

**9-6-DIRETRIZES PARA A DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO EM ITÁLICO E COR MARROM O QUE ENTENDO DEVA CONSTAR DA NORMA.**

Os comentários em azul são ilustrativos e não estarão contidos na Norma.

**6.1-Exigências:** - As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto, e utilizadas conforme ali preconizado, conservem as suas características de segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo definido de sua vida útil.

**6.2-Vida útil:-** período de tempo em que se mantêm as características das estruturas – sem intervenções significativas - atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor (7.8 e 25.4), bem como a execução dos reparos decorrentes de danos acidentais.

**7.8-Inspeção e manutenção preventiva.**

**7.8.1-**O conjunto de projetos de uma obra deve orientar-se sob uma estratégia explícita que facilite os procedimentos de inspeção e manutenção preventiva da construção.

**7.8.2-**O manual de utilização, inspeção e manutenção deve ser produzido conforme 25.4.

**25.4-Manual de utilização, inspeção e manutenção.**

Considerando a agressividade do meio e de posse das informações dos projetos, dos materiais e produtos utilizados, e da execução da obra, deve ser produzido por profissional habilitado – contratado pelo contratante – um manual de utilização, inspeção e manutenção. Esse manual deve especificar de forma clara e sucinta os requisitos básicos para a utilização e manutenção preventiva, necessárias para garantir a vida útil prevista para a estrutura conforme a NBR 5674-1999- Manutenção de Edificações.

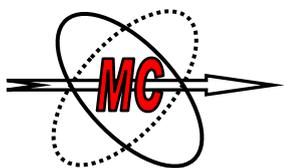
O conceito de vida útil aplica-se à estrutura como um todo, ou as suas partes. Determinadas partes podem merecer consideração especial com vida útil diferente do todo - aparelhos de apoio e juntas de movimento como exemplos.

A durabilidade requer cooperação e esforços coordenados de todos os envolvidos nos processos de projeto, construção e utilização, devendo como mínimo ser seguido o que consta da NBR 12655-Preparo, Controle e Recebimento do Concreto, sendo também obedecidas às disposições de 25.4-acima.

Comentários e inserções no texto original.

6.1-Exigências – inserir os termos prazo definido.

6.2-O conceito de vida útil contempla manter as características originais do produto, no caso a estrutura, sem



grandes e onerosas intervenções. Inserir no texto: sem intervenções significativas.

#### 25.4 – Manual de Utilização, Inspeção e Manutenção.

Obras de engenharia independem do seu porte, um dogma da nossa profissão. Modificar e complementar o texto como acima proposto: Considerando a agressividade do.....,NBR 5674-1999- Manutenção de edificações.

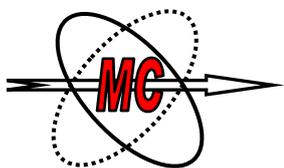
As partes da estrutura que podem merecer consideração especial com vida útil diferente do todo devem ser listadas: aparelhos de apoio, juntas de movimento, locação e valor de cargas especiais, tipos de máquinas etc.

Considerando que a norma de 2003 se propõe a definir parâmetros visando a durabilidade das estruturas, que após o emprego da versão de 1978 estão se deteriorando precocemente, entendemos que artefatos não estruturais podem estar vinculados ao processo de deterioração e devem ser listados como carentes de vistorias em prazos de no máximo, cinco anos: chapins, rufos, contra-rufos, calhas e impermeabilizações, como exemplos.

Quando a norma define que a durabilidade da estrutura requer a cooperação de todos os envolvidos nos processos de projetos, construção e utilização, está envolvendo o usuário final que, em edificações habitacionais e comerciais, na maioria das vezes, é uma pessoa natural, leiga. Como redigido está coerente para obras d'arte e monumentais em sua maioria contratadas e mantidas por instituições públicas que, mesmo tendo corpos técnicos, nem sempre cumprem as suas tarefas – vide os casos de pontes e viadutos que ruem sem manutenção.

Para obras comuns, habitacionais e comerciais, além de o “utilizador” – usuário final – ser uma pessoa natural, leiga, que não teve acesso ao processo desde o nascedouro – o que pouca diferença faria por não ter conhecimentos específicos - um futuro síndico de edifícios, por exemplo, a cultura brasileira não nos permite lançar sobre os seus ombros a pesada carga da responsabilidade de preservação da durabilidade da estrutura e da edificação dentro do período a ser definido como vida útil para o todo e partes específicas.

O manual de utilização, apesar de sua utilidade e importância, é uma novidade em nosso meio técnico profissional ainda desconhecida por muitos engenheiros e construtores apesar do viger da norma desde abril de 2004, imaginando-se que demandará décadas para se tornar conhecido - e compreendido - pela



sociedade como um todo, especialmente pelo usuário final, pessoa natural.

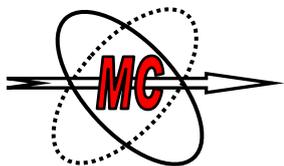
Quando a Comissão da Norma iniciou os trabalhos de elaboração da NBR 6118/2003 o Código Civil permitia estender de cinco para vinte anos o prazo – dito de garantia – durante o qual o responsável técnico respondia por vícios de construção mesmo que não tivesse concorrido culposamente para o aparecimento desses.

O CC-Código Civil – recentemente alterado – definiu o prazo dito de garantia como sendo de cinco anos durante o qual os responsáveis (projetistas, fabricantes de insumos, construtores e empreiteiros) responderão por eventuais vícios de construção. Ademais consta do mesmo CC: - Art. 618 – Parágrafo único. “Decairá do direito assegurado nesse artigo o dono da obra que não propuser a ação contra o empreiteiro, nos 180 (cento e oitenta) dias seguintes ao aparecimento do vício ou defeito”.

“Entende-se que empreiteiro, na acepção da lei, são todos os profissionais, engenheiros e arquitetos, pessoas naturais ou jurídicas, que surjam como responsáveis técnicos, porque estes têm o poder de deliberação tanto quanto ao material quanto à solidez do prédio”. Vale destacar que os projetistas, sub-empreiteiros, fabricantes e fornecedores de insumos, ao meu entender, são responsáveis técnicos indiretos vinculados ao empreiteiro - executor da obra - a ele cabendo a responsabilidade sobre a edificação. Esses meandros jurídicos diluem a responsabilidade direta do empreiteiro e geram a impunidade que ora se vê no País.

Entende-se que o dono de um apartamento adquirido de uma empreiteira, por exemplo, não pode ser envolvido no mesmo tipo de responsabilidade que o dono de um supermercado, porque o primeiro adquiriu de terceiros um produto para uso próprio, e o segundo contratou diretamente um empreiteiro para construir uma edificação de acordo com as suas necessidades.

Subentendo que uma ação corporativa de empresários da construção civil já reduziu de vinte para cinco anos as suas responsabilidade sobre eventuais vícios nas obras contados a partir da entrega ao usuário, embora os vícios ocultos, deformações nocivas, deterioração de armaduras, recalques de fundações, como exemplos, podem gerar o surgimento de indícios em tempo mais longo. Ademais, desviou a responsabilidade para os donos da obra – vários leigos que adquiriram apartamentos, escritórios, ou casas, por exemplo - o ônus decorrente da correção de defeitos que podem comprometer a segurança e a solidez da edificação, atribuindo-lhes conhecimentos técnicos para descobrir, identificar e



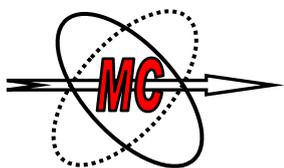
caracterizar a idade do dano, além da responsabilidade de mover ação contra o empreiteiro dentro do prazo de 180 dias do surgimento do dano.

Normas internacionais consagradas definem como vida útil os períodos de tempo durante os quais as estruturas manterão as suas características originais sem intervenções significativas; assumir essa definição de vida útil é pugnar pela seriedade da engenharia nacional amparando o usuário final como reza o Código do Consumidor, sem gerar nenhuma outra responsabilidade - para projetistas, construtores e empreiteiros, habilitados e qualificados – além das que constam do novo Código Civil.

“Os prazos – definidos no CC - são para reclamação de defeitos. São prazos para exercício de direito de ação de indenização ou outra equivalente, porquanto o direito não socorre aos que dormem. São prazos, enfim, de garantia, o que não significa necessariamente vida útil do imóvel – Alex Sandro Ribeiro, advogado parecerista, escritor, Membro do IV Tribunal de Ética da OAB/SP, Pós-Graduado em Direito Civil pelo uniFMU, consultado via Jus Navegandi”.

Ressalte-se que os vícios de projeto, ou de construção, além da utilização de produtos de má qualidade desde o nascedouro da obra, merecem o repúdio de todos os profissionais sérios aos quais ora me dirijo. A avaliação de sujeição do responsável técnico a penalidades legais é diferenciada quer a obra tenha vida útil curta, ou longa, cabendo ao sistema CONFEA a apuração de responsabilidades profissionais por imperícia, omissão e imprudência, e ao Poder Judiciário os demais casos no prazo máximo de cinco anos, frisamos!

A NBR 6118-Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos, como o título indica, visa nortear os procedimentos a serem adotados nos projetos por nós elaborados ora com ênfase para a durabilidade por razões óbvias. Enquanto o concreto bem projetado e executado fora considerado até a década de 1980 um insumo da construção civil cujas vantagens eram as de não carecer de manutenção e conservação – praticamente nulas segundo a bibliografia abundante – em associação a grande durabilidade, os cimentos e demais insumos foram melhorados sob as conveniências de alguns segmentos, a NBR 6118/1978 não alcançou os seus objetivos, surgiram os programas de cálculo de estruturas que limitaram o dever de os calculistas pensarem tornando-os escravos de máquinas, e as obras mais novas estão sob processos precoces de deterioração.



A durabilidade não está, destaco, somente vinculada ao projeto da estrutura, mas, também, a procedimentos construtivos - aí se incluindo as fundações - e insumos o que requer da NBR 6118/2003 enfatizar as diretrizes que constam de normas pertinentes à execução de obras de concreto.

Se nós, calculistas de estruturas, não tivermos confiança no nosso saber para projetar estruturas longevas, será no mínimo uma falta de ética transferirmos a responsabilidade da segurança e vida útil de nossas obras para terceiros, usuários, pessoas comuns.

Estou submetendo à apreciação de todos, como também da ABECE que ora participa da revisão de NBR 6118, a inclusão de um tema que julgo de vital importância na busca da garantia de qualidade e durabilidade de nossas obras, além da preservação, ou resgate, dos conceitos técnico e moral da engenharia nacional:

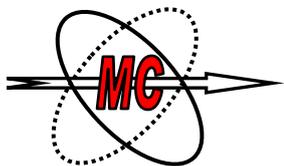
*1- Inserir na NBR 6118/2006 critérios e parâmetros da vida útil de utilização da obra que devem - em cada caso - constar do projeto estrutural, do manual de utilização e de uma placa especial a ser implantada na edificação - de forma assemelhada aos registrados no Eurocode conforme consta abaixo.*

#### SÍNTESE DO EUROCODE.

A vida útil de utilização do projeto - deve ser especificada – é função da categoria da obra:

<b>Categoria</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Exemplos</b>
1	10 anos	Estruturas provisórias.
2	25 anos	Elementos estruturais substituíveis, por exemplo, aparelhos de apoio.
3	25 anos	Estruturas agrícolas e similares.
4	50 anos	Estruturas de edifícios e demais estruturas correntes.
5	100 anos	Estruturas monumentais de edifícios, pontes e outras obras de engenharia civil.

Proponho, para obras d'arte e monumentais, edifícios comerciais e habitacionais que conste da Norma da ABNT – que sabemos ser de uso compulsório sob amparo legal, não carecendo demandar a outros poderes legisladores nenhuma lei específica – a determinação de afixar em local visível de acesso público uma



placa (bronze, aço, alumínio, concreto...) contendo os seguintes dados em relevo:

- 1-Nome e caracterização do construtor – empresa ou profissional.
- 2-Data da entrega (Habite-se, inauguração etc).
- 3-Vida útil de utilização projetada.
- 4-Consulte o manual de utilização.

### SUGESTÃO DA PLACA

<p><b>CONSTRUTOR:</b> CAETÉ &amp; CIA. ou (Eng.º/Arqt.º CREA tal)</p> <p><b>DATA DO HABITE-SE :</b> 13 de abril de 2008</p> <p><b>VIDA ÚTIL PROJETADA:</b> 50 ANOS COM MANUTENÇÃO</p>
---

Pondera-se!- Não é isso o que consta de todos os produtos industrializados e manufaturados que o cidadão adquire? – Não é a construção civil uma indústria?-Não são os engenheiros os construtores da grande nação Brasil?

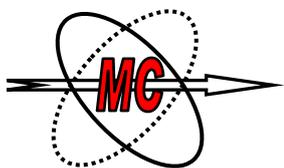
#### 6.3-Mecanismos de envelhecimento e deterioração.

##### **Concreto:**

a)-lixiviação - por ação de águas puras, carbônicas agressivas, ácidas e outras; - *prevenção: identificar a presença dessas águas, fazer ensaios para confirmar suas características e definir o tratamento adequado desde o projeto; - restringir a fissuração impedindo a infiltração de águas e proteger as superfícies expostas com produtos específicos – hidrófugos – a serem aplicados após a cura do concreto, preferencialmente 60/90 dias após a concretagem.*

b)-expansão sob a ação de águas ou solos contendo sulfatos; - *prevenção: usar cimentos resistentes aos meios agressivos (efluentes de esgotos, águas servidas e industriais, água do mar e em alguns tipos de solos), análises físico-químicas de águas a serem utilizadas no concreto; análises petrográficas de solos nos ambientes das peças estruturais.*

c)-expansão sob a ação de reações entre os álcalis do cimento e alguns agregados; -*prevenção: análise petrográfica de areia e brita a serem utilizadas; estudos específicos do ambiente e seguir as instruções da Circular ADEMI - Recife*



*publicada em 12/05/05 sob o título REAÇÃO ALCALIS-AGREGADO abaixo resumidas:*

- *O emprego de Cimento Portland Pozolânico (CP IV), com percentual de pozolana superior a 25%, com relação água/cimento inferior a 0,45 e resistência característica à compressão superior a 35MPa;*
- *O emprego de Cimento Portland Composto com adição de filler (CP II F), com adição de sílica ativa em substituição ao cimento de no mínimo 8%, utilizando uma relação água/cimento inferior a 0,50 e resistência característica à compressão superior a 45 MPa;*
- *O emprego de Cimento Portland Composto com adição de filler (CP II F), com adição de metacaulim em substituição ao cimento de no mínimo 10%, utilizando uma relação água/cimento inferior a 0,50 e resistência característica à compressão superior a 45 MPa;*

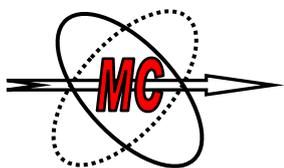
*Detalhar os blocos e sapatas, conforme prescreve a NB 6118 – 2003 e acrescentar armaduras lateral e superior com densidade de 15 Kg aço/m<sup>2</sup> de superfície, em duas direções ortogonais, convenientemente ancoradas. (~ ø 12,5 c15) “*

Comentário.

A álcali-reação significa o ataque dos agregados pelo meio básico do concreto, sendo uma reação química entre alguns tipos de sílica e silicatos que os agregados e os alcalinos do concreto podem conter. Suas manifestações podem se apresentar de várias formas, isoladas ou conjuntas:- exudações brancas compostas de calcita, ou de gel translúcido; - bolhas ou buracos rompidos em forma de cones resultantes da reação do agregado grão que se vê no fundo da depressão; fissuração isolada, em forma de mapa ou de estrela, podendo ter direção definida em função da posição de armaduras; coloração diferenciada, deslocamentos e deformações da peça estrutural ou do conjunto.

Há risco de sua ocorrência sob três condições: teor elevado de alcalinos na fase líquida intersticial do concreto; presença de minerais reativos nos aglomerados; em presença de água ou em ambientes úmidos.

A prevenção do fenômeno envolve a identificação de aglomerados potencialmente reativos, a escolha dos constituintes do concreto (inclusive do cimento), e o



conhecimento do ambiente onde a peça ou estrutura será executada.

Os casos ocorridos em Recife podem estar vinculados aos cimentos ricos em sílica, cuja matéria prima era extraída nas décadas de 70/80 de jazidas no Estado da Paraíba – hipótese levantada pelo Engenheiro de Minas Francisco Ramalho. Esses cimentos foram utilizados em vários estados do Nordeste o que amplia a hipótese de o fenômeno não estar restrito à cidade do Recife.

d)-reações deletérias superficiais de agregados contendo produtos ferruginosos; - *prevenção: análise petrográfica de areia e brita a serem utilizadas e mapeamento de jazidas com vista a sua inclusão, ou não, como fontes de agregados-NBR7212-Execução de Concreto Dosado em Central.*

#### **Armadura:**

a)-despassivação por carbonatação – ação do gás carbônico presente na atmosfera; - *prevenção: definir aditivos e adições ao concreto, a serem especificados por Engenheiro Tecnologista em Concreto, próprios para prevenir a carbonatação; observar os preceitos normativos no que tange ao cimento, concreto - preparo e aplicação - e cobrimentos;*

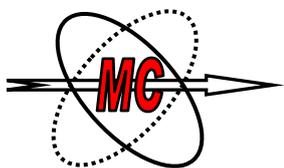
b)-despassivação sob elevado teor de íon cloro – cloreto; - *prevenção: definir aditivos e adições ao concreto, a serem especificados por Engenheiro Tecnologista em Concreto, observar os preceitos normativos do item anterior e proteger as peças estruturais onde necessário.*

#### **Estrutura:**

Ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas, ações excepcionais, retração, fluência e relaxação.

***Ações mecânicas** podem danificar pavimentos por desgaste – tráfego de veículos, de máquinas, pouso e decolagem de aeronaves – ou por destruição localizada – choques de veículos com pilares de viadutos, de navios com pilares de pontes, a queda de uma peça sobre o pavimento, como exemplos. Em pilares sob riscos dessas ações devem-se prever barreiras protetoras.*

***Variações de temperatura** geram diversas patologias nas estruturas e devem ser previstos ações e dispositivos para reduzir os seus efeitos – cura coerente, juntas e isolamentos térmicos em áreas específicas são alguns deles.*



**Impactos** podem ser decorrentes do choque de veículos, máquinas pesadas, ou da movimentação de veículos sobre as estruturas – pontes, viadutos e vigas de pontes rolantes, por exemplo.

**Ações cíclicas** com efeitos dinâmicos geram modificações internas no concreto decorrentes da oscilação de tensões. Pontes, viadutos e vigas de pontes rolantes estão submetidos a efeitos deletérios que os tornam mais deformáveis e sujeitos à ruptura por fadiga.

**Retração** – deformação volumétrica que independe do carregamento – gera efeitos deletérios nas estruturas de concreto por fissuração decorrente das restrições impostas à redução de volume da peça. Para minimizar esses efeitos nocivos impõe-se cura coerente, a inserção de armaduras complementares em casos específicos, e juntas onde necessárias.

**Fluência** é a deformação volumétrica do concreto ao longo do tempo - sob ação permanente de cargas - mais rápida no início, mais lenta e sob tendência assintótica com o tempo, atingindo-se a deformação final alguns anos após a concretagem. Para minimizar os seus efeitos impõe-se a determinação de contra-flecha, armadura de compressão e rigidez coerentes, além de condicionar a retirada de escoramentos ao valor do módulo de elasticidade de projeto.

**Relaxação** é o alívio – ao longo do tempo - de tensão do aço mantido estirado sob protensão. Seus valores são fixados nas especificações dos aços a serem empregados – NBR 7482 e NBR 7483.

Entendo que mais um tipo de ação deveria ser inserido como deletéria, logo após Ações Cíclicas.

**Ações excepcionais** – efeitos dinâmicos de vento atípico – ciclones - e sismos podem danificar as estruturas em áreas de riscos; - efeitos da ação do fogo e de explosões envolvendo o todo, ou partes das estruturas.

**Observação:** este trabalho, de minha autoria, recebeu algumas sugestões dos seguintes Mestres: Antônio Carlos Reis Laranjeiras-BA, Benjamim Ernani Diaz-RJ, Carlos Freire Machado-RJ, Egydio Hervé Neto-RS. Foi lido também pelos Mestres Bruno Contarini-RJ, Lauro Modesto –SP, e Odilon Cavalheiro-RS.

Declaro que não houve nenhuma contestação, mas sim o incentivo para divulgá-lo na busca do apoio de colegas que visam preservar a seriedade da engenharia brasileira.

Maceió, abril de 2006