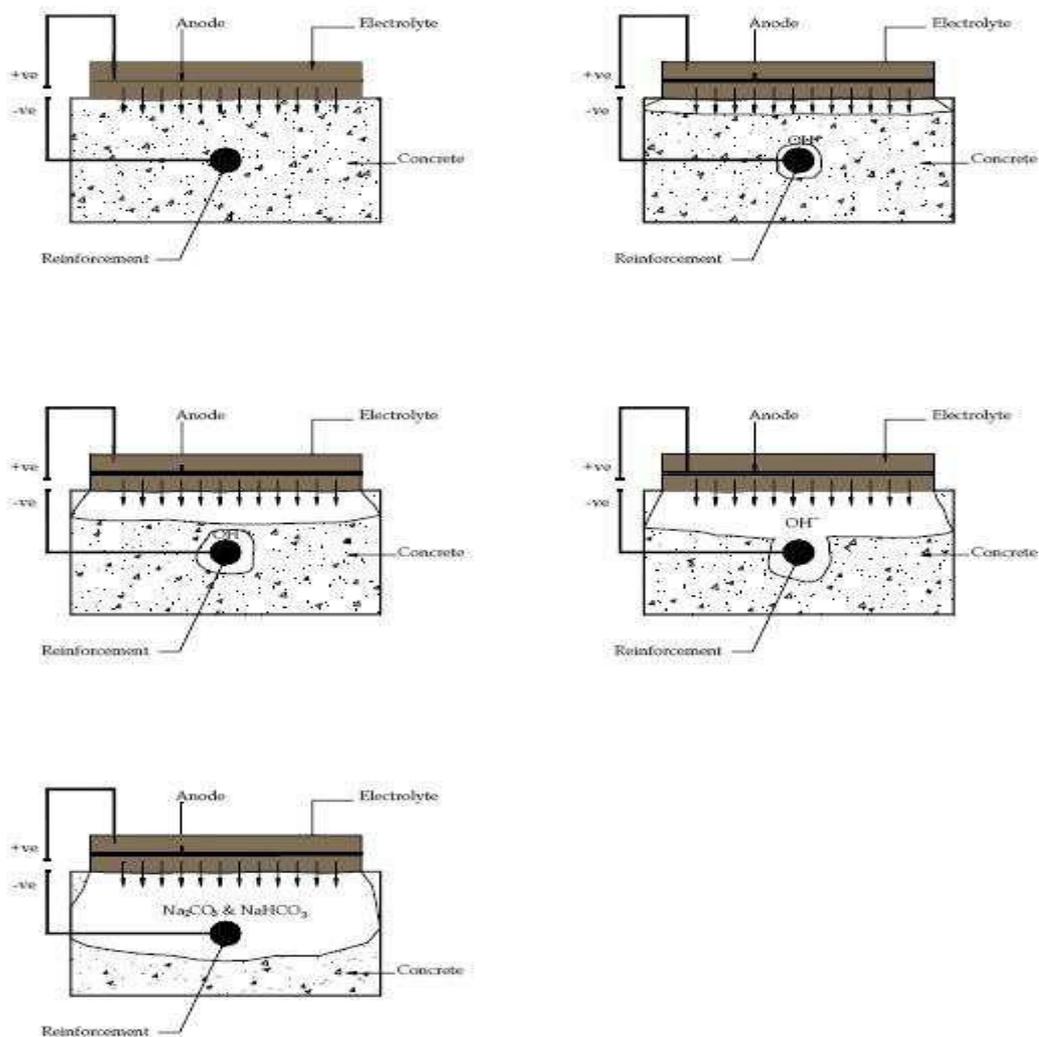


Figura 25 - Processo de realcalização [fonte: REABCON, (2004)]

Nesta fase, a pasta do eletrólito migra do exterior para junto das armaduras, por electro-osmose, fazendo com que estas voltem a ficar apassivadas devido ao aumento do pH. Para além deste fenómeno, no novo cátodo (as armaduras) dá-se a eletrólise, produzindo-se iões de hidroxilo ( $\text{OH}^-$ , que resulta da combinação da água com os eletrões). Estes iões provocam um grande aumento dos valores do pH à volta do aço. Testes realizados provam que as armaduras voltam a ficar protegidas por uma camada passiva, bastante durável, que se mantém por bastantes anos. Uma vantagem adicional é que a forte polarização negativa dos valores repele os iões de cloreto.

No entanto, é necessário considerar a possibilidade de se darem efeitos adversos, nomeadamente, reações álcalis-sílica ou perda de aderência dos varões ao betão. Especialistas consideram que estas situações são raras e não são motivo de preocupação.

### 3.3.6.3.2 Dessalinização

Este tipo de reparação leva a remoção de iões cloreto da camada de betão superficial, particularmente contaminados por cloretos provenientes do ambiente exterior.

O processo consiste em fazer passar uma corrente elétrica imposta entre as armaduras (cátodo) e um ânodo aplicado à superfície do betão de forma provisória, durante o tratamento. Daí ocorrem reações no ânodo que vão dar origem à formação de iões hidróxido que repõem a alcalinidade do betão na zona das armaduras, sendo assim as armaduras ficam apassivadas.



Figura 26 - Dessalinização eletroquímica de uma estrutura de betão armado contaminada com cloretos [Fonte: Stap - Reabilitação Estrutural de construções Recentes, 2007]

Dependendo do teor e do tipo de distribuição dos cloretos no betão, qualidade do betão, distribuição das armaduras e da corrente aplicada, o método terá uma duração de algumas semanas a vários meses, para que se possa atingir um teor de cloretos junto das armaduras inferior ao considerado como crítico.

Posterior ao tratamento, deverá ser aplicado um revestimento que limita a entrada de cloretos e a absorção de água, de modo a que o tratamento seja eficaz no prolongamento da sua ação.

### 3.4 Técnicas de Reforço

As técnicas de reforço saem um pouco do âmbito de estudo deste trabalho, no entanto, são referidas na norma EN 1504 como métodos de intervenção possíveis, pelo que serão brevemente abordados.

#### 3.4.1 Reforço Estrutural – Adição ou Substituição de Armaduras internas ou externas

A substituição de armaduras danificadas foi já referidas nas técnicas de reparação superficial de betão deteriorado, devido à corrosão de armaduras. A adição de armaduras é também uma hipótese quando a quantidade de aço do elemento estrutural é insuficiente para suportar os esforços a que se encontra sujeito. A adição interna pressupõe a remoção da camada de recobrimento e uma adequada ligação aos varões existentes e ao betão. A parte 6 da norma EN 1504 especifica as exigências relativas à ancoragem de armaduras de reforço. A colocação de armaduras externas é menos corrente e de aplicação limitada, devendo ser acompanhada das devidas medidas de proteção contra a corrosão.

#### 3.4.2 Reforço estrutural – Colocação de Armaduras em Furos Existentes ou a realizar

O reforço de elementos estruturais com varões de aço, por vezes, implica a realização de furos para colocação e amarração desses varões. É o caso típico de reforço de elementos ao esforço transversal, por adição de armadura transversal.

#### 3.4.3 Reforço Estrutural – Colagem de Chapas

O reforço de elementos estruturais que apresentem incapacidade de suportar os esforços a que se encontram sujeitos, pode ser realizado pela colagem de chapas exteriores. Estas chapas podem ser de aço ou de materiais compósitos como laminados ou mantas de fibras de carbono. As chapas irão funcionar em conjunto com varões existentes, absorvendo esforços de tração. A aderência ao substrato deverá ser garantida para que haja um funcionamento conjunto entre a estrutura existente e o reforço introduzido. Habitualmente recorre-se a resinas para este efeito. Estas resinas, como se sabe, são sensíveis a altas temperaturas, podendo deixar de transmitir forças em caso de incêndio. Por esta razão, este sistema deve ser complementado por outros meios de amarração, como as buchas, no caso das chapas de aço. A parte da norma EN 1504 especifica as exigências relativas à colagem de chapas de reforço.

#### 3.4.4 Reforço Estrutural – Pré-tensão ou pós-tensão

A aplicação de pré-tensão ou pós-tensão exterior a um elemento, é um reforço ativo e global, que permite a sua capacidade resistente e melhorar o funcionamento em serviço, diminuindo deformações e abertura de fendas. Os cabos serão amarrados a maciços externos constituídos para efeito e que deverão ter a capacidade de transmitir as forças à estrutura.

### 3.5 Controlo de Qualidade

A realização dos trabalhos deve ser acompanhada mediante um plano de qualidade preparado na fase do projeto e, no mesmo, considera-se que o pessoal envolvido na realização dos trabalhos deverá ter experiência suficiente, possuir competência autónoma na decisão, se tal for possível.

A serie normativa EN 1504 – 8 referente ao controlo de qualidade e a avaliação da conformidade, especifica procedimentos relativos a ensaios de desempenho a realizar bem como a rotulagem e a marcação dos produtos e sistemas a serem utilizados, de acordo com as partes 2 e 7 da norma EN 1504.

Para garantir a qualidade dos trabalhos, e de acordo com o método adotado, são especificados na parte 10 da norma dos ensaios e observações a realizar. Através desses ensaios e observações, é possível avaliar a condição do substrato, a conformidade dos produtos a aplicar e os requisitos de qualidade a cumprir.

Por outro lado, a mesma norma apresenta um quadro resumo dos ensaios e observações para o controlo de qualidade EN 1504 – 10 (2006, pág. 29 a 33)

É de realçar que os métodos de ensaios são descritos na norma EN 1504, mas quando não existem tais normas, deverão ser feitos ensaios de acordo com as nacionais ou ISSO ou ainda de acordo com os ensaios e observações descritos em anexo A.9.2 EN 1504-10 (2006)

## Capítulo 4: Estudo de caso

---

As intervenções de reparação e proteção de estruturas de betão armado são ainda uma prática pouco corrente em Cabo Verde, estando o mercado da construção a sentir a necessidade de ter equipas especializadas nesta área. Esta proposta alternativa terá como base a avaliação do estado de uma estrutura em análise, o seu estado de deterioração e patologia a ela associada, bem como os ensaios e as observações feitas.

### 4.1. Descrição do edifício

O edifício em questão é o edifício Residencial Áustria, a sua localização é no Município de Calheta São Miguel, no bairro de Achada Batalha, ao lado da antiga esquadra policial, o qual foi construído em 1992.

O objeto de estudo deste capítulo tem uma área de 1750 m<sup>2</sup>, situada na orla marinha, mais ou menos a 25 m afastado do mar, tendo uma estrutura formada por pórticos, constituídas por lajes maciças que se apoiam sobre as vigas e os pilares e estes, por sua vez sobre, a fundação que foi feita de betão armado. As alvenarias de blocos apoiam-se em fundações feitas de pedras basálticas, assentes com argamassas de traço 1:5, usando um B<sub>20</sub> (classe de betão) ao traço 1:2:4, sendo o aço utilizado A235.



Figura 27 - Localização do edifício em estudo [Fonte: maps.google - 2013]



Figura 28 - Edifício em estudo[Fonte: o autor]

## 4.2. Avaliação do estado de estrutura

A avaliação do estado de estrutura constitui uma das primordiais etapas antes de se procedera qualquer processo de intervenção num edifício. Esta etapa fornece elementos essenciais, que permitirão traçar as diretrizes de uma intervenção cuidada, analisando os meios técnicos e humanos, a viabilidade técnica e económica, o tempo da intervenção e a posterior fase de elaboração do projeto de intervenção.

### 4.2.1 Recolha de informações e condições de serviço previstas da obra

Dos vários elementos que envolvem essa fase, só foi possível recolher projetos da obra, a sua localização e a memória de cálculo, o que dificultou muito efetuar uma análise cuidada e completa do edifício.

A condição de serviço prevista para a obra, destina-se à receção e à hospedagem de pessoas nacionais e estrangeiras, com compartimentos próprios para este fim, tendo dois pisos, vários compartimentos e para acolhimento de algumas festas.

### 4.2.2 Visitas de inspeções e as ações desenvolvidas

A fim de conhecer a natureza e a extensão do problema patológico numa estrutura de betão, é necessário fazer uma inspeção técnica na estrutura, com elaboração de uma ficha de antecedentes da estrutura e do meio ambiente, observação visual, o mais completa possível, da estrutura, registos fotográficos, observação pormenorizada das zonas expostas a ações mais agressivas, identificação de todas as zonas mais problemáticas, observação de estruturas

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar vizinhas do mesmo tipo e observação de patologias semelhantes, cadastramento das anomalia (amostras, seleção de técnicas de ensaio/medição/análise)

Após a ponderação dos resultados da visita, foram feitos os ensaios necessários e possíveis.

#### 4.2.2.1 Danos observados

Os exames visuais dão a primeira indicação do problema, identificando a presença de manchas e a cor dos produtos da oxidação, fissuras em algumas lajes, em paredes internas e externas, fissuras em vigas externas e pilares da fachada, em algumas paredes de fachada e da cozinha. Infiltrações no teto sob cobertura, em paredes voltadas para a chuva, nas paredes externas e em paredes com incidência direta da chuva. Observamos pilares oxidados, vigas das varandas e lajes. Foi observado o descolamento do revestimento externo nas muretas das varandas e em pontos da fachada e nas fachadas.



Figura 29 - Laje exposta sem impermeabilização [fonte: o autor]



Figura 30 - Teto da laje [fonte: o autor]



Figura 31 - Viga [fonte: o autor]



Figura 32 - Pilar [fonte: o autor]



Figura 33 - Parede com marcas de descascamento [fonte: o autor]



Figura 34 – Parede com manchas [fonte: o autor]

#### 4.2.2.2 *Apreciação global*

De uma forma geral pode-se considerar que o edifício em estudo encontra-se em péssimo estado de conservação, abandonado às maresias e as névoas salinas e, conseqüentemente, à propagação de íons cloretos.

#### 4.2.3 Observação e ensaios efetuados

A realização dos ensaios têm por objetivo estabelecer critérios de decisão sobre as eventuais medidas preventivas necessárias e técnicas de proteção e reparação, e também de ver e analisar os erros de execução cometidos na construção e a sua ligação entre os elementos estruturais e não estruturais.

##### a) Ensaios de avaliação do estado da resistência do betão (esclerómetro)

Este ensaio de índice Esclerométrico, para avaliar a homogeneidade do betão e a sua dureza superficial, efetuados em diferentes elementos estruturais do edifício consiste em causar impacto na superfície de betão de maneira padronizada, medindo-se a distância de reflexão como uma medida de dureza superficial. Os resultados são influenciados pela textura da superfície do betão, humidade superficial, profundidade de carbonatação, maior ou menor proporção de argamassa, agregados graúdos e armadura.



Figura 35 - ensaio de esclerómetro feito a um pilar [fonte: o autor]



Figura 36 - Ensaio de esclerómetro feito a uma viga [fonte: o autor]

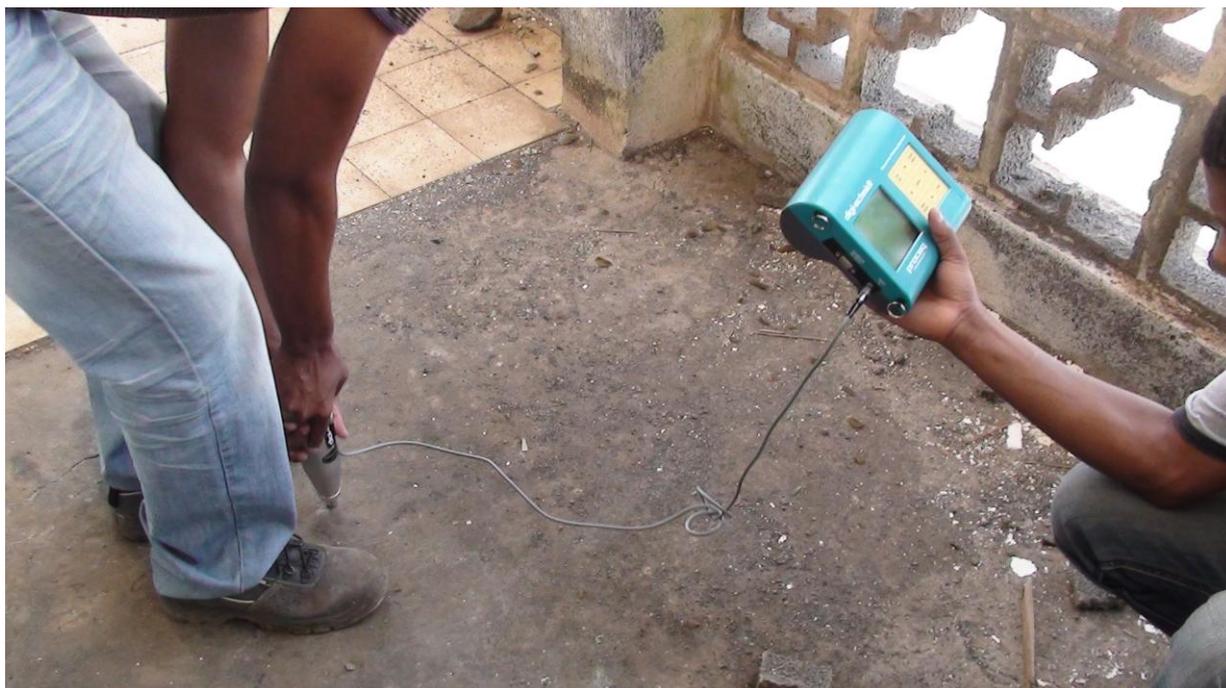


Figura 37 - Ensaio de esclerómetro feito a laje [fonte: o autor]

Estes ensaios realizados nos elementos estruturais do edifício em estudo, segundo os resultados obtidos a média dos resultados a resistência a compressão MPa, dá-nos uma garantia satisfatória, de acordo com os resultados em anexo A.2.

| <i>Índice esclerométricos</i> |             |    |    |    |    |    |    |    |        |        |       |
|-------------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------|-------|
| <i>Pilar</i>                  | Individuais |    |    |    |    |    |    |    | Minimo | Máximo | Média |
| <i>1</i>                      | 31          | 29 | 26 | 32 | 28 | 28 | 30 | 32 |        |        | 30    |
| <i>2</i>                      | 33          | 35 | 31 | 35 | 40 | 36 | 38 | 29 |        |        | 35    |

Tabela 15 -Resultado do ensaios de pilares

| <i>Índice esclerométricos</i> |             |    |    |    |    |    |    |    |        |        |       |
|-------------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------|-------|
| <i>Viga</i>                   | Individuais |    |    |    |    |    |    |    | Minimo | Máximo | Média |
| <i>1</i>                      | 42          | 44 | 46 | 39 | 41 | 50 | 46 | 41 |        |        | 44    |

Tabela 16 -Resultados do ensaio: [Fonte: o autor]

| <i>Índice esclerométricos</i> |             |    |    |    |    |    |    |    |        |        |       |
|-------------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|--------|--------|-------|
| <i>laje</i>                   | Individuais |    |    |    |    |    |    |    | Minimo | Máximo | Média |
| <i>1</i>                      | 33          | 29 | 35 | 33 | 32 | 34 | 31 | 32 |        |        | 32    |

Tabela 17 - Resultados do ensaios da laje exposta

b) Avaliação do grau e estado da oxidação da armadura

A partir de uma inspeção in loco e do levantamento fotográfico, foi possível constatar um elevado teor de oxidação das armaduras, o que normalmente ocorre quando a película passivante é destruída e inicia-se a dissolução do ferro.



Figura 38 - Imagem de um pilar oxidado [fonte: o autor]



Figura 39 - Imagem de armadura de uma viga oxidada [fonte: o autor]

c) Avaliação e determinação da bitola

A determinação da seção da armadura, assim como a sua integridade e o estado de conservação atual, bem como uma estimativa da espessura do recobrimento, foi obtida através de paquímetro.



Figura 40 - Medição de um aço oxidado.[fonte: o autor]

*4.2.3.1 Avaliação dos ensaios efetuados e do estado de deterioração*

Os avanços têm sido verificados, quanto à análise das estruturas, através de técnicas que avaliem características sem interrupção das funções do elemento a ser estudado. Entretanto, o alto custo e limitação do uso em laboratórios são fatores dificultadores para uma abordagem criteriosa.

Um aspeto importante, quanto ao estado de fissuração da estrutura de betão, é a caracterização, ou seja, se a fissura é ativa ou passiva. As fissuras ativas serão tratadas com juntas de movimentação, ao passo que as passivas poderão ser seladas rigidamente.

### 4.3. Técnicas de proteção e reparação – Propostas

Depois de todo o levantamento feito, e dos ensaios realizados, o preparo do substrato do betão ou do aço tem como objetivo a remoção de contaminações, materiais de baixa resistência ou mal aderidos, restos de pintura e, enfim, todo e qualquer material que venha a se interpor entre o substrato e o material de reparo, visando a obtenção de uma superfície rugosa e limpa para tentar criar condições ideais de aderência.

#### 4.3.1 Laje de intermédio

Proceder à substituição do betão armado degradado, por um outro de melhor qualidade.

A ligação do novo elemento, à estrutura existente, deverá ser feita de modo a que a continuidade estrutural seja garantida, do ponto de vista dos esforços. Para tal, prevê uma correta ligação das armaduras por emenda ou soldadura. Ao colocar as armaduras, essas deverão ter a capacidade de absorver as forças que podem atuar. Prever procedimentos de escoras para estruturas, caso for necessário.

##### Preparação das superfícies

Proceder à remoção do betão deteriorado e corte do betão envolvente da armadura e posterior criação da rugosidade, para melhorar a aderência à estrutura existente. A norma EN 1504-10 especifica uma tensão de aderência mínima de 1,0 MPa, que pode ser medida através do ensaio de arrancamento.

A superfície deve ser previamente humidificada, mas não pode conter água no momento da aplicação da argamassa.

##### Proteção das armaduras

As armaduras devem ser protegidas contra a corrosão, com a aplicação de um inibidor, destinados a superfícies de betão. O produto penetra no betão e é atraído pelas armaduras.

Antes dessa aplicação, a armadura leva um primário rico em zinco com resinas epoxídicas, especialmente concebido para a proteção anticorrosiva de aço, exposto à ação agressiva do ambiente marítimo.

A fim de garantir a segurança estrutural, será adicionada uma chapa metálica de aço no exterior, para garantir a resistência à flexão do elemento no seu todo.

### Colocação de uma nova camada de recobrimento

Efetuar novas camadas de recobrimento com malha de aço ou de fibra, proporcionando a proteção da estrutura melhorando a sua resistência física e diminuindo a sua vulnerabilidade aos agentes agressivos exteriores.

O recobrimento deverá ser constituído por camadas de argamassas ou microbetões à base de cimento Portland com espessura mínima de 4,5 mm. Aquando da utilização adicionar sílica de fumo ou polímeros. A sílica de fumo é uma cinza muito fina, com partículas 100 vezes mais pequenas do que as do cimento. A sua utilização aumenta a resistência física da solução e diminui a sua permeabilidade. Enquanto que os polímeros são cimentos misturados com látex ou resinas sintéticas como a epoxy. A sua utilização aumenta a capacidade de adesão à superfície a proteger/reparar, garantindo maiores resistências físicas e químicas e menor permeabilidade.

### Regularização do betão

Esta operação é fundamental, para a uniformização da superfície, e para a obturação dos poros, chochos e microfissuras.

Deverá ser aplicada uma argamassa de regularização, de base cimentosa, sem retração, impermeável, com espessura de 1 a 2 mm em toda a área da estrutura a restituir, devendo previamente a superfície ser saturada com água limpa e com posterior proteção.

### Proteção superficial do betão

Com o objetivo de aumentar a resistência/ductilidade do desempenho, relativamente à sua situação inicial, poderá ser aplicado um produto reforçado com fibras, à base de cimentos modificados com polímeros especiais resistentes à alcalinidade. O produto pode conter agregados com diâmetro máximo de 0,5 mm e permite camadas até 2 mm. Trata-se de um revestimento impermeável, flexível, anti-carbonatação, resistente a cloretos e a sulfatos.

Por outro, pode proceder à proteção geral, aplicando uma pintura com tinta composta por resinas acrílicas, com elevada resistência aos agentes agressivos, alcalis e envelhecimento. Esta tinta protege o betão da penetração dos gases da atmosfera, em particular do dióxido de carbono e de sais. A deposição de sujidades é fortemente reduzida.

É de salientar que a realização dos trabalhos, nos referidos itens anteriormente mencionados, deve ser acompanhadas de um rigoroso controlo de qualidade.

#### 4.3.2 Vigas e Pilares

Proceder à reparação em locais em que o betão se encontra deteriorado e uma eventual substituição de elementos nas zonas bastantes deterioradas.

##### Preparação das superfícies

As zonas com chochos de maior dimensão, ou ninhos de inertes sem ligantes, com origem numa vibração do betão deficitária, deverão ser limpas, com jacto de água a uma pressão de 100 a 200 bar, para a remoção de toda a sujidade acumulada e eventuais partículas ou inertes em desagregação.

##### Proteção das armaduras

As armaduras também deverão ser removidas das camadas oxidadas através das diferentes técnicas, e protegidas com aplicação de um inibidor: produto à base de cimento, em componente, melhorado com resina sintética e sílica de fumo usado como proteção anticorrosiva das armaduras e como promotor da aderência no sistema argamassa para betão.

##### Colocação de um novo betão

Quando se trata de pequenas áreas a serem reconstituídas, estas devem ser submetidas à saturação da área com água limpa e de seguida aplicar manualmente uma argamassa estrutural de base cimentosa, sem retração tixotrópica. As camadas de aplicação não deverão ser superiores a 2 cm, devendo previamente toda a zona a reconstruir, ser saturada com água limpa e com posterior proteção.

As áreas de grande dimensão dos danos deverão ser reconstituídas por um betão de alta qualidade, após a colocação de uma cofragem. Deve-se garantir um recobrimento mínimo de 45 mm, a composição do betão deve ser de classe de resistência mínima C30/37, com mínima dosagem de cimento de 340 kg/m<sup>3</sup> e com máxima razão A/C de 0,55. As camadas de aplicação não deverão ser superiores a 2 cm, devendo previamente toda a zona a reconstruir, ser saturada com água limpa e com posterior proteção.

##### Regularização do betão

A uniformização da superfície é uma operação fundamental para a obturação dos poros, chochos e eventuais microfissuras existentes.

Deverá ser aplicada uma argamassa de regularização, de base cimentosa, sem retração, impermeável, com espessura de 1 a 2 mm, em toda a área de betão da estrutura a reconstituir, devendo previamente a superfície ser saturada com água limpa, e com posterior proteção.

### Proteção superficial do betão

Com o objetivo de obter uma proteção decorativa e química, deverá ser aplicada uma pintura final, com tinta acrílica. O produto utilizado deve apresentar excelente revestimento para a proteção do betão, aço e paredes rebocadas com argamassa de cimento, ter excelentes propriedades anti-oxidantes, boa resistência em ambientes marítimos e industriais agressivos. Pode ser aplicado com rolo ou pistola airless.

#### 4.3.3 Paredes

Particularmente em reboco de paredes de edifícios antigos, uma vez que as intervenções de reabilitação podem estar relacionadas com anomalias das seguintes natureza: fendilhação, desagregação e esmagamento, deverá proceder-se a reparação em locais em que o reboco se encontra deteriorado e fazer-se uma eventual substituição de elementos nas zonas bastantes deterioradas.

### Preparação das superfícies

A limpeza da parede com água, de forma a eliminar eventuais substâncias solúveis (gesso), ou outras substâncias insolúveis. A lavagem pode ser efetuada com jacto de água, de baixa ou alta pressão (com as devidas precauções) ou com jacto de vapor de água com temperaturas de 150°C a 200°C e a pressão de 5 a 10 atm: em alternativa à lavagem, especialmente nos casos em que se utilizam resinas orgânicas (poliméricas), pode efetuar-se limpeza mecânica com escovas mecânicas, ar comprimido com jacto de areia e lavagem química (no caso de presença de substâncias especiais)

### Regularização/Proteção da superfície

Proceder sempre a escoramento que suporte, temporariamente, a zona envolvente ao elemento em reconstrução, até que este possa entrar novamente em carga. Espalhar na superfície uma cola epoxídica, após a secagem do primário, impregnando a superfície de uma manta com nova camada de cola epoxídica, de modo a garantir a total impregnação, empregando uma última camada de resina, que poderá ser polvilhada com areia de quartzo, melhorando as características de aderência de eventuais revestimentos ou rebocos. A execução de barreiras químicas contra a humidade ascensional consiste na injeção, sob pressão, de uma calda de um produto químico repelente de água(hidrófobo), criando-se, a um nível conveniente, uma faixa de alvenaria modificada, que constitui uma barreira à passagem de água.

## Conclusão

Os conceitos de patologia, desempenho, durabilidade, vida útil e agressividade do meio ambiente são elementos básicos para a compreensão da importância de um projeto bem detalhado e coerente com o meio ambiente, no qual se insere a estrutura. O monitoramento de estruturas apresenta-se como ferramenta para a realimentação das informações, quanto à deterioração das estruturas e como forma indicativa do momento correto para as intervenções preventivas.

A reabilitação é uma forma de diminuir a degradação das construções, poupando a ocupação de novos terrenos e a realização de um novo edifício concebido de raiz, enquanto existe a possibilidade de apenas consertar o que já está gasto.

A qualidade da construção passa necessariamente pela melhoria da qualidade de projetos, pois permite identificar os erros e os defeitos que possam comprometer a qualidade e a durabilidade da estrutura. O atendimento aos requisitos de qualidade e durabilidade das construções devem ser verificados em todas as etapas do processo construtivo e também nos trabalhos de reparo e de reforço.

A aplicação e a eficácia das técnicas de proteção e reparação de estruturas de betão armado dependem fortemente de uma minuciosa e criteriosa avaliação das causas de deterioração da estrutura e das suas características intrínsecas. Apesar do crescimento da indústria de materiais para a recuperação e reforço de estruturas, tais como a especificação de misturas ao betão, as pinturas das varas de aço, a selagem do betão endurecido com camadas de misturas poliméricas para inibir ou diminuir a oxidação, poucos são os materiais e dados disponíveis no nosso mercado, quanto à performance ao longo do tempo. A melhor solução a implementar para cessar os danos detetados é a reparação local e a substituição de partes dos elementos estruturais, de forma a que a estrutura possa a vir desempenhar com segurança o seu período de vida útil, as suas funções.

Observa-se o uso restrito dos métodos de ensaio e de testes não destrutivos no meio técnico, devido ao desconhecimento e à ausência de normalização cabo-verdiana. A ausência de normas específicas pode ser justificada pelos poucos divulgados que contemplam as inúmeras situações possíveis, sendo ao mesmo tempo, fator agravante para o surgimento da “indústria do reparo”

Para evitar ou minimizar o problema de oxidação, são necessários alguns cuidados durante a execução das estruturas de betão, principalmente as que se situam em áreas de ambientes

Técnicas de Proteção e Reparação de Estruturas de Betão Armado contra a Oxidação causadas pela Água do Mar marinhos. A título de sugestão, queria destacar: identificar o melhor posicionamento e a localização da obra em relação à orla marítima; uso dos materiais mais resistentes às agressividades do ambiente marítimo; uso de concretos mais impermeáveis, com baixa relação água/cimento, uso de aditivos que reduzam a porosidade; garantir o recobrimento mínimo adequado ao ambiente marítimo; impedir o acesso de agentes agressivos com a galvanização da armadura, os inibidores químicos.

## Bibliografia

- 3º. ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios, LNEC, Lisboa, Maio 2003.
- AGUIAR, José; CABRITA, António R.; APPLETON, João A. S. – *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*. Lisboa: LNEC, 1998.
- *Apostila de físico-química*. Obtido a 13.04.2011
- APPLETON, J. (ano lectivo 2009/2010). *Estrutura de betão armado, folhas de apoio às aulas – Módulo 6 – Durabilidade de estruturas de betão armado e pré-esforçado*. Instituto Superior Tecnico: Departamento de engenharia civil e arquitectura.
- APPLETON, J., “*Tecnologias de Intervenção em edifícios antigos. Consolidação de estruturas*”. *Contribuição para um curso de introdução à reabilitação urbana*. CCRLVT, Lisboa, Março 1993.
- APPLETON, João A. S. – *Reabilitação de edifícios antigos. Patologias e tecnologias de intervenção*. 1ª ed.. Lisboa: Edições Orion, 2003.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas.(2003). NBR: *projecto de estrutura de concreto – procedimento*. Rio de Janeiro
- Associação Brasileira de Normas técnicas. NBR 6118. (20014) *Projecto de estruturas de concreto – procedimentos*. Rio de Janeiro: Versao corrigida.
- CAMÕES, Maria Filomena. *Folhas de Química. A água do mar tem tudo*.
- CASCUDO, O. (1997). *O controlo da corrosão de armaduras em concreto: inspeções técnicas eletroquímicas*. São Paulo: Pini Lda; Editora da UFG Goiânia, GO.
- CEB – *Durable Concrete Structures CEB Design Guide*. CEB
- *Corrosão das armaduras*. (s.d.). Obtido em 15 Março de 2011, de [http://www.ecivilnet.com/artigos/corrosao\\_de\\_armaduras.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/corrosao_de_armaduras.htm)
- DIAS, F. J. S.; MARINS, R.V.; MAIA, L.P.2007. *Dependência do tempo de residência da água no estuário do rio Jaguaribe (NE, Brasil), em relação à entrada de águas marinhas e à descarga de água doce...*In: Congresso Latino Americano de Ciências do Mar, Florianópolis.
- GENTIL, V. (2003). *Corrosão* (4ª edição ed.) Rio de Janeiro: editora LTC.
- HATJE, Vanessa. *Composição da água do mar*.
- HELENE, Paulo – *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto*. 2ª ed.. São Paulo: Editora PINI, LTDA. 1992.

- HELLENE, P. R. (1996). *Corrosão em armaduras para concreto armado*. São Paulo: PINNI.
- <http://www.aoceano.org.br/ono/downloads.htm>
- MENDONÇA, R.J. *O conceito de oxidação nos livros didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. Dissertação de mestrado*. Recife: UFRPE, 2002.
- Norma Portuguesa EN 1504. *Produtos e Sistemas para a Proteção e Reparação de Estruturas de Betão. Definições, requisitos, controlo de qualidade e avaliação de conformidade; Instituto Português da Qualidade; Portugal; 2006.*
- PINA, Maria José. *Técnicas de Proteção e Reparação de estruturas de Betão Armado*. Monografia apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde (Licenciatura). Praia-Cabo Verde.
- PINHO, Fernandes F. S., “*Principais Patologias em Paredes de Edifícios Antigos*”.
- PIRES, V. D. (2007). *Levantamento das Incidências Patológicas nas Edificações de Cabo Verde – Ilha de Santiago – Cidade da Praia*
- PIRES, Verónica (2009). *Reabilitação de estruturas e materiais, apontamentos das aulas teóricas*, Universidade Jean Piaget de Cabo Verde, Praia, Cabo Verde.
- Química – aulas de eletroquímica. (s.d). Obtido em 24 de junho de 2010, de <http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/Num15/pag%2019-28.pdf>.
- RILDO, J. Mendonça, Ângela F. Campos; Zélia M. Soares Jófil. *O Conceito de Oxidação – Redução nos Livros Didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio*.
- ROQUE, J.A., ”*Reabilitação Estrutural de Paredes Antigas de Alvenaria*”. Tese de mestrado, Universidade do Minho. Setembro de 2002.
- Sika S.A., *Catálogos e fichas técnicas*. Gaia; Portugal.
- SILVA, P. V. N. (2007). *Análise técnico-económica de alguns tipos de reparação de estruturas de betão armado, expostas a um ambiente marítimo*. Dissertação apresentada à Universidade Técnica de Lisboa (Mestrado). Lisboa; Portugal
- Sita – Sociedade Industrial de Tintas, S.A. *Boletim Técnico*. Cidade da Praia; Cabo Verde.
- SOUSA, M. C. V. & Thomas Ripper (1998). *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*, PINNI. São Paulo; Brasil.
- VARELA, Ruth Helena Dias. *Corrosão das Armaduras em Betão Armado: Influência dos agentes cloretos e da carbonatação nas edificações de Cabo Verde*. Monografia apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde (licenciatura). Praia-Cabo Verde.

## A ANEXO

### A.1 Recomendações de durabilidade – LNEC – 464

#### A.1.1 Classe de exposição ambiental – corrosão induzida por carbonatação

| Classes | Descrição do ambiente          | Exemplos informativos   |
|---------|--------------------------------|---|
| XC1     | Seco ou permanentemente húmido | Betão armado no interior de edifícios ou estruturas, com excepção das áreas com humidade elevada. Betão armado permanentemente submerso em água não agressiva.  |
| XC2     | Húmido, raramente seco         | Betão armado enterrado em solo não agressivo. Betão armado sujeito a longos períodos de contacto com água não agressiva.  |
| XC3     | Moderadamente húmido           | Superfícies exteriores de betão armado protegidas da chuva transportadora pelo vento. Betão armado no interior de estruturas com moderada ou elevada humidade do ar (v.g., cozinhas, casas de banho). |
| XC4     | Ciclicamente húmido e seco     | Betão armado exposto a ciclos de molhagem e secagem. Superfícies exteriores de betão armado expostas à chuva ou fora do âmbito da XC2.  |

#### A.1.2 Classes de exposição ambiental – corrosão induzida por cloretos – E 464

| Classes | Descrição do ambiente   | Exemplos informativos  |
|---------|---|--|
| XS1     | Ar transportado, sais marinhos mas sem contacto directo com água do mar | Betão armado em ambiente marítimo saturado de sais. Betão armado em áreas costeiras perto do mar, directamente exposto e a menos de 200 m do mar; esta distância pode ser aumentada até 1 km nas costas planas e foz de rios.                    |
| XS2     | Submersão permanente  | Betão armado permanentemente submerso. Betão armado sujeito às marés ou aos salpicos, desde 10 m acima do nível superior das marés (5m na costa Sul de Portugal Continental) até 1 m do nível inferior das marés.                                |
| XS3     | Zona de marés, de rebentação e de salpicos                              | Betão armado em que uma das superfícies está imersa em água do mar e a outra exposta ao ar (v.g., túneis submersos ou abertos em rocha ou solos permeáveis no mar ou em estuário de rios). Esta exposição exigirá muito provavelmente medidas de |

### A.1.3 Limites de composição e da classe de resistência do betão sob ação da carbonatação para uma vida útil de 50 anos

| Tipo de cimento                                 | CEM I (Referência); CEM II/A <sup>(1)</sup> |                   |                   |                   | CEM II/B <sup>(1)</sup> ; CEM III/A <sup>(2)</sup> ; CEM IV <sup>(2)</sup> ; CEM V/A <sup>(2)</sup> |                   |                   |                   |
|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|
|   | XC1   | XC2               | XC3               | XC4               | XC1   | XC2               | XC3               | XC4               |
| Classe de exposição                             | XC1   | XC2               | XC3               | XC4               | XC1   | XC2               | XC3               | XC4               |
| Mínimo recobrimento nominal (mm)*               | 25  | 35                | 35                | 40                | 25  | 35                | 35                | 40                |
| Máxima razão A/C                                | 0,65  | 0,65              | 0,60              | 0,60              | 0,65  | 0,65              | 0,55              | 0,55              |
| Mínima dosagem de cimento, (kg/m <sup>3</sup> ) | 240   | 240               | 280               | 280               | 260   | 260               | 300               | 300               |
| Mínima classe de resistência                    | C25/30<br>LC25/28                           | C25/30<br>LC25/28 | C30/37<br>LC30/33 | C30/37<br>LC30/33 | C25/30<br>LC25/28   | C25/30<br>LC25/28 | C30/37<br>LC30/33 | C30/37<br>LC30/33 |

<sup>(1)</sup> Não aplicável aos cimentos II/A-T e II/A-W e aos cimentos II/B-T e II/B-W, respectivamente

<sup>(2)</sup> Não aplicável aos cimentos com percentagem inferior a 50% de cliquer portland, em massa.

### A.1.4 Limites de composição e da classe de resistência do betão sob ação dos cloretos para uma vida útil de 50 anos

| Tipo de cimento                                   | CEM IV/A (cimento de referência); CEM IV/A; CEM V/A |                   |                   | CEM I; CEM II     |                   |                   |
|---|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|   | XS1/XD1   | XS2/XD2           | XS3/XD3           | XS1/XD1           | XS2/XD2           | XS3/XD3           |
| Classe de exposição                               | XS1/XD1   | XS2/XD2           | XS3/XD3           | XS1/XD1           | XS2/XD2           | XS3/XD3           |
| Recobrimento mínimo                               | 35  | 40                | 45                | 35                | 40                | 35                |
| Máxima razão A/C                                  | 0,55  | 0,55              | 0,45              | 0,45              | 0,45              | 40                |
| Mínima dosagem de cimento, C (kg/m <sup>3</sup> ) | 340   | 360               | 380               | 360               | 360               | 380               |
| Mínima classe de resistência                      | C30/37<br>LC30/33                                   | C30/37<br>LC30/33 | C35/45<br>LC35/83 | C40/50<br>LC35/38 | C40/50<br>LC35/38 | C50/60<br>LC40/44 |

O recobrimento indicado no projeto deve ser o nominal (mínimo + 10mm)

## A.2 Ensaio feito pelo LEC

### PILAR 1

|  <p>Ministério das Infraestruturas, Transportes e Telecomunicações</p> <p><b>LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL DE CABO VERDE</b></p> |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ensaio de Betão nas Estruturas  |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| Determinação da Resistência por Esclerómetro  |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| Norma de Ensaio: <b>EN 12504-2-2003</b>   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| Entidade Requisitante: <b>Isandro Lopes</b>   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| Obra:   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| Data: 17 - 12 - 2012  |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| Identificação da Estrutura do betão   | Localização da área de Ensaio | Identificação do Esclerómetro        | Descrição da idade do betão | Descrição do betão | Posição do Esclerómetro   | Data da realização do Ensaio | Resistência a Compressão Mpa |
| Pilar   | 2º Ponto                      | Digi-chimdt 2000<br>ND 5120/088-3486 |                             |                    | 0º                        | 17-12-12                     | 31                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 29                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 26                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 32                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 28                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 28                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 30                           |
|   |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | 32                           |
| <b>MÉDIA</b>  |                               |                                      |                             |                    |                           |                              | <b>30</b>                    |
| <i>Observação:</i>  |                               |                                      |                             |                    |                           |                              |                              |
| O Técnico/Experimentador,   |                               |                                      |                             |                    | O Engenheiro Responsável, |                              |                              |
| António Gomes   |                               |                                      |                             |                    | Daniel Lima               |                              |                              |

PILAR 2

|  <p>Ministério das Infraestruturas, Transportes e Telecomunicações</p> <p><b>LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL DE CABO VERDE</b></p> |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ensaio de Betão nas Estruturas  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Determinação da Resistência por Esclerómetro  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Norma de Ensaio: EN 12504-2-2003  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Entidade Requisitante: Isandro Lopes  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Obra:   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Data: 17 - 12 - 2012  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Identificação da Estrutura do betão   | Localização da área de Ensaio | Identificação do Esclerómetro         | Descrição da idade do betão | Descrição do betão | Posição do Esclerómetro   | Data da realização do Ensaio | Resistência a Compressão Mpa |
| Pilar   | 3º Ponto                      | Digi-chimidt 2000<br>ND 5120/088-3486 |                             |                    | 0º                        | 17-12-12                     | 33                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 35                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 31                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 35                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 40                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 36                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 38                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 29                           |
| <b>MÉDIA</b>  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | <b>35</b>                    |
| <i>Observação:</i>  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| O Técnico/Experimentador,   |                               |                                       |                             |                    | O Engenheiro Responsável, |                              |                              |
| António Gomes   |                               |                                       |                             |                    | Daniel Lima               |                              |                              |

VIGA

| <br>Ministério das Infraestruturas, Transportes e Telecomunicações<br><b>LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL DE CABO VERDE</b> |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ensaio de Betão nas Estruturas  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Determinação da Resistência por Esclerómetro  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Norma de Ensaio: EN 12504-2-2003  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Entidade Requisitante: Isandro Lopes  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Obra:   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Data: 17 - 12 - 2012  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Identificação da Estrutura do betão   | Localização da área de Ensaio | Identificação do Esclerómetro         | Descrição da idade do betão | Descrição do betão | Posição do Esclerómetro   | Data da realização do Ensaio | Resistência a Compressão Mpa |
| Viga  | 4º Ponto                      | Digi-chimidt 2000<br>ND 5120/088-3486 |                             |                    | (+)90º                    | 17-12-12                     | 42                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 44                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 46                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 39                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 41                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 50                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 46                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 41                           |
| <b>MÉDIA</b>  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | <b>44</b>                    |
| <i>Observação:</i>  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| O Técnico/Experimentador,   |                               |                                       |                             |                    | O Engenheiro Responsável, |                              |                              |
| António Gomes   |                               |                                       |                             |                    | Daniel Lima               |                              |                              |

LAJE

| <br>Ministério das Infraestruturas, Transportes e Telecomunicações<br><b>LABORATÓRIO DE ENGENHARIA CIVIL DE CABO VERDE</b> |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Ensaio de Betão nas Estruturas  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Determinação da Resistência por Esclerómetro  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Norma de Ensaio: EN 12504-2-2003  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Entidade Requisitante:  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Obra:   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Data:   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| Identificação da Estrutura do betão   | Localização da área de Ensaio | Identificação do Esclerómetro         | Descrição da idade do betão | Descrição do betão | Posição do Esclerómetro   | Data da realização do Ensaio | Resistência a Compressão Mpa |
| Laje  | 5º Ponto                      | Digi-chimidt 2000<br>ND 5120/088-3486 |                             |                    | (-)90°                    | 17-12-12                     | 33                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 29                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 35                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 33                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 32                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 34                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 31                           |
|   |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | 32                           |
| <b>MÉDIA</b>  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              | <b>32</b>                    |
| <b>Observação:</b>  |                               |                                       |                             |                    |                           |                              |                              |
| O Técnico/Experimentador,   |                               |                                       |                             |                    | O Engenheiro Responsável, |                              |                              |
| António Gomes   |                               |                                       |                             |                    | Daniel Lima               |                              |                              |

## A.3 Fichas técnicas dos materiais disponíveis no mercado nacional e estrangeiro

Construction

**Ficha de Produto**  
 Edição de Abril de 2011  
 Nº de identificação: 07.012  
 Versão nº 1  
 Sikalastic®-152

CE

### Sikalastic® -152

Argamassa de cimento de cura rápida para impermeabilização flexível e protecção de betão

---

|   |  |
|---|--|
| <b>Descrição do produto</b>             | Sikalastic®-152 é uma argamassa de dois componentes reforçada com fibras, com baixo módulo de elasticidade, à base de cimento modificado com polímeros especiais alcali-resistentes, contendo agregados seleccionados de partículas finas e aditivos adequados para a impermeabilização e protecção de bases em betão sujeitas a tensões de flexão. Sikalastic®-152 é particularmente aconselhável para aplicação em ambientes húmidos ou condições de baixa temperatura.  |
| <b>Utilizações</b>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Protecção da superfície de betão, de acordo com os princípios da NP EN 1504-9: 1: protecção contra ingresso (revestimento); 2: controlo de humidade (revestimento); 8: aumento da resistividade (revestimento).</li> <li>■ Impermeabilização e protecção de obras hidráulicas, tanques em betão, reservatórios, piscinas, condutas, pontes e canais.</li> <li>■ Impermeabilização e protecção de muros de suporte de terras.</li> <li>■ Impermeabilização pelo interior de paredes e pavimentos enterrados.</li> <li>■ Impermeabilização de terraços e varandas em betão ou azulejos antigos.</li> <li>■ Impermeabilização de estruturas expostas à intempérie.</li> <li>■ Revestimento de protecção flexível, anti-carbonatação, de superfícies em betão ou rebocadas sujeitas a retracção plástica e hidráulica.</li> <li>■ Revestimento flexível de estruturas de betão, também sujeita a tensão de flexão.</li> </ul> |
| <b>Características/ Vantagens</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Impermeabilização flexível e protecção de betão com um produto.</li> <li>■ Aplicável em ambiente muito húmido.</li> <li>■ Aplicável em bases ligeiramente húmidos.</li> <li>■ Não escorre: fácil aplicação em superfícies verticais.</li> <li>■ Cura rápida (mesmo a baixas temperaturas).</li> <li>■ Propriedades ponte de fissuras.</li> <li>■ Excelente aderência a quase todas as bases, como, por exemplo, betão, argamassas de cimento, pedra, cerâmicos, tijolos e madeira.</li> <li>■ Alta resistência contra sais de degelo e dióxido de carbono.</li> </ul>   |
| <b>Certificados/ Boletins de Ensaio</b> | ■ Satisfaz os requisitos da NP EN 1504-2.  |

---

**Dados do produto**

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Aspecto / Cor</b> | Cinzento  |
| <b>Fornecimento</b>  | Componente A + B (líquido + pó): 26,4 kg.<br>Componente A (líquido): 6,4 kg.<br>Componente B (pó): 20 kg. |

---

**Armazenagem e conservação**

O produto conserva-se durante 12 meses a partir da data de fabrico, na embalagem original não encetada. Armazenar em local seco e ao abrigo da luz solar directa.



**Dados técnicos**

|                       |   |              |  |
|-----------------------|---|--------------|--|
| <b>Base química</b>   | Cimento modificado com polímeros, agregados seleccionados, micro sílica e fibras. |              |  |
| <b>Massa volúmica</b> | Aprox. 1,8 kg/dm <sup>3</sup> .   |              |  |
| <b>Granulometria</b>  | 0 – 0,5 mm.   | (EN 12192-1) |  |

**Propriedades físicas / Mecânicas**

| Requisitos                                       | (NP EN 1504-2.) |   |   |
|--|-----------------|---|---|
|  | Norma de ensaio | Resultados                                | Requisitos                                  |
| Permeabilidade ao CO <sub>2</sub>                | EN 1062-6       | S <sub>D</sub> = 50                       | S <sub>D</sub> ≥ 50 m                       |
| Absorção capilar e permeabilidade à água líquida | EN 1062-3       | 0,010 kg m <sup>-2</sup> h <sup>0,5</sup> | w < 0,1 kg m <sup>-2</sup> h <sup>0,5</sup> |
| Ciclo gelo-degelo (degelo imersão em sal)        | EN 13687-1      | 0,81 N/mm <sup>2</sup>                    | ≥ 0,8 N/mm <sup>2</sup>                     |
| Tensão de aderência                              | EN 1542         | 0,83 N/mm <sup>2</sup>                    | ≥ 0,8 N/mm <sup>2</sup>                     |
| Ponte de fissuras                                | EN 1062-7       | > 0,100 mm                                | Classes                                     |
| Substâncias perigosas (Crómio VI)                | EN 196-10       | < 0,0002%                                 | < 0,0002%                                   |
| Reacção ao fogo                                  | EN 13501-1      | A2  | Euroclasses                                 |

**Informação sobre o sistema**

**Pormenores de aplicação**

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Consumo/ Dosagem</b>  | Consumo orientativo 1,8 kg/m <sup>2</sup> por mm de espessura.  |
| <b>Qualidade da base</b> | A base deve estar estruturalmente sã, isenta de quaisquer partículas não aderentes, pó, e outras contaminações de superfície como óleos ou gorduras, leitação de cimento. |

**Preparação da base**

A base deve ser preparada por técnicas de preparação mecânica adequadas, como água a alta pressão ou jacto de areia, jorrar água para remover todos os revestimentos anteriores, escovar fios, lixar as telhas cerâmicas. Métodos de limpeza não vibratórios/impacto são os preferidos.

Betão danificado, delaminado ou fraco deve ser reparado usando argamassas SikaTop® ou Sika® Monotop®.

Para uma correcta impermeabilização de piscinas, tanques, cisternas, sub-caves, é útil para perceber filetes de canto entre o chão e a parede com argamassas SikaTop® ou Sika® Monotop®. Interrupções na cofragem de betão, tubos, luzes e instalações devem ser seladas com meios adequados.

A base deve ser deixada naturalmente seca ou húmida, como ela é. Não humedecer antes da aplicação. Evitar água estagnada ou condensação antes da aplicação.

**Condições de aplicação/ Limitações**

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| <b>Temperatura da base</b> | Mínima: +5 °C. / Máxima: +35 °C. |
|----------------------------|----------------------------------|

|  |  |
|--|--|
| <b>Temperatura ambiente</b>                    | Mínima: +5 °C. / Máxima: +35 °C.   |
| <b>Instruções de aplicação</b>                 |  |
| <b>Relação de mistura</b>                      | Componente A : componente B = 6,4 : 20.  |
| <b>Mistura</b>                                 | <p>Mexer com misturador munido de hélice adequado a argamassas e de baixa rotação (500 rpm). Agitar cuidadosamente o componente A antes de usar. Depois verter aprox. ½ comp. A em um recipiente adequado e juntar o comp. B devagar enquanto se mistura. Quando a mistura estiver homogênea, adicionar o restante do comp. A, e misturar bem durante pelo menos, por 3-4 minutos, até se obter uma consistência sem grumos.</p> <p>Não adicionar mais água ou outros ingredientes. Cada unidade de embalagem deve ser totalmente misturada para evitar uma distribuição defeituosa das partículas de agregados contidas no componente em pó.</p>  |
| <b>Aplicação</b>                               | <p>Aplicar Sikalastic®-152, por meio de uma espátula na superfície da base, exercendo uma boa pressão.</p> <p>Aplicar a primeira camada de Sikalastic®-152 com espátula metálica com dentes de 3 mm x 3 mm, exercendo pressão uniforme de compactação da base, a fim de obter uma espessura regular e constante. Após endurecimento da primeira camada, aplicar a segunda camada com espátula lisa, cuidando para que se faça o recobrimento perfeito, regular e contínuo da primeira, selando os sulcos dos dentes da espátula.</p> <p>A espessura máxima aplicável por camada é de 2 mm. Para protecção e impermeabilização de betão, a espessura correcta de aplicação é de pelo menos 4 mm, aplicada em duas camadas.</p> <p>Em zonas fortemente solicitadas aconselhamos a inserção sobre a primeira camada fresca de armadura em fibra de vidro Armadura Sika® GT 160, resistente aos alcalis. A armadura deve ser tapada depois completamente com a segunda camada. Não podem ficar vazios ou bolsas de ar entre a armadura e o revestimento.</p> <p>Correspondendo a possíveis juntas de pavimento e outras zonas críticas (por exemplo, interface com superfícies verticais), a camada de impermeabilização pode ser reforçada com Sika® Seal Tape S. Esta deve ser aplicada na primeira camada fresca e depois coberta pela segunda camada. Para conseguir uma superfície lisa, não lixar o material até que este esteja totalmente endurecido, pois isso pode danificar a capacidade de impermeabilização. Aguarde até que esteja completamente endurecido e remova quaisquer irregularidades na superfície por lixagem conforme necessário.</p> <p>Aplicação de revestimentos cerâmicos sobre Sikalastic®-152: Cerâmicos e mosaicos vítreos podem ser aplicados sobre Sikalastic®-152 usando um cimento cola adequado (por exemplo, cimento cola em conformidade com a classe C2, conforme EN 12004 – cimento cola de elasticidade média). Juntas devem ser preenchidas com um produto do tipo Sika® Ceram ou outro.</p> |
| <b>Limpeza de ferramentas</b>                  | Limpar todas as ferramentas e equipamento com água imediatamente após a utilização. Material curado/endurecido só pode ser removido mecanicamente.   |
| <b>Tempo de vida útil da mistura (potlife)</b> | Aprox. 1 hora a +20 °C. Não preparar quantidades maiores que as que é possível aplicar dentro deste período.   |

**Intervalo entre camadas** *Imersão:* Sikalastic®-152 deve estar suficientemente endurecido antes de pintar ou de o colocar em imersão.

A tabela seguinte serve de orientação:

|  | Tempo de espera a +20 °C | Tempo de espera a +10 °C |
|--|--------------------------|--------------------------|
| <b>Aplicação de cerâmico na horizontal</b> | Aprox. 2 dias            | Aprox. 7 dias            |
| <b>Aplicação de cerâmico na vertical</b>   | Aprox. 2 dias            | Aprox. 3 dias            |
| <b>Revestimento com produto base água</b>  | Aprox. 2 dias            | Aprox. 3 dias            |
| <b>Imersão em água</b>                     | Aprox. 2 dias            | Aprox. 7 dias            |

**Importante**

- Proteger da chuva até pelo menos 24 a 48 horas após a aplicação. Evitar a aplicação em, e proteger o material recentemente aplicado da luz solar directa e / ou ventos fortes.
- Evitar o contacto directo com água clorada de piscinas usando Icosit® Dispersion Super, ou pastilhas cerâmicas adequadas para piscinas.
- Sikalastic®-152 não é uma barreira de vapor, e pode transmitir as tensões de vapor para revestimentos aplicados em excesso.
- O processo de endurecimento é mais lento quando há um elevado teor de humidade ambiental, por exemplo em ambientes fechados ou mal ventilados e em porões. São recomendados métodos de ventilação.
- Não aplicar o produto sobre forte exposição ao sol, na presença de vento forte, ou quando pode chover.

**Nota**

Todos os dados técnicos referidos nesta Ficha de Produto são baseados em ensaios laboratoriais. Resultados obtidos noutras condições podem divergir dos apresentados, devido a circunstâncias que não podemos controlar.

**Risco e segurança**

**Medidas de segurança**

Para informações complementares sobre o manuseamento, armazenagem e eliminação de resíduos do produto consultar a respectiva Ficha de Dados de Segurança e o rótulo da embalagem.

*"O produto está seguro na C² Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nºCH00003018L105A), a título de responsabilidade civil do fabricante".*  
 A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um fim em particular nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que solicitada.

**Marcação CE**

A Norma Europeia EN 1504-2 "Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas em betão – Definições, requisitos, controlo de qualidade e avaliação de conformidade – Parte 2: sistemas de protecção superficial para betão" especifica os requisitos dos revestimentos a utilizar para a protecção de estruturas de betão (na construção em geral ou em obras de arte).

Os produtos que se encontram abrangidos por esta especificação necessitam de ter marcação CE, de acordo com o Anexo ZA, Tabela ZA.1a a ZA.1g de acordo com o âmbito e cláusulas relevantes aí indicadas, e cumprir os requisitos do mandato da Directiva de Produtos da Construção (89/106/CEE).



**Sika Portugal, SA**  
 R. de Santarém, 113 Tel. +351 22 377 69 00  
 4400-292 V. N. Gaia Fax +351 22 370 20 12  
 Portugal www.sika.pt



**Ficha de Produto**  
 Edição de Abril de 2011  
 Nº de identificação: 03.113  
 Versão nº 1  
 Sika® MonoTop®-620



## Sika® MonoTop®-620

Argamassa de reparação monocomponente fina, à base de cimento com resinas sintéticas e fumo de sílica

Construction

|   |  |
|---|--|
| <b>Descrição do produto</b>             | Sika® MonoTop®-620 é uma argamassa monocomponente à base de cimento, areias seleccionadas, sílica de fumo e resinas sintéticas. Cumpre os requisitos da classe R3 da norma NP EN 1504-3.   |
| <b>Utilizações</b>                      | <p>Sika® MonoTop®-620 pode utilizar-se com armadura ou sem ela, sobre superfícies de betão, argamassa tradicional ou argamassas prontas da gama SikaTop® ou Sika® MonoTop®, em trabalhos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Selagem de poros em superfícies de betão ou argamassa.</li> <li>■ Revestimento fino de elementos estruturais verticais ou horizontais, em obras de Engenharia Civil.</li> <li>■ Regularização de superfícies de betão.</li> <li>■ Reparações de pouca espessura: enchimento de chochos, ninhos de agregados no betão, etc.</li> <li>■ Reparação de arestas, reperfilamentos de lábios de juntas, etc.</li> <li>■ Trabalhos de reparação (princípio 3, método 3.1 e 3.3 da NP EN 1504-9).<br/>                     Reparação de betão delaminado e degradado em edifícios, pontes, infra-estruturas e obras de arte.</li> </ul> |
| <b>Características/ Vantagens</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Classe R3 segundo a norma NP EN 1504-3.</li> <li>■ Pronto a aplicar, basta adicionar água e amassar.</li> <li>■ Permite ajustar a consistência para obter a trabalhabilidade desejada.</li> <li>■ Excelente aderência à base.</li> <li>■ Baixa retracção.</li> <li>■ Projectável por via húmida.</li> <li>■ Não é corrosivo, nem tóxico.</li> <li>■ Classificação ao fogo A<sub>1</sub> para Sika® MonoTop®-620 cinzento e A<sub>2</sub> para Sika® MonoTop®-620 branco.</li> </ul>   |
| <b>Certificados/ Boletins de Ensaio</b> | Cumprir os requisitos da NP EN 1504-3.   |
| <b>Dados do produto</b>                 |  |
| <b>Aspecto / Cor</b>                    | Pó cinzento claro (branco, por encomenda).   |
| <b>Fornecimento</b>                     | Saco 25 kg.  |
| <b>Armazenagem e conservação</b>        | O produto conserva-se durante 12 meses a partir da data de fabrico, na embalagem original não encetada. Armazenar em local seco e ao abrigo da luz solar directa.  |
| <b>Dados técnicos</b>                   |  |
| <b>Base química</b>                     | Argamassa de cimento melhorada com resinas sintéticas e fumo de sílica.  |
| <b>Massa volúmica</b>                   | Aprox. 2,02 kg/dm <sup>3</sup> (argamassa fresca, a +20 °C).   |



| <b>Granulometria</b>   | Cinzento: 0 – 0,7 mm.<br>Branco: 0 – 0,3 mm.   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|--|--|---|--|--|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------|---------|------------------|------------------|---|---|---|----------------------------|-------------------------|--|--|------------------------|----------|----------|---------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Espessura da camada</b>   | Cinzento: Mínima: 1,5 mm. / Máxima: 5 mm.<br>Branco: Mínima: 1,0 mm. / Máxima: 3 mm.   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <b>Propriedades físicas / Mecânicas</b>  |  |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <b>Resistência à compressão</b>  | <b>Cinzento</b> (EN 12190)   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo</th> <th>1 dia</th> <th>7 dias</th> <th>28 dias</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistência</td> <td>Aprox. 9,5 N/mm<sup>2</sup></td> <td>Aprox. 20,0 N/mm<sup>2</sup></td> <td>Aprox. 43,7 N/mm<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table>   | Tempo                                     | 1 dia  | 7 dias                                       | 28 dias                  | Resistência              | Aprox. 9,5 N/mm <sup>2</sup> | Aprox. 20,0 N/mm <sup>2</sup> | Aprox. 43,7 N/mm <sup>2</sup> |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Tempo  | 1 dia                                     | 7 dias                                       | 28 dias                                      |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Resistência  | Aprox. 9,5 N/mm <sup>2</sup>   | Aprox. 20,0 N/mm <sup>2</sup>             | Aprox. 43,7 N/mm <sup>2</sup>                |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <b>Branco:</b> Aprox. 32,9 N/mm <sup>2</sup> (aos 28 dias) (EN 12190)  |  |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <b>Resistência à flexotraccção</b>   | <b>Cinzento:</b> Aprox. 8,7 N/mm <sup>2</sup> (aos 28 dias) (EN 196-1)   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | <b>Branco:</b> Aprox. 8,6 N/mm <sup>2</sup> (aos 28 dias) (EN 196-1)   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <b>Retracção</b>   | <b>Cinzento:</b> -0,742 mm/m (28 dias/ +20 °C/ 65% h.r.). (EN 52450)   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <b>Requisitos segundo EN 1504-3 Classe R3</b>  | Cinzento: Ensaiado na relação água : pó = 16%.   |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Propriedade</th> <th>Método de ensaio</th> <th>Resultados</th> <th>Requisitos (R3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistência à compressão</td> <td>EN 12190</td> <td>43,7 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 25 N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Teor de iões cloretos</td> <td>EN 1015-17</td> <td>&lt; 0,01%</td> <td>≤ 0,05%</td> </tr> <tr> <td>Absorção capilar</td> <td>EN 13057</td> <td>0,4 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-0,5</sup></td> <td>≤ 0,5 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-0,5</sup></td> </tr> <tr> <td>Resistência à carbonatação</td> <td>EN 13295</td> <td>d<sub>k</sub> = 3,7 mm</td> <td>d<sub>k</sub> ≤ betão padrão tipo MC (0,45)</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidade</td> <td>EN 13412</td> <td>22,3 GPa</td> <td>≥ 15 GPa</td> </tr> <tr> <td>Tensão de aderência</td> <td>EN 1542</td> <td>2,1 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> </tr> <tr> <td>Retracção controlada</td> <td>EN 12617-4</td> <td>2,0 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> </tr> <tr> <td>Expansão controlada</td> <td>EN 12617-4</td> <td>2,0 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> </tr> </tbody> </table> | Propriedade                               | Método de ensaio                             | Resultados                                   | Requisitos (R3)          | Resistência à compressão | EN 12190                     | 43,7 N/mm <sup>2</sup> (MPa)  | ≥ 25 N/mm <sup>2</sup>        | Teor de iões cloretos | EN 1015-17 | < 0,01% | ≤ 0,05%          | Absorção capilar | EN 13057                                  | 0,4 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup>   | ≤ 0,5 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup> | Resistência à carbonatação | EN 13295                | d <sub>k</sub> = 3,7 mm                      | d <sub>k</sub> ≤ betão padrão tipo MC (0,45) | Módulo de elasticidade | EN 13412 | 22,3 GPa | ≥ 15 GPa            | Tensão de aderência | EN 1542                     | 2,1 N/mm <sup>2</sup> (MPa)   | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | Retracção controlada | EN 12617-4                  | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)   | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | Expansão controlada | EN 12617-4                  | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)   | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa) |
|  | Propriedade  | Método de ensaio                          | Resultados                                   | Requisitos (R3)                              |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Resistência à compressão   | EN 12190                                  | 43,7 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                 | ≥ 25 N/mm <sup>2</sup>                       |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Teor de iões cloretos  | EN 1015-17                                | < 0,01%                                      | ≤ 0,05%                                      |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Absorção capilar   | EN 13057                                  | 0,4 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup>    | ≤ 0,5 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup>  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Resistência à carbonatação   | EN 13295                                  | d <sub>k</sub> = 3,7 mm                      | d <sub>k</sub> ≤ betão padrão tipo MC (0,45) |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Módulo de elasticidade   | EN 13412                                  | 22,3 GPa                                     | ≥ 15 GPa                                     |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Tensão de aderência  | EN 1542                                   | 2,1 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                  | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
|  | Retracção controlada   | EN 12617-4                                | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                  | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Expansão controlada  | EN 12617-4   | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)               | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Branco Ensaiado na relação água: pó = 19%.   |  |   |  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Propriedade</th> <th>Método de ensaio</th> <th>Resultados</th> <th>Requisitos (R3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Resistência à compressão</td> <td>EN 12190</td> <td>32,9 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 25 N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>Teor de iões cloretos</td> <td>EN 1015-17</td> <td>&lt; 0,01%</td> <td>≤ 0,05%</td> </tr> <tr> <td>Absorção capilar</td> <td>EN 13057</td> <td>0,5 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-0,5</sup></td> <td>≤ 0,5 kg.m<sup>-2</sup>.h<sup>-0,5</sup></td> </tr> <tr> <td>Resistência à carbonatação</td> <td>EN 13295</td> <td>d<sub>k</sub> = 3,7 mm</td> <td>d<sub>k</sub> ≤ betão padrão tipo MC (0,45)</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidade</td> <td>EN 13412</td> <td>17 GPa</td> <td>≥ 15 GPa</td> </tr> <tr> <td>Tensão de aderência</td> <td>EN 1542</td> <td>2,0 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> </tr> <tr> <td>Retracção controlada</td> <td>EN 12617-4</td> <td>2,0 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> </tr> <tr> <td>Expansão controlada</td> <td>EN 12617-4</td> <td>2,0 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> <td>≥ 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</td> </tr> </tbody> </table> | Propriedade  | Método de ensaio                          | Resultados                                   | Requisitos (R3)                              | Resistência à compressão | EN 12190                 | 32,9 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | ≥ 25 N/mm <sup>2</sup>        | Teor de iões cloretos         | EN 1015-17            | < 0,01%    | ≤ 0,05% | Absorção capilar | EN 13057         | 0,5 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup> | ≤ 0,5 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup> | Resistência à carbonatação                  | EN 13295                   | d <sub>k</sub> = 3,7 mm | d <sub>k</sub> ≤ betão padrão tipo MC (0,45) | Módulo de elasticidade                       | EN 13412               | 17 GPa   | ≥ 15 GPa | Tensão de aderência | EN 1542             | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | Retracção controlada          | EN 12617-4           | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | Expansão controlada           | EN 12617-4          | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa) | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa) |                               |
| Propriedade  | Método de ensaio   | Resultados                                | Requisitos (R3)                              |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Resistência à compressão   | EN 12190   | 32,9 N/mm <sup>2</sup> (MPa)              | ≥ 25 N/mm <sup>2</sup>                       |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Teor de iões cloretos  | EN 1015-17   | < 0,01%                                   | ≤ 0,05%                                      |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Absorção capilar   | EN 13057   | 0,5 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup> | ≤ 0,5 kg.m <sup>-2</sup> .h <sup>-0,5</sup>  |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Resistência à carbonatação   | EN 13295   | d <sub>k</sub> = 3,7 mm                   | d <sub>k</sub> ≤ betão padrão tipo MC (0,45) |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Módulo de elasticidade   | EN 13412   | 17 GPa                                    | ≥ 15 GPa                                     |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Tensão de aderência  | EN 1542  | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)               | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Retracção controlada   | EN 12617-4   | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)               | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |
| Expansão controlada  | EN 12617-4   | 2,0 N/mm <sup>2</sup> (MPa)               | ≥ 1,5 N/mm <sup>2</sup> (MPa)                |  |                          |                          |                              |                               |                               |                       |            |         |                  |                  |   |   |   |                            |                         |  |  |                        |          |          |                     |                     |                             |                               |                               |                      |                             |                               |                               |                     |                             |                               |                               |

| <b>Informação sobre o sistema</b> |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Estrutura do sistema</b>       | <p>Sika® MonoTop®-620 faz parte da gama de argamassas Sika em conformidade com a norma NP EN 1504-3, inserido no sistema:</p> <p><b>Agente de aderência / protecção anticorrosiva:</b><br/>-Sika® MonoTop® -910 S Utilizações normais</p> <p><b>Argamassa de reparação:</b><br/>Sika® MonoTop®-612/ -412 S/ -211 FG/ -352 SFG/ -618/ -638 (consultar as respectivas Fichas de Produto)</p> <p><b>Argamassa de regularização e selagem:</b><br/>-Sika® MonoTop®-620 Aplicação manual ou por projecção</p>   |
| <b>Pormenores de aplicação</b>    |  |
| <b>Consumo/ Dosagem</b>           | <p>2,02 kg de argamassa fresca por m<sup>2</sup> e por mm de espessura.<br/>Aprox. 1,74 kg de Sika® MonoTop®-620 / m<sup>2</sup>/ mm espessura.</p>  |
| <b>Qualidade da base</b>          | <p><b>Betão:</b><br/>A superfície deve apresentar-se limpa de poeiras, partículas soltas, contaminações e restos de eventuais películas que dificultem a aderência ou a penetração dos materiais de reparação.</p> <p><b>Armaduras:</b><br/>Ferrugem, lascas, resíduos de argamassas ou betão, poeiras e outras partículas soltas ou materiais em deterioração que possam reduzir a aderência ou provocar corrosão devem ser integralmente removidos. O aço deve ser decapado ao grau Sa 2 ½. Consultar a norma NP EN 1504-10 para verificação de requisitos específicos.</p>  |
| <b>Preparação da base</b>         | <p><b>Betão:</b><br/>Betão em delaminação, fraco e deteriorado (e mesmo betão são, quando necessário) deve ser removido através de métodos mecânicos adequados ou através de jacto de água de muito alta pressão (até 110 MPa). Devem remover-se todos os fragmentos de ferros de amarração, pregos e outros elementos metálicos visíveis.<br/>Delimitar a área de escarificação do betão através de corte com disco rotativo, num ângulo de 90° – 135° relativamente à superfície, de forma a garantir uma boa aderência entre Sika® MonoTop®-620 e o betão adjacente. A superfície de contacto deverá apresentar-se ainda com rugosidade suficiente para assegurar a ligação mecânica entre ambos os materiais.<br/>Garantir a remoção do betão em redor da armadura numa profundidade suficiente que permita a colocação e compactação adequada do material de reparação.</p> <p><b>Armaduras:</b><br/>A superfície deve ser preparada através de decapagem com jacto abrasivo ou decapagem com jacto de água de alta pressão (até 60 MPa). Quando as armaduras tenham estado expostas a cloretos ou outros materiais corrosivos, deverão ser lavadas com jacto de água (pressão até 18 MPa).</p> <p><b>Primário de aderência:</b><br/>Geralmente não é necessária a aplicação de primário de aderência, desde que a base se apresente bem preparada e suficientemente rugosa. Nesta situação a superfície deve ser saturada de água, iniciando-se a aplicação da argamassa de reparação quando esta se apresentar escura, húmida mas sem água visível. Quando for necessária a aplicação do primário de aderência, utilizar Sika® MonoTop®-910 S (consultar a respectiva Ficha de Produto). A aplicação posterior de Sika® MonoTop®-620 deverá ser efectuada fresco sobre fresco.</p> <p>Valores de aderência em obra:<br/>- Reparação estrutural &gt; 1,2 a 1,5 N/mm<sup>2</sup> (MPa)<br/>- Reparação não estrutural &gt; 0,7 N/mm<sup>2</sup> (MPa)</p> |

|              |   |
|--------------|---|
| Construction | <b>Risco e segurança</b>  |
|              | <p><b>Medidas de segurança</b> Para informações complementares sobre o manuseamento, armazenagem e eliminação de resíduos do produto consultar a respectiva Ficha de Dados de Segurança e o rótulo da embalagem.</p> <p><i>"O produto está seguro na C<sup>o</sup> Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nºCH00003018LI05A), a título de responsabilidade civil do fabricante".</i></p> <p>A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um fim em particular nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que solicitada.</p> |
|              | <p><b>Marcação CE</b> A Norma Europeia NP EN 1504-3 "Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas em betão – Definições, requisitos, controlo de qualidade e avaliação de conformidade – Parte 3: Reparação estrutural e não estrutural" especifica os requisitos dos revestimentos a utilizar para a protecção de estruturas de betão (na construção em geral ou em obras de arte). Os produtos que se encontram abrangidos por esta especificação necessitam de ter marcação CE, de acordo com o Anexo ZA.2, Tabela ZA.2 de acordo com o âmbito e cláusulas relevantes aí indicadas, e cumprir os requisitos do mandato da Directiva de Produtos da Construção (89/106/CEE).</p>  |



Sika Portugal, SA  
 R. de Santarém, 113  
 4400-292 V. N. Gaia  
 Portugal  
 Tel. +351 22 377 69 00  
 Fax +351 22 370 20 12  
 www.sika.pt



Sika® MonoTop®-620 5/5

**Ficha do Produto**  
 Edição 07/03/2011  
 Identificação no:  
 02 03 03 04 001 0 000001  
 Sika® FerroGard® 903+

## Sika® FerroGard® 903+

### Inibidor de corrosão impregnante (nova fórmula)

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Descrição do Produto</b>        | <p>Sika® FerroGard® 903+ é um inibidor de corrosão misto aplicado por impregnação da superfície do concreto, indicado para proteção das armaduras em estruturas de concreto.</p> <p>Sika® FerroGard® 903+ é constituído por compostos orgânicos. Sika® FerroGard® 903+ penetra no concreto e forma uma camada monomolecular protetora na superfície do aço.</p> <p>A proteção com Sika® FerroGard® 903+ age com duplo efeito atrasando o início da corrosão e diminuindo a velocidade com que esta deteriora o aço. A proteção de Sika® FerroGard® 903+ contra corrosão aumenta em até 15 anos o tempo de ciclos de manutenção quando utilizado como parte de um completo Sistema de Reparo e Proteção da Sika.</p>   |
| <b>Utilização</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para proteção de estruturas de concreto armado expostas ou enterradas.</li> <li>■ Para reparo e tratamento de estruturas não danificadas onde o aço sofre corrosão ou corre o risco de corrosão devido os efeitos da carbonatação ou ataque de cloretos.</li> <li>■ Sika® FerroGard® 903+ é especialmente apropriado para estender a vida útil de superfícies de concreto que demandam alto custo de manutenção ou necessitam de valor estético.</li> </ul>  |
| <b>Características / Vantagens</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Atende o princípio 11 da norma EN 1504-9 método 11.3 (aplicação de inibidor no concreto).</li> <li>■ Não altera a aparência da estrutura de concreto.</li> <li>■ Não altera a capacidade de difusão de vapor d'água.</li> <li>■ Proteção e durabilidade por longo período.</li> <li>■ Pode ser aplicado na superfície de reparos e áreas adjacentes para prevenir o desenvolvimento de anodos incipientes.</li> <li>■ Protege ambas as regiões do aço, catódica (princípio 9) e anódicas (princípio 11), referindo-se à norma EN 1504-9.</li> <li>■ Pode ser aplicado onde outros sistemas de reparo ou prevenção não são viáveis.</li> <li>■ Estende economicamente a vida-útil de estruturas de concreto armado.</li> <li>■ Aplicação fácil e econômica.</li> <li>■ Teste de profundidade de penetração pode ser feito no local utilizando o "Teste Qualitativo de Cor" da Sika – entrar em contato com Departamento Técnico da Sika Brasil para mais detalhes.</li> </ul> |
| <b>Testes</b>                      |   |
| <b>Aprovações / Normas</b>         | <p>BRE, The use of surface applied FerroGard 903+ corrosion inhibitor to delay the onset of chloride induced corrosion in hardened concrete, BRE Client Report No. 224-346, 2005.</p> <p>Mott MacDonald, Evaluation of Sika® FerroGard® 901 e 903+ Corrosion Inhibitors, Ref. 26'063/001 Rev A, April 1996.</p> <p>SAMARIS (Sustainable and Advanced Materials for Road Infrastructure) – Final Report, Deliverables D17a, D17b, D21 &amp; D25a, Copenhagen, 2006.</p> <p>Mulheron, M., Nwaubani, S.O., Corrosion Inhibitors for High Performance Reinforced Concrete Structures, University of Surrey, 1999.</p>   |



Sika® FerroGard® 903+  
1/5

# Construção

|   |   |
|---|---|
|   | C-Probe Systems Ltd., Performance of Corrosion Inhibitors in Practice, 2000.<br>Wolfseher & Partner, Materials Technological Investigation, Report No. 96.144.11 and Report No. 98.115.11.  |
| <b>Informações do Produto</b>                 |   |
| <b>Forma</b>                                  |   |
| <b>Aparência / Cor</b>                        | Líquido transparente.   |
| <b>Embalagem</b>                              | Bombona de 25 kg  |
| <b>Armazenamento</b>                          |   |
| <b>Condições de Armazenamento / Vida útil</b> | 24 meses após a data de fabricação se devidamente armazenado em embalagem selada e não danificada. Armazenar em ambiente fresco. Em caso de congelamento, (< -5°C), pode ocorrer cristalização reversível. Se isto ocorrer, deixar o produto aquecer em temperatura ambiente (+15 a +25 °C), então misturar bem para dissolver os cristais novamente.   |
| <b>Informações Técnicas</b>                   |   |
| <b>Química básica</b>                         | Solução aquosa de amino alcoóis e sais de amino alcoóis   |
| <b>Densidade</b>                              | ~ 1,04 kg/l (a +20°C)   |
| <b>Valor do pH</b>                            | ~ 10  |
| <b>Viscosidade</b>                            | ~ 24 mPa.s  |
| <b>Taxa de penetração</b>                     | Testes experimentais em obras mostraram que Sika® FerroGard® 903+ pode penetrar no concreto em uma taxa de alguns milímetros por dia e numa profundidade de aproximadamente 25 a 40 mm em 1 mês. Esta taxa de penetração pode ser maior ou menor dependendo da porosidade do concreto. Sika® FerroGard® 903+ penetra tanto por mecanismos de difusão no estado líquido quanto no estado gasoso.<br>Nota:<br>Se após a aplicação do Sika® FerroGard® 903+, a superfície do concreto for recoberta por revestimentos de proteção (cimentícios, acrílicos, impregnações, etc.) ou impregnações hidrofóbicas, a taxa de difusão do inibidor é reduzida porém não é interrompida, e nesse caso, o mecanismo de difusão se dará apenas na fase gasosa.<br>Devido à variação na qualidade e permeabilidade do concreto, é recomendado conduzir testes preliminares de profundidade de penetração do produto para determinar a taxa específica de penetração. |
| <b>Informações do Sistema</b>                 |   |
| <b>Estrutura do Sistema</b>                   | Sika® FerroGard® 903+ é parte do Sistema Sika® de Reparo e Proteção do Concreto:<br>Reparo do Concreto: Sika® MonoTop®, SikaTop®<br>Controle da Corrosão: Sika® Ferrogard®-903+, Sika® Ferrogard® 901<br>Proteção do Concreto: Revestimentos e impregnações hidrofóbicas Sikagard®  |
| <b>Detalhes de Aplicação</b>                  |   |
| <b>Consumo / Dosagem</b>                      | Geralmente ~0,500 kg/m² (~480 ml/m²).<br>Para concretos muito densos com baixa permeabilidade, a taxa de aplicação de Sika® FerroGard® 903+ pode ser reduzida, mas não deve ser inferior a 0,300 kg/m² (290 ml/m²).   |



Sika® FerroGard® 903+  
2/5

# Construção

|  |   |
|--|---|
|  | Para avaliação dos requisitos de projeto, consumo e profundidade de penetração, recomenda-se testes prévios na obra com método de análise qualitativo. Consulte o Departamento Técnico da Sika Brasil para maiores informações.   |
| <b>Qualidade do Substrato</b>              | Superfície limpa, isenta de poeira, sujeira, óleo, graxa, eflorescências, impregnações hidrofóbicas ou outros materiais que reduzam ou prejudiquem a penetração do produto. O substrato deverá estar absorvente.<br><br>Se o substrato for posteriormente revestido, a rugosidade superficial deve ser suficiente para atender os requisitos de aderência.  |
| <b>Preparo do Substrato</b>                | Concreto delaminado, fraco, danificado ou deteriorado deve ser reparado utilizando argamassas Sika® MonoTop® ou SikaTop®.<br><br>Para concreto aparente ou a ser protegido por revestimentos ou hidrofugantes, hidrojetar a superfície com pressão de até 18 MPa – 180 bars.<br><br>Para concreto a ser posteriormente revestido com material cimentício, abrir a rugosidade superficial com técnica abrasiva ou hidrojetamento de alta pressão (até 60 MPa – 600 bars).<br><br>Não utilizar água quente.<br><br>Para otimizar a penetração, o substrato deve estar totalmente seco para a aplicação de Sika® FerroGard® 903+.  |
| <b>Condições de Aplicação / Limitações</b> |   |
| <b>Temperatura do Substrato</b>            | +5°C mín. / +40°C máx.  |
| <b>Temperatura Ambiente</b>                | +5°C mín. / +40°C máx.  |
| <b>Instruções de Aplicação</b>             |   |
| <b>Mistura</b>                             | Sika® FerroGard® 903+ é fornecido pronto para o uso e não deve ser diluído. Não agite o produto antes do seu uso.   |
| <b>Métodos de Aplicação/ Ferramentas</b>   | Sika® FerroGard® 903+ deve ser aplicado até a saturação por pincel, rolo ou equipamento borrifador de baixa pressão. Não aplicar sob luz do sol direta.<br><br>Após a aplicação da última demão, tão logo a superfície do concreto se torne fosca, molhe o concreto com água a baixa pressão (mangueira d'água).<br><br>No dia seguinte à aplicação, as superfícies tratadas devem ser limpas com jato de água (~10 MPa – 100 bars).  |
| <b>Limpeza das Ferramentas</b>             | Usar água para limpar os equipamentos e ferramentas de aplicação.   |
| <b>Tempo de Secagem / Entre Demãos</b>     | <u>Número de demãos:</u><br>Depende da porosidade e umidade contida no substrato e das condições climáticas.<br><br><u>Superfícies Verticais:</u><br>Normalmente, 2 a 3 demãos são necessárias para atingir o consumo requerido. No caso de concreto muito denso, demãos adicionais podem ser requeridas.<br><br><u>Superfícies Horizontais:</u><br>Saturar a superfície com 1 a 2 demãos, tomando-se cuidado para evitar empoçamentos.<br><br><u>Tempo de espera entre demãos:</u><br>Depende da porosidade do concreto e das condições climáticas, normalmente 1 a 6 horas. Aguarde a secagem da superfície até uma aparência fosca entre as demãos.<br><br><b>REVESTIMENTOS:</b><br>Se a aplicação for realizada da forma descrita acima, a aplicação posterior de |



# Construção

|   |  |
|---|--|
|   | <p>revestimentos hidrofóbicos Sikagard<sup>®</sup>, revestimentos permeáveis ao vapor Sikagard<sup>®</sup> ou produtos Sikafloor<sup>®</sup>, não requer preparos adicionais da superfície (consulte a ficha técnica dos produtos citados para detalhes da sua aplicação).</p> <p>Para aplicação de revestimentos não fornecidos pela Sika, favor contactar o departamento técnico do fabricante para confirmação da compatibilidade com Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup>-903+ ou realize testes de aderência no campo para verificação de compatibilidade.</p> <p>Quando Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup>-903+ for aplicado nas áreas de reparo ou antes de revestimentos cimentícios, sistemas de reparo ou nivelamento Sika podem ser empregados. Procedimentos de preparo regulares da superfície (pré-molhagem) devem ser adotados.</p> <p>Quando um tratamento de nivelamento / preenchimento de poros da superfície for empregado após Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup>-903+, produtos como SikaTop<sup>®</sup>-121, Sikagard<sup>®</sup> 720 EpoCem<sup>®</sup>, Sika<sup>®</sup> MonoTop<sup>®</sup>-107, SikaTop<sup>®</sup>-Seal 107, Sika<sup>®</sup> MonoTop<sup>®</sup>-620, etc. podem ser utilizados. Argamassas cimentícias de nivelamento somente devem ser empregadas sobre superfícies com rugosidade aberta, limpas e livres de resíduos.</p> <p>Se outros produtos Sika estiverem previstos para aplicação, testes de campo devem ser realizados para confirmação da compatibilidade e definição dos procedimentos de aplicação.</p> <p>Se produtos de outros fornecedores estiverem previstos para aplicação, favor contactar o departamento técnico do fabricante para confirmação da compatibilidade com Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup>-903+ ou realize testes de aderência no campo para verificação de compatibilidade.</p>   |
| <p><b>Notas de Aplicação / Limitações</b></p> | <p>Não aplicar o produto onde chuvas ou geadas forem esperadas.</p> <p>Os seguintes materiais de construção devem ser protegidos de respingo de Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup> 903+ durante a aplicação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumínio, cobre, aço galvanizado, mármore e outras pedras naturais similares.</li> </ul> <p>Defeitos visíveis no concreto (trincas, partes soltas, etc) devem ser reparados utilizando métodos convencionais (remoção do concreto contaminado, reforço, acabamento, etc.).</p> <p>Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup> 903+ pode ser aplicado após o fechamento dos reparos (após o endurecimento da argamassa), mas não após a aplicação do sistema de proteção – áreas de reparo recentes não necessitam ser tratadas com o inibidor, entretanto, caso seja isso seja feito, espera-se menor difusão nestas regiões.</p> <p>A concentração típica máxima de cloretos ao nível da armadura deve ser de 1% em relação ao peso de cimento de ions cloreto livres (equivalente a 1,7% de cloreto de sódio). Acima deste limite, de acordo com as condições do ambiente e nível de atividade da corrosão, dosagens superiores de Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup> 903+ podem ser consideradas. Testes e monitoramento da taxa de corrosão devem ser realizados para confirmação do consumo necessário e eficiência.</p> <p>Para proteção efetiva, a concentração mínima de Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup> 903+ ao nível da barra deve ser de 100ppm quando medida por cromatografia iônica – método detalhado disponível sob consulta.</p> <p>Não aplicar em zonas de maré ou em substratos saturados com água.</p> <p>Evite aplicação sob luz direta do sol, vento forte ou chuva.</p> <p>Não aplicar no concreto em contato direto com água potável.</p> <p>Dependendo das condições do substrato, a aplicação de Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup> 903+ pode originar um leve escurecimento da superfície. Realize um teste preliminar.</p> <p>Todos os tratamentos de superfície devem ser removidos utilizando água fria.</p> |
| <p><b>Detalhes da Cura</b></p>                | <p>Sika<sup>®</sup> FerroGard<sup>®</sup>-903+ não necessita nenhum processo de cura especial, mas deve ser protegido contra chuva por pelo menos 4 horas.</p>   |



# Construção

|  |  |
|--|--|
| <b>Base dos Valores</b>                    | Todos os dados técnicos aqui contidos são baseados em testes de laboratórios. Medidas de valores em condições reais podem variar devido a condições fora de nosso controle.  |
| <b>Informações de Segurança e Ecologia</b> | Para maiores informações sobre manuseio, estocagem e disposição dos resíduos consulte a versão mais recente de nossa Ficha de Segurança do Material que contém os dados disponíveis, das propriedades físicas, de ecologia, de toxicidade, e outros dados de segurança pertinentes.  |
| <b>Nota Legal</b>                          | As informações e em particular as recomendações relacionadas com a aplicação e utilização final dos produtos Sika, são fornecidas de boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais. Na prática, as diferenças no estado do material, das superfícies, e das condições de aplicação no campo, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um determinado fim em particular, nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal, poderão ser inferidas desta informação, ou de quaisquer recomendações por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceitas estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os usuários deverão sempre consultar as versões mais recentes das fichas técnicas dos respectivos produtos, que serão entregues sempre que solicitadas. |



**GBC BRASIL**



Sika Brasil  
Av Dr Alberto Jackson Byington, 1525  
Vila Menck – Osasco – SP  
CEP: 06276-000  
Brasil

Tel. +55 11 3687 4600  
Fax +55 11 3601 0288  
e-mail : [consumidor.atendimento@br.sika.com](mailto:consumidor.atendimento@br.sika.com)  
[www.sika.com.br](http://www.sika.com.br)

Sika® FerroGard® 903+  
5/5



### EMACO S 88-CI

Argamassa cimentícia com fibras sintéticas para reparos estruturais com inibidor de corrosão integrado.

#### Descrição do Produto

**EMACO S 88-CI** é um produto cimentício em pó, modificado com aditivos e fibras sintéticas, monocomponente e pronto para o uso. Misturado com água, produz uma argamassa reoplástica e tixotrópica de altas resistências, com retração compensada, elevada aderência, resistente a sulfatos, longo tempo de trabalhabilidade e sem segregação, recomendada para reparos estruturais profundos em concreto com espessura final de até 10cm. Possui um inibidor de corrosão integrado na formulação para melhorar a proteção nas armaduras.

#### Propriedades e Benefícios

**EMACO S88-CI** confere ao concreto as seguintes qualidades especiais:

| Estado Fresco  | Estado Endurecido   |
|--|---|
| - Tixotropia permite aplicação sobrecabeça e na vertical;<br>- Aplicação manual ou por projeção. | - Alta aderência à armadura e ao concreto;<br>- Não contém cloretos nem partículas metálicas;<br>- Altas resistências mecânicas;<br>- Excelente aderência;<br>- Baixa permeabilidade;<br>- Alta durabilidade<br>- Inibidor de corrosão integrado na formulação. |

#### Campos de Aplicação

**EMACO S 88-CI** foi desenvolvido para reparos em áreas como:

- Concreto armado ou protendido
- Aplicações verticais e sobrecabeça
- Reparos em pontes, obras marítimas e industriais com espessura final de até 10cm.
- Melhora a proteção do concreto contra agressividade da água contendo sulfatos e cloretos

#### Modo de Utilização / Aplicação

- Preparo da Superfície:

Delimitar as áreas de reparos com disco de corte diamantado.

A cavidade a ser reparada deve ter espessura mínima de 10 mm e máxima de 100mm.

A superfície deverá estar limpa, isenta de graxa, óleo, partículas soltas ou produtos químicos que provoquem a inibição da aderência e apicoada.

Caso necessário, aplicar na argamassa **RHEOMIX 104**, como ponte de aderência.

- Preparo do Produto:

Proceder a mistura mecânica em argamassadeira, adicionando 2,7 a 3,8 ( 10,5 a 15%) litros de água para cada 20kg do **EMACO S88-CI**. Misturar o produto durante 3 a 4 minutos de forma a garantir uma mistura homogênea e sem grumos.

- Aplicação do Produto:

Para aplicações verticais a argamassa deverá ser aplicada em camadas de aproximadamente 40mm. Para aplicações sobrecabeça o material deverá ser aplicado em camadas de 15 a 20mm e para aplicações horizontais o produto pode ser aplicado diretamente na espessura desejada.

A camada seguinte deverá ser aplicada tão logo se dê o início de pega da primeira (aproximadamente duas horas), ou seja, quando ainda estiver molhada, porém, sem permitir a penetração de um dedo quando pressionada.

Aplicar o material com colher de pedreiro ou desempenadeira metálica, comprimindo-o sobre a superfície até alcançar a espessura desejada. Para aplicar camadas sucessivas de **EMACO S88-CI**, recomendamos umedecer a camada anterior com água, sem encharcamentos. O acabamento deve ser feito com desempenadeira metálica.

Nos casos onde o serviço esteja sujeito a incidências de vento e sol, colocar anteparos ou aspergir CONFILM, evitando a evaporação drástica e prematura da água antes da aplicação de camadas posteriores ou da cura final.



Efetuar cura úmida ou com os líquidos de cura da linha MASTERKURE.

- Consumo argamassa:  
2,160kg/m<sup>2</sup>/1mm (14% de água)

- Consumo pó:  
1900kg/m<sup>3</sup>

- Limpeza:  
A limpeza das ferramentas deve ser feita com água. No entanto, após seu endurecimento, o **EMACO S88-CI** só poderá ser removido mecanicamente.

#### Dados Técnicos

| <b>Função</b>                       | Argamassa de reparo com inibidor de corrosão |                       |                       |
|-------------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|
| <b>Base Química</b>                 | Cimentício com aditivos especiais            |                       |                       |
| <b>Aspecto</b>                      | Pó   |                       |                       |
| <b>Cor</b>                          | Cinza  |                       |                       |
| Tempo de Secagem Inicial:           | 2:00 horas                                   |                       |                       |
| Tempo de Secagem final:             | 7:00 horas (máximo)                          |                       |                       |
| Teste                               | Método BASF                                  | Especificação         | Unidade               |
| Resistência à compressão – 24 horas | TM 233                                       | maior que 24          | MPa                   |
| Resistência à compressão – 07 dias  | TM 233                                       | maior que 50          | MPa                   |
| Resistência à compressão – 28 dias  | TM 233                                       | maior que 60          | MPa                   |
| Retração por secagem                | ASTMC596                                     | 28                    | dias 0,09%            |
| Permeabilidade                      | ASTMC1212                                    | 250                   | Coulombs              |
| Coefficiente de expansão térmica    | ASTMC531                                     | 11,4x10 <sup>-6</sup> | cm/cm°C               |
| Resistência a sulfatos              | ASTM 1012                                    | 28                    | semanas, menos de 10% |
| Densidade                           | ASTM C 905                                   | 2,16                  | g/cm <sup>3</sup>     |

#### Embalagem e Armazenagem

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Embalagem</b>   | Emaco S88 CI é fornecido em sacos de 20 Kg.  |
| <b>Validade</b>    | Validade de 12 meses a partir da data de fabricação, quando respeitadas as condições de armazenagem.   |
| <b>Armazenagem</b> | Manter as embalagens fechadas em local coberto, ventilado, seco, longe das intempéries, fontes de calor, alimentos e bebidas. Evitar contato com ácidos e outros oxidantes. Armazenar longe do alcance de crianças |

#### Transporte e Segurança

|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Transporte</b> | É classificado como transporte não perigoso.  |
| <b>Manuseio</b>   | Utilizar EPI's adequados: luvas e botas impermeáveis, óculos de segurança química. Evitar contato com a pele e olhos; o contato prolongado com a pele pode causar irritações. Não beber, comer ou fumar durante o manuseio; lavar as mãos antes de uma pausa ou depois do trabalho. |
| <b>Fogo</b>       | Produto não inflamável ou explosivo.  |
| <b>Toxicidade</b> | Produto não considerado tóxico, porém impróprio para o consumo humano   |
| <b>Segurança</b>  | Para maiores detalhes, consultar nossa Ficha de Segurança.  |

BASF S/A  
R. Costa Barros, nº 3089 - Bairro Vila Prudente - São Paulo/SP - CEP: 03210-001  
Tel.: (0xx11) 2718-5555 FAX.: (0xx11) 2718-5500

# MuCis m.i.a. 200

## Inibidor de corrosão multifuncional migratório para aplicação superficial, de elevado desempenho

### Descrição do produto

MuCis m.i.a. 200 é um inibidor de corrosão multifuncional de elevado desempenho.

MuCis m.i.a. 200 migra através da porosidade do betão até atingir as armaduras do betão, garantindo a sua protecção e a consequente extensão da vida útil da estrutura.

MuCis m.i.a. 200 possui propriedades de inibição de corrosão por interface.

MuCis m.i.a.200 quando sozinho ou integrado num sistema de reabilitação do betão protege as armaduras contra a corrosão com uma consequente extensão da vida útil da estrutura.

MuCis m.i.a. 200 garante a protecção catódica e anódica, de acordo com a norma ASTM G109.

MuCis m.i.a.200 é um produto fabricado por TECNOCHEM.

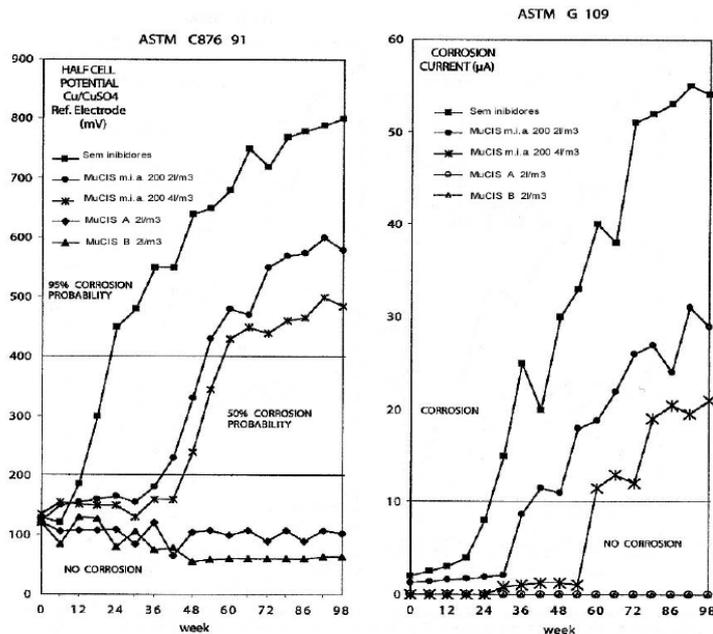


Fig. 1 – Desempenho do inibidor de corrosão migratório MuCis m.i.a. 200

# MuCis m.i.a. 200

---

## Campos de aplicação

MuCis m.i.a. 200 é um inibidor de corrosão migratório recomendado em todas as superfícies de betão armado, de betonagem in situ ou pré-esforçado, particularmente em condições ambientais adversas: pontes, viadutos, garagens, estacionamentos, estruturas marítimas, fachadas de betão, etc..

## Características gerais

As principais características de MuCis m.i.a. 200 são as seguintes:

- Não contém nitritos.
- É uma composição orgânica numa solução aquosa.
- Não é inflamável.
- Não é tóxico.
- É fácil de aplicar por meio de trincha, rolo ou pulverizador.
- Seguro e amigo do ambiente.
- A eficácia é confirmada em laboratório e no campo através das normas ASTM C-876 a ASTM G-109 e através de impedância espectroscópica.

## Características técnicas

As principais características de MuCis m.i.a.200 são as seguintes:

- Aparência..... Líquido transparente cor de âmbar
- Ponto de inflamação..... Não existe (à base de água)
- Massa volúmica ..... 1,35-1,05 kg/litro
- pH ..... 8,9-9,4

## Instruções gerais para aplicação

### Preparação de superfícies

Não aplicar com temperaturas inferiores a 1°C.

Aplicar em superfícies limpas e sãs, em 1 ou 2 demãos (aguardar 6 a 8 horas entre demãos).

MuCis m.i.a. 200 não penetra em acabamentos, revestimentos, tintas ou asfalto que constituam película.

O tráfego pode ser retomado minutos depois da aplicação uma vez que não é necessária cura. Se for colocado com aspersor, o excesso de produto não danifica a tinta nem o vidro e pode ser lavado com água.

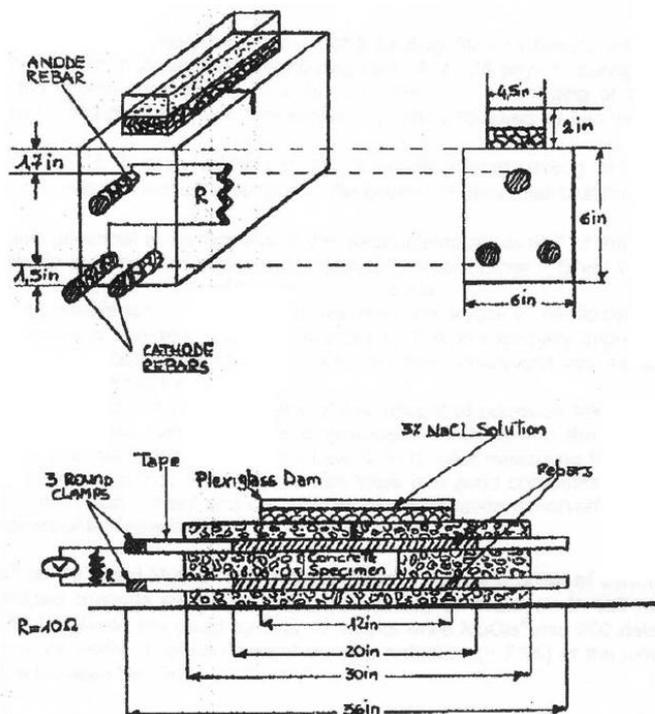
### Aplicação de revestimentos

Se estiver prevista a colocação de um revestimento, acabamento ou betão adicional sobre a superfície tratada com MuCis m.i.a. 200, a película seca e fina de inibidor pode interferir com a aderência. Esta situação é facilmente corrigida através da lavagem da superfície com água, ou da remoção mecânica, com jacto de areia. Uma lavagem com água simples retira a camada fina de inibidor deixando uma superfície limpa com boa aderência.

### Rendimento

A taxa de aplicação varia entre 0,15 a 0,25 kg/m<sup>2</sup>.

# MuCis m.i.a. 200



**ASTM DESIGNATION G 109-92  
THE CRACKED BEAM TEST**



Fig.2 – Teste da Norma ASTM G109

# MuCis m.i.a. 200

---

## **Embalagem e armazenamento**

- MuCis m.i.a. 200 está disponível em tambores com 20 litros e 200 litros.
- O período de conservação de MuCis m.i.a. 200 é de 24 meses em tambores fechados.

## **Assistência Técnica**

Para aplicações especiais e assistência técnica consultar a TecnoCrete.

Lisboa, Outubro de 2003  
Edição 02



### **Materiais e Tecnologias para a Reabilitação**

Escritório: Rua Marquês de Fronteira, n.º 8, 3.º Dto • 1070-296 Lisboa • Tel: 21 316 29 29 • Fax: 21 385 49 80  
Armazém: Estrada Nacional n.º 249-4, ao km 6.2 - Abóboda • 2785-591 São Domingos de Rana • Tel: 21 444 39 92 • Fax: 21 444 39 90  
Delegação Norte: Av. Fernão de Magalhães, 2668 • 4350-161 Porto • Tel: 225 504 494 • Fax: 225 504 502  
[info@tecnocrete.pt](mailto:info@tecnocrete.pt) • [www.tecnocrete.pt](http://www.tecnocrete.pt)



## Sika Monotop 620

### Descrição do produto

Sika MonoTop 620 é uma argamassa monocomponente à base de cimento, areias seleccionadas, sílica de fumo, e resinas sintéticas.

### Dados do produto

Cor: Cinzento claro (branco, por encomenda).

Fornecimento: 25 Kg

Armazenagem: O produto deve estar armazenado em local seco, nas embalagens de origem não encetadas.

Conservação: Conserva-se 6 meses a partir da data de fabrico.

### Dados técnicos

Base: Argamassa de cimento melhorada com resinas sintéticas, sílica de fumo.

Massa volúmica: Aprox. 2,0 kg/litro de argamassa fresca.

Granulometria: Cinzento: 0 a 0,7 mm. Branco: 0 a 0,3 mm.

#### Espessura da camada:

- Cinzento: Mínima 1,5 mm, Máxima 5 mm.
- Branco: Mínima 1 mm, Máxima 3 mm.

Tempo de utilização: Aproximadamente 30 a 40 minutos, a +20°C.

Não preparar quantidades maiores que as que é possível aplicar dentro deste período.

#### Relação de mistura (partes em peso):

- Cinzento - 100: 16 partes (produto/água), ou 4 litros de água por saco de 25 kg.
- Branco - 100:19 partes (produto/água), ou 4,75 litros de água por saco de 25 kg.

#### Ensaio de permeabilidade:

- Cinzento: impermeável no ensaio de coluna de água até 15 m de altura.
- Branco: impermeável no ensaio de coluna de água até 20 m de altura.

Aderência ao betão: 1,5 a 2 N/mm<sup>2</sup>.

Módulo de elasticidade: Aproximadamente 15.400 N/mm<sup>2</sup>.

#### Temperatura de aplicação:

- Mínima +5°C.

Consumo: 2,0 kg de mistura fresca por m<sup>2</sup> e por mm de espessura, ou seja, aprox. 1,74 kg/m<sup>2</sup>, de produto (pó) por mm de espessura. O consumo mínimo por camada de Sika MonoTop 620 é de 2,6 kg/m<sup>2</sup>, o que corresponde a uma espessura de 1,5 mm.

**Ficha de Produto**  
 Edição de Julho de 2007  
 Nº de identificação: 10.10  
 Versão nº 7  
 Friazinc® R

## Friazinc® R

Primário de epoxi e pó de zinco para aço

|  |  |
|--|--|
| <b>Descrição do produto</b>              | Primário com elevado teor em pó de zinco e formulado com base em resina de epoxi. Com baixo teor de solventes. É fornecido em dois componentes.  |
| <b>Utilizações</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Primário recomendado para a protecção anticorrosiva do aço.</li> <li>■ Estruturas expostas à água e atrito mecânico intenso (comportas de sector, condutas forçadas, docas secas, estaçarias metálicas, etc.).</li> <li>■ Numa espessura de 20 µm, Friazinc® R pode também ser utilizado na soldadura.</li> </ul>   |
| <b>Características / Vantagens</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Friazinc® R seca rapidamente e é resistente à água, aos agentes atmosféricos e ao atrito. Resiste à operação de soldadura.</li> <li>■ Resiste ao ataque biológico provocado por algas e moluscos.</li> <li>■ Esfoliação ou desgaste das tintas de cobertura são imediatamente detectadas, procedendo-se à sua reparação, sem prévia operação de decapagem.</li> </ul> |
| <b>Certificados / Boletins de ensaio</b> | Friazinc® R é certificado e supervisionado de acordo com as prescrições TL/TPKOR (folhas 81, 87 e 94) para estruturas metálicas – prescrições alemãs para a protecção anticorrosiva das obras em aço. Laboratório de ensaio e pesquisa de Disburg: relatório de ensaio sobre utilização de Friazinc® R como primário soldável (6.10.1988).   |

### Dados do produto

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Aspecto / Cor</b>             | Cinzento zinco mate.  |
| <b>Fornecimento</b>              | Friazinc® R: 10 kg e 30 kg.<br>Diluyente V-3: 1 - 5 - 25 - 200 l.   |
| <b>Armazenagem e conservação</b> | O produto conserva-se 1 ano a partir da data de fabrico, na embalagem original não encetada. Conservar em local seco e ao abrigo da luz solar directa. Deverá contar-se com a existência de depósito que terá de ser muito bem homogeneizado; recomendamos a aplicação do produto de fabrico recente. |

### Dados técnicos

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Base química</b>        | Resina de epoxi e pó de zinco.   |
| <b>Massa volúmica</b>      | Aprox. 2,9 kg/dm <sup>3</sup> (mistura A+B).   |
| <b>Teor de sólidos</b>     | Em volume: Aprox. 65%  |
| <b>Resistência térmica</b> | Calor seco até aprox. +150 °C (com pontas até +180 °C).<br>Calor húmido até aprox. +50 °C. |



## Informação sobre o sistema

**Estrutura do sistema**

**Se não estiver previsto revestimento posterior:**  
2 x Friazinc® R

**Como primário sob camada de acabamento:**  
1 x Friazinc® R

**Na soldadura:**  
1 x Friazinc® R, com espessura seca de 20 µm.

**Revestimentos apropriados:**  
Friazinc® R pode ser revestido com qualquer revestimento anticorrosivo (1 ou 2 componentes) da gama Sika®.

## Pormenores de aplicação

**Consumo / Rendimento** Espessura teórica para um consumo de 0,1 kg/m<sup>2</sup>:

|             | Húmida | Seca  |
|-------------|--------|-------|
| Friazinc® R | 34 µm  | 22 µm |

**Consumo prático (considerando 20% de perdas) para a espessura média recomendada por camada de:**

| Espessura seca | Espessura húmida | Consumo prático                |
|----------------|------------------|--------------------------------|
| 20 µm          | 31 µm            | Aprox. 0,110 kg/m <sup>2</sup> |
| 60 µm          | 92 µm            | Aprox. 0,320 kg/m <sup>2</sup> |
| 80 µm *        | 123 µm           | Aprox. 0,430 kg/m <sup>2</sup> |

\* Aplicação por projecção.

Excepto em zonas pontuais, a espessura seca não deve exceder 150 µm por camada (consumo teórico aprox. 0,670 kg/m<sup>2</sup>).

Para camadas de espessura seca inferior a 50 µm é necessário diluir ligeiramente Friazinc® R com Diluente V-3.

**Preparação da base** Decapagem por jacto abrasivo ao grau Sa 2<sup>1/2</sup> (DIN EN ISO 12944, parte 4). A base a pintar deve encontrar-se seca e isenta de poeiras, óleos e gorduras.

## Condições de aplicação / Limitações

**Temperatura da base e ambiente** Mín. +10 °C. Em casos excepcionais admite-se uma temperatura mínima de +5 °C.

## Instruções de aplicação

**Relação de mistura** Comp. A: Comp. B = 95,5: 4,5 (partes em peso).

**Mistura** Mexer bem o Componente A e só depois juntar o Componente B, misturando cuidadosamente, se possível com um misturador eléctrico e procurando alcançar todas as zonas da embalagem. Preparar somente a quantidade de tinta que possa ser utilizada dentro do seu tempo de vida (pot-life).

## Aplicação

### A pincel:

Empregar trincha de pêlo macio.

### Por projecção

#### Com pistola pneumática:

Usar pistola de copo, bico de 1,8 – 2,5 mm, pressão de 3 – 4 bar; diluição com um máximo de 5% de Diluente V-3.

#### Com pistola airless:

Pressão na pistola 180 bar, bico de 0.66 mm, ângulo de projecção 60°, para uma pistola com uma desmultiplicação de 1:66.

A baixas temperaturas é admitida uma diluição até 5% com Diluente V-3.

| <b>Limpeza de ferramentas</b>                   | Com Diluente V-3.  |                |           |         |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
|---|--|----------------|-----------|---------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|---------|----------|-----------|---------|
| <b>Tempo de vida útil da mistura (pot-life)</b> | Aprox. 8 horas, a +20 °C.<br>O tempo de vida útil diminui com o aumento da temperatura do material ou da base.   |                |           |         |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| <b>Intervalo entre camadas</b>                  | <b>Entre Friazinc® R, Icosit® EG1 e Icosit® Poicolor®:</b><br>Min.: 4 horas / Máx.: ilimitado<br><br><b>Entre Friazinc® R e outros revestimentos:</b><br>Min.: 1 – 2 dias / Máx.: ilimitado<br><br>Em atmosfera químico-agressiva o tempo de espera máximo de 2 dias não deve ser ultrapassado; caso contrário, antes da aplicação da tinta de cobertura, a película de Friazinc® R deve ser lavada com água e detergente, seguida de lavagem com água limpa.  |                |           |         |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| <b>Cura final</b>                               | Período de tempo necessário para atingir o grau 6 de secagem (DIN 53150):<br><table border="1"> <thead> <tr> <th>Espessura seca</th> <th>+5 °C</th> <th>+23 °C</th> <th>+40 °C</th> <th>+80 °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20 µm</td> <td>1 hora</td> <td>45 min.</td> <td>30 min.</td> <td>20 min.</td> </tr> <tr> <td>60 µm</td> <td>3 horas</td> <td>2h30 min</td> <td>1h30 min.</td> <td>45 min.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Secagem ao pó: cerca de 30 minutos (a +20 °C).<br/>Dependendo das condições atmosféricas e da espessura da camada aplicada, a secagem completa atinge-se ao fim de 1 – 2 dias.</p> | Espessura seca | +5 °C     | +23 °C  | +40 °C | +80 °C | 20 µm | 1 hora | 45 min. | 30 min. | 20 min. | 60 µm | 3 horas | 2h30 min | 1h30 min. | 45 min. |
| Espessura seca                                  | +5 °C  | +23 °C         | +40 °C    | +80 °C  |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| 20 µm   | 1 hora   | 45 min.        | 30 min.   | 20 min. |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| 60 µm   | 3 horas  | 2h30 min       | 1h30 min. | 45 min. |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| <b>Nota</b>                                     | Todos os dados técnicos referidos nesta Ficha de Produto são baseados em ensaios laboratoriais. Ensaios realizados noutras condições para determinação das mesmas características podem dar resultados diferentes devido a circunstâncias que estão fora do nosso controlo.  |                |           |         |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| <b>Risco e segurança</b>                        |  |                |           |         |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |
| <b>Medidas de segurança</b>                     | O diluente e o produto no estado líquido contaminam a água pelo que não devem ser vazados nas canalizações nem nos terrenos. Garantir arejamento em locais fechados ou pouco ventilados durante a aplicação. Em caso accidental de contacto com os olhos, lavar imediatamente com água e consultar o médico.<br>Para mais informações, consultar a Ficha de Dados de Segurança do produto e respectivo rótulo.   |                |           |         |        |        |       |        |         |         |         |       |         |          |           |         |

"O produto está seguro na Cº Seguros XL Insurance Switzerland (Apólice nºCH00003018LI05A), a título de responsabilidade civil do fabricante".

A informação e em particular as recomendações relacionadas com aplicação e utilização final dos produtos Sika, são fornecidas em boa fé e baseadas no conhecimento e experiência dos produtos sempre que devidamente armazenados, manuseados e aplicados em condições normais, de acordo com as recomendações da Sika. Na prática, as diferenças no estado dos materiais, das superfícies, e das condições de aplicação em obra, são de tal forma imprevisíveis que nenhuma garantia a respeito da comercialização ou aptidão para um fim em particular, nem qualquer responsabilidade decorrente de qualquer relacionamento legal, poderão ser inferidas desta informação, ou de qualquer recomendação por escrito, ou de qualquer outra recomendação dada. O produto deve ser ensaiado para aferir a adequabilidade do mesmo à aplicação e fins pretendidos. Os direitos de propriedade de terceiros deverão ser observados. Todas as encomendas aceites estão sujeitas às nossas condições de venda e de entrega vigentes. Os utilizadores deverão sempre consultar a versão mais recente da nossa Ficha de Produto específica do produto a que diz respeito, que será entregue sempre que pedida.



Sika Portugal, SA  
R. de Santarém, 113  
4400-292 V. N. Gaia  
Portugal  
Tel. +351 22 377 69 00  
Fax +351 22 370 20 12  
www.sika.pt



**PROMULSIT®****16-700****GENERALIDADES**

Emulsão impermeabilizante tipo ED UNE 104 - 231. Certificação DBI - 2348  
Emulsão betuminosa coloidal de betumes asfálticos de consistência pastosa e solúvel em água, estável e não reemulsificável após secagem completa. Bastante versátil, pode ser usado tanto como primário tanto como impermeabilizante.

**UTILIZAÇÃO**

Adequada para a protecção de superfície de ferro, betão ou madeira, especialmente no caso de exposição em ambiente húmido, de imersão em água ou de superfícies enterradas.

Devido às suas características betuminosas utiliza-se na impermeabilização de fachadas (na altura de construção, para prédios que vão ficar encostados), pavimentos fundações coberturas, depósitos de água (exterior), caves.

**PROPRIEDADES**

- Facilmente aplicável
- Não contém soluções inflamáveis
- Aderência sobre superfícies ligeiramente húmidas
- Inodoro, ideal para preparação em superfícies em locais fechados
- Não tóxico

**NÚMERO DE CONSTITUINTES**  
**DILUENTE RECOMENDADO**

**1 Componente**  
Água

**Cor preta**

**PROPORÇÃO DE DILUIÇÃO**

**Como Primário**

1 parte produto e 3 partes de água ( $\pm 6,0 \text{ km}^2/\text{Lt}/\text{demão}$ )

**Como Impermeabilizante**

Usar o produto, sem diluição ( $\pm 1,5 \text{ m}^2/\text{Lt}/\text{demão}$ )

**PROCESSO DE APLICAÇÃO**

Trincha, rolo ou brocha

**CARACTERÍSTICAS DA EMULSÃO**

|  | UNIDADE | NORMA           | RESULTADOS                |      |
|--|---------|-----------------|---------------------------|------|
|  |         |                 | MIN                       | Max  |
| Densidade relativa a 25°C                  |         | UNE 104-281/3-5 | 0,98                      | 1,10 |
| Conteúdo em água (em massa)                | %       | UNE 104-281/3-2 | 40                        | 55   |
| Teor de sólidos                            | %       | UNE 104-281/3-4 | 45                        | 60   |
| Conteúdo de resíduos (matéria não volátil) | %       | UNE 104-281/3-7 | 5                         | 30   |
| Endurecimento                              |         | UNE 104-281/3-9 | Antes de 24h de aplicação |      |

**CARACTERÍSTICAS DO RESÍDUO SECO**

|                          | NORMA            | RESULTADOS   |
|--------------------------|------------------|--|
| Aquecimento a 100°C      | UNE 104-281/3-10 | Não forma bolhas, deformação de linhas nem deslizamento da película. |
| Ensaio com chama directa | UNE 104-281/3-12 | A película carboniza sem derreter                                    |
| Resistência à água       | UNE 104-281/3-13 | Não forma bolhas e não se reemulfica                                 |



**BOL**  
**ETIM TÉCNICO**  
**12-560 BETOCRYL**

|   |   |
|---|---|
| <p>* Cheiro impermeável.</p> <p>* Muito boa resistência a Raios UV.</p> <p>* Não confere aspecto molhado.</p> <p>* Secagem rápida.</p> <p>* Excelente resistência aos alcalis</p> <p><b>Descrição</b><br/>Verniz acrílico aquoso para protecção</p> <p><b>Usos típicos</b><br/>Protecção e embelezamento de betão em exterior. Aplica-se também noutros suportes, como por exemplo, pedras, catarias e tijolo.</p> <p><b>Características mais salientes da película</b><br/>* Excelente resistência intempérie.<br/>* Boa resistência a fungos e algas.<br/>* Realça a textura dos suportes.<br/>* O incolor pouco ou nada altera a cor do suporte.</p> <p><b>Certificados</b><br/>De acordo com as normas NF P 92-501 e NF P 92-507, o Betocry está classificado como revestimento não propagador de fogo, ou seja, com classificação de Reacção ao Fogo M1.</p> | <p><b>Características</b></p> <p>Acabamento..... Acetinado</p> <p>Cor..... Incolor, verde, castanho, Cinzento.</p> <p>Substrato..... Betão, pedras, catarias e tijolo.</p> <p>Rendimento prático..... 10 a 16 m<sup>2</sup> / L por demão (dependendo do suporte e condições de aplicação).</p> <p>Processo de aplicação..... Trincha, rolo antigota, pistola convencional e airless.</p> <p>Tempo secagem (a 20°C e 60% de humidade relativa).. Superficial – ca. 10/15 min.<br/>Sobrepintura – ca. 1 hora</p> <p>COV (compostos orgânicos Voláteis)..... Baixo (0,30-7,99%). Valor limite da EU para este produto (Cat. A/e): 150 g/L (2007) /130 g/L (2010). Este produto contém no Max. 62 g/L COV.a)</p> <p>Estabilidade em armazém... 2 anos quando armazenado nas embalagens de origem, em interior, entre 5 e 40°C.</p> |
|---|---|

**Nota:**

- a) O valor de COV's acima referido diz respeito ao produto pronto a aplicar tintado, diluído, etc., com produtos por nós recomendados. Não nos responsabilizamos por produtos obtidos por misturas com produtos diferentes dos por nós recomendados, e chamamos a atenção para a responsabilidae que qualquer agente ao longo da cadeia de fornecimento incorre ao infringir o que a Directiva 2004/42/CE determina



**Dados de aplicação**

**Preparação de superfície e Esquema de Pintura recomendados**

*Suportes novos* – O suporte deve apresentar-se seco, isento de gorduras, poeiras e outros contaminantes. Superfícies em betão onde se verifique a presença de leitada, devem ser previamente tratadas com uma solução a 5% de ácido muriático. Em seguida, efectuar uma lavagem com água limpa. Aplicar duas a três demãos directamente ao suporte.

*Suportes anteriormente envernizados* – Para conseguir obter aderência do Betocryl ao produto existente, efectuar um despolimento com lixa fina, seguido de lavagem com jacto de água sob pressão. Após secagem, aplicar duas a três demãos de Betocryl.

Nota: Ter em atenção a selecção da cor de Betocryl, quando se pretender aplicar sobre vernizes coloridos já existente

*Suportes contaminados com fungos e algas* – efectuar tratamento prévio com líquido Antifungos Concentrado Ref. 89-260. Proceder de seguida conforme indicado para suportes novos.

**Características de Aplicação**

- \* Preparação do produto:
  - Agitar até homogeneização completa.
- \* Temperatura ambiente:
  - Superior a 5°C.
- \* Processo de aplicação:
  - Trincha, rolo antigota, pistola convencional e airless.

**Condições de Aplicação**

- \* Produto pronto a aplicar:
- \* Aplicação com pistola convencional.
  - Bico - 2,2 mm.
- \* Aplicação com pistola airless.
  - Bico – 0,33 mm (0,013 polegadas).
  - Razão compressão – 66:1.
  - Pressão – 3 kg / cm<sup>2</sup>.

**Segurança, Saúde e Ambiente**

Em geral evite o contacto com os olhos e a pele, use luvas, óculos de protecção e vestuário apropriado. Manter fora do alcance das crianças. Utilizar somente em locais bem ventilados. Não deitar os resíduos no esgoto. Conserve a embalagem bem fechada e em local apropriado. Assegure o transporte adequado do produto; previna qualquer acidente ou incidente que possa ocorrer durante o transporte nomeadamente a ruptura ou deterioração da embalagem. Mantenha a embalagem em local seguro e em posição correcta. Não utilize nem armazene o produto em condições extremas de temperatura. Deverá ter sempre em conta a legislação em vigor relativa a Ambiente, Higiene, Saúde e Segurança no trabalho. Para mais informações a leitura do rótulo da embalagem e da FICHA DE SEGURANÇA do produto são fundamentais.



\* Excelente revestimento para protecção do aço, betão e paredes rebocadas com argamassas de cimento.

\* Excelentes propriedades anti carbonatação do betão.

\* Permite a aplicação de elevadas espessuras secas por demão.

\* Boa resistência em ambientes marítimos e industriais agressivos.

\* Disponível no sistema de afinação “Colomix Industrial”.

#### Usos típicos

Recomendada para aplicação sobre aço, betão e argamassas de cimento em ambientes marítimos e industriais agressivos em estruturas tais como pontes, edifícios, tanques estruturas metálicas na indústria, etc.

#### Características mais salientes

Sendo um excelente alternativa aos acabamentos convencionais em esquemas de pintura sobre o aço e argamassas de cimento, é contudo sobre betão que as suas propriedades são mais relevantes. De facto a sua baixa permeabilidade à água, cloreto de sódio e dióxido de carbono fazem da Tinta Acrilica HB uma excelente solução anti carbonatação do betão e protegem-no dos componentes agressivos da atmosfera que nele podem penetrar na forma de gases ou sais dissolvidos. Por outro lado a boa permeabilidade ao vapor de água garante que o betão pode respirar, permitindo a eliminação, sob a forma de vapor, de água que porventura exista no interior das estruturas (ver Notas).

#### Esquemas de pintura recomendadas

No caso de superfícies de aço a Tinta Acrilica HB é geralmente aplicada sobre primários de borracha clorada tais como P.Chlorcin Fosf. Zinco e Vulcania Primer ou Primários ricos em zinco tais como Dimetecote 9 e Amercoat 68.

Sobre superfícies de betão e argamassas de cimento esta tinta pode ser aplicada directamente sobre o suporte ou como camada intermédia ou de acabamento. Se houver suspeita de elevada alcalinidade do suporte (caso, por exemplo, de um betão novo com um tempo de cura Pinsuficiente) deve-se aplicar previamente um demão de Betocin sealer, única forma de se poder

#### Características

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Acabamento.....                   | Meio Brilho  |
| Cor.....                          | Cores RAL; para outras cores consultar Serviços Técnicos.  |
| Substrato.....                    | Aço, Betão e argamassas de cimento.  |
| Componentes.....                  | 1  |
| Mecanismos de cura.....           | Evaporação de solventes.   |
| Espessura seca.....               | 80-120 $\mu m$ por demão   |
| Sólidos volume.....               | 42% (ASTM D 2697 modif.) (*)   |
| Conteúdo Voc.....                 | 518 g/l (para cor branca)  |
| Rendimento teórico.....           | 5,25 $m^2 / L$ (para 80 $\mu m$ secos) 3,5 $m^2 / L$ (para 120 $\mu m$ secos). Considerar perdas devidas à aplicação, irregularidades da superfície etc. |
| Processo de aplicação.....        | Pistola airless ou convencional, trincha ou rolo.  |
| Tempo de secagem (a 20°C).....    | Superficial – 1 hora<br>Endurecimento – 8 horas<br>Repintura (min.) – 16 horas)  |
| Massa volúmica.....               | 1,19 $\pm$ 0,02 kg/l (branco)  |
| Diluinte.....                     | 42 -5000.0000  |
| Diluinte de limpeza.....          | 52-510-0000  |
| Pontos inflamação (vaso fechado): |  |
| • 54-410.....                     | 26°C   |
| • 42-500.0000.....                | 27°C   |
| • 52-210.0000.....                | 5°C  |
| Forma de fornecimento.....        | Embalagens de 5 e 20 litros  |
| Estabilidade em armazém...        | 1 ano quando armazenado nas embalagens de origem, em interior, entre 5 e 40°C.   |

**Dados de aplicação**
**Preparação de superfície**

*Aço* – a demão anterior deve estar isenta de quaisquer contaminantes; em caso de se aplicar directamente à superfície, esta

*Betão e argamassa de cimento* – devem estar bem secas, limpas e isentas de poeiras e gorduras. É muito comum nusarem-se desmoldantes ou aditivos diversos tais como endurecedores do betão. Sempre que tal aconteça é essencial remover esses compostos antes da pintura para que a aderência da tinta não seja diminuída. Recomenda-se nestes casos, a decapagem por jacto abrasivo, lavagem com jacto de água a alta pressão ou um ataque da superfície com uma solução ácida seguida de uma lavagem abundante com água neutra e secagem, conforme a natureza dos componentes em questão.

**Condições ambientais**

Temperatura ambiente -  $\geq 5^{\circ}\text{C}$   
 Humidade relativa -  $\leq 90\%$   
 Temperatura do suporte - 2 a  $3^{\circ}\text{C}$  acima do ponto de orvalho.

**Equipamento de Aplicação**

*Airless* – Usar bicos de 0,28 a 0,43 mm (0,011 a 0,017 polegadas)

Normalmente não é necessária qualquer diluição; se necessário diluir até 5% em volume

*Pistola Convencional* – Diluir cerca de 15% em volume

*Trincha/Rolo* – Diluir se necessário até 5% em volume

**Notas:**

**Permeabilidade ao vapor de água** (ASTM D 1653, Mét-B condição A)

Espessura seca – 200  $\mu\text{m}$

Fluxo de passagem do vapor de água, F:

$$F = 7,1 \text{ g} / \text{m}^2 / \text{dia}$$

Espessura da camada de ar de difusão equivalente, R:

$$R = 3,4 \text{ m}$$

**Permeabilidade à água** (NF T 30-801)  $\leq 0,1$   
 $\text{g} / \text{dm}^2 / \text{dia}$

**Permeabilidade ao cloreto de sódio (LR):**  $6 \times 10^{-17} <$   
 $\text{LR} < 7 \times 10^{-17} \text{ m}^2 / \text{S}$ .

**Permeabilidade ao  $\text{CO}_2$**  (EN 1026-6)

Factor de resistência à difusão do  $\text{CO}_2$ ,  $\mu$ :

$$\mu = 6,1 \times 10^6 \text{ (p/142 } \mu\text{m secos)}$$

Espessura da camada de ar de difusão equivalente,

$$S_D : S_D = 866 \text{ m (p/142 } \mu\text{m secos)}$$

**Segurança**

O inadequado manuseio e uso do produto podem ser prejudiciais para a saúde e causar incêndios ou explosões. As medidas de segurança indicadas devem ser observadas durante o armazenamento, manipulação, aplicação e período de secagem e cura.

**Condições de venda**

Todas as vendas estão sujeitas aos nossos termos e condições de vendas.