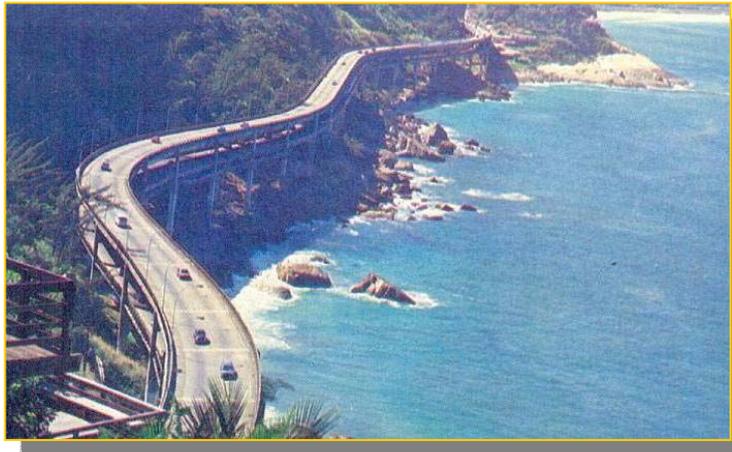


**EXEMPLO Nº 148 :**

**ESTRUTURA :** Obras de concreto armado ou de concreto protendido, junto ao mar .

**FISSURAÇÃO :** Fissuras acompanhando as armaduras. Queda do concreto de cobrimento.  
Durabilidade reduzida.



**CAUSA :** Corrosão das armaduras e conseqüente “rompimento” do cobrimento de concreto.

A corrosão ocorre por causa da penetração de sulfatos e cloretos na camada superficial de concreto. Os cloretos atacam as armaduras e as bainhas, abrindo o caminho para a corrosão do aço pelo oxigênio do ar.

A penetração dos íons agressivos é tanto maior quanto maior a porosidade e a permeabilidade do concreto.

**SUGESTÃO:** Aumentar a durabilidade reduzindo a porosidade e a permeabilidade.

A durabilidade não é uma propriedade do material concreto. A durabilidade de uma obra de concreto é obtida por meio de várias medidas práticas, entre as quais:

1. Escolha correta dos materiais: tipo de cimento, micro-sílica, cinza volante, pedra, areia, superplastificante, outros aditivos e outras adições.
2. Proporções corretas entre os diversos materiais.
3. Mistura do concreto, bem feita e completa. Usar betoneiras de mistura forçada.
4. Transporte correto do concreto, e dentro do tempo limite.
5. Lançamento adequado do concreto. Ver exemplo Nº149.
6. Juntas de concretagem em locais adequados da estrutura. Ver exemplo Nº149.
7. Adensamento e Vibração do concreto, limitada ao tempo certo e com as posições corretas do vibrador. Ver exemplo Nº149.
8. Cura do concreto durante todo o tempo necessário à boa hidratação do cimento , pelo menos 14 dias.
9. A principal causa de corrosão das armaduras é um concreto com baixa permeabilidade.
10. A melhor defesa contra o ingresso de íons agressivos, cloretos e sulfatos, é usar um concreto “impermeável”.
11. As fissuras devem ser evitadas. Usar cinzas volantes para reduzir o calor de hidratação e a conseqüente elevação da temperatura do concreto logo após a mistura. O esfriamento posterior pode conduzir a muitas micro-fissuras.
12. Garantir um Cobrimento mínimo de 5cm para qualquer barra da armadura e cobrimento de 10cm para as bainhas dos cabos de protensão.
13. Usar Cordoalhas com graxa e revestidas com PEAD (Polietileno de alta densidade)
14. Testar a permeabilidade do concreto fazendo o ensaio de Penetração de água no concreto. Seguir para isso a Norma NBR 10787/94 : “Concreto endurecido - Determinação da penetração de água sob pressão.”

**EXEMPLO Nº 148 : CONTINUAÇÃO**  
**SUGESTÃO PARA MELHORAR A DURABILIDADE DA OBRA:**

**Usar um Concreto com Boa Qualidade, que pode ser muito Durável.**

W. Langley [127]

<b>Materiais</b>	<b>Teor</b>
Cimento com baixo teor de álcalis O teor do C3A do cimento deve ficar entre 6% e 10%. Obs: $C3A = 3(CaO).Al_2O_3$	400 kg/m <sup>3</sup>
Microsílica	30 kg/m <sup>3</sup>
Cinzas Volantes com baixo teor de cálcio	45 kg/m <sup>3</sup>
Pedra : 10mm a 20mm Obs: Não usar agregado calcário	565 kg /m <sup>3</sup>
Pedra : 5mm a 10mm Obs: Não usar agregado calcário	465 kg/m <sup>3</sup>
Areia	705 kg/m <sup>3</sup>
Água	145 litros/m <sup>3</sup>
Água / ( Cimento + Microsílica)	0,34
Água / ( Cimento + Microsílica + Cinza Volante)	0,31
Redutor de água	1,8 litros / m <sup>3</sup>
Superplastificante	3,2 litros / m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	<b>2360 kg / m<sup>3</sup></b>
<b>Concreto</b>	<b>Desempenho</b>
Abatimento ( Slump) antes da adição do superplastificante	40 mm
Abatimento ( Slump) depois da adição do superplastificante	200 mm
Profundidade de penetração da água segundo o ensaio da Norma Brasileira NBR 10787/94, equivalente ao ensaio DIN 1048	Máx. 20mm
Percolação de cloretos segundo o ensaio ASTM C1202. Esse ensaio mede a carga elétrica <b>Q</b> , que atravessa um corpo de prova	<b>Q</b> < 1000 Coulombs Idade do concreto no dia do ensaio = 91 dias. Medido: 155 Coulombs
Cobrimento das armaduras CA50	5cm
Cobrimento das bainhas dos cabos de protensão	10 cm
Resistência média à compressão a 3 dias , 7 dias, 28dias	52 MPa, 62MPa, 82MPa
Módulo de elasticidade a 28 dias e a 91 dias	40 GPa , 41 GPa
Difusibilidade	5,8 x 10 <sup>-3</sup> m <sup>2</sup> /seg.