

OS REQUISITOS DE DURABILIDADE NAS CONSTRUÇÕES e INFRAESTRUTURAS MODERNAS SOB PERSPECTIVAS TÉCNICAS E JURÍDICAS



Figure 1. Illustration of the rectangular network used for measurements by impact hammer and ultrasound in a region of maximum stress of a bridge stringer.

ESCOPO DA APRESENTAÇÃO

RAZÕES ATUAIS, TÉCNICAS e JURÍDICAS DE DURABILIDADE, NAS DIVERSAS FASES DOS EMPREENDIMENTOS



INOVAÇÕES, RACIONALIZAÇÕES CIENTÍFICAS/TECNOLÓGICAS EM MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS



TENDÊNCIAS e REFLEXÕES - A ENGENHARIA CIVIL DO CICLO DE VIDA

RAZÕES na GESTÃO da CONCEPÇÃO – Técnicas e Jurídicas

PROJETOS ESTRUTURAIS

HIERARQUIA TÉCNICA

+

HIERARQUIA JURÍDICA

ABNT NBR 6118:2014

“Projeto de Estruturas de Concreto –
Procedimento”

ABNT NBR 12655:2015

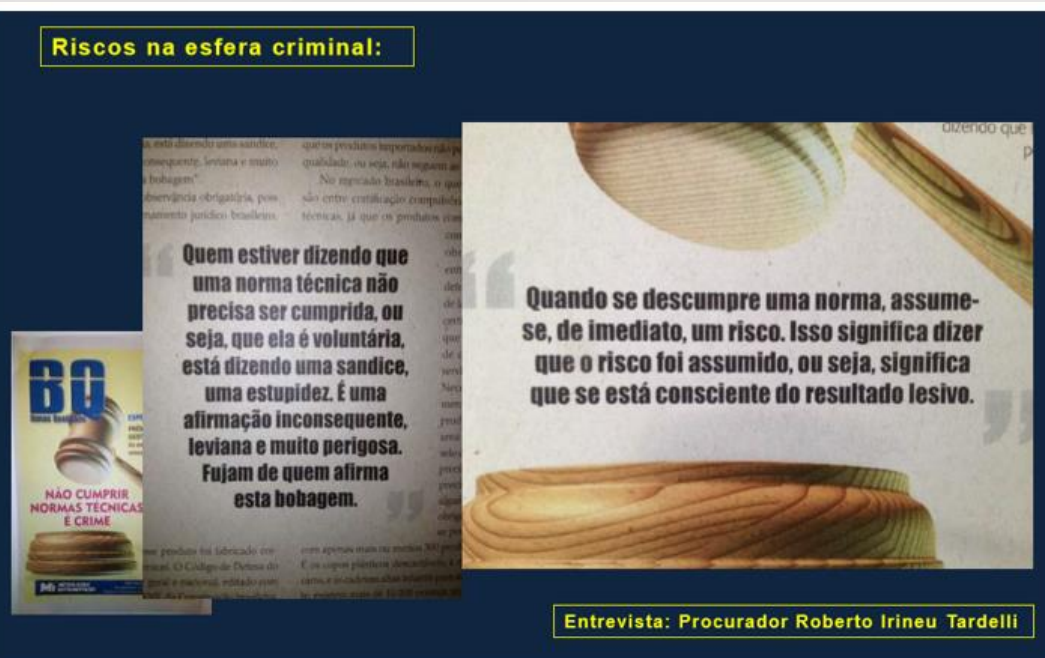
“Concreto de cimento Portland –
Preparo, controle, recebimento e
aceitação – Procedimento”

ABNT NBR 15575:2013

Edificações habitacionais – Requisitos
de Desempenho

RISCOS PELO NÃO ATENDIMENTO ÀS NORMAS TÉCNICAS

Riscos na esfera criminal:



❑ NA ENGENHARIA - NBR 6118/2014

TABELA 6.1 CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA)

6.4.3 O RESPONSÁVEL PELO PROJETO ESTRUTURAL, DE POSSE DE DADOS RELATIVOS AO AMBIENTE EM QUE SERÁ CONSTRUÍDA A ESTRUTURA, PODE CONSIDERAR CLASSIFICAÇÃO MAIS AGRESSIVA QUE A ESTABELECIDA NA TABELA 6.1.

❑ NO DIREITO

O ATENDIMENTO ÀS NORMAS TÉCNICAS É UMA PRESUNÇÃO DE REGULARIDADE, isto é: **TEM FORÇA DE LEI !**

CÓDIGO CIVIL - OBRIGAÇÃO DE MEIO X OBRIGAÇÃO DE RESULTADO

■ RESISTÊNCIAS MECÂNICAS e TÉRMICAS

X

■ RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DE AGENTES AGRESSIVOS

PROJETO DE DURABILIDADE

PROJETISTAS/MANUTENÇÃO DO “PROJETO”

QUEM DEFINE A **VUP** PRECISA TAMBÉM ESTABELECEER QUAIS AS AÇÕES DE MANUTENÇÃO. **COMO NÃO ESPECIFICAR OS PARÂMETROS DE DURABILIDADE?**

GESTÃO da CONCEPÇÃO, PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO – Razões Técnicas

□ PROJETO DE DURABILIDADE - PARÂMETROS DE DURABILIDADE E ENSAIOS CORRESPONDENTES ESPECIFICADOS PELOS PROJETISTAS ESTRUTURAIS DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO, ALÉM DAQUELES CORRESPONDENTES ÀS PROPRIEDADES MECÂNICAS E TÉRMICAS.

□ NA PRODUÇÃO

- DIFUSIVIDADE DE CLORETOS - **está para a DURABILIDADE assim como o fck está para a SEGURANÇA;**
 - PERMEABILIDADE A GASES E LÍQUIDOS;
 - POROSIDADE E ABSORÇÃO;
 - RESISTIVIDADE DO CONCRETO
 - COBRIMENTO (PACOMETRIA), etc.
 - QUALIDADE DA PRODUÇÃO DO CONCRETO (ULTRASSONOGRRAFIA , etc.)
 - CONTROLE DE QUALIDADE DOS INSUMOS

□ NA MANUTENÇÃO > MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO; MONITORAMENTOS, etc. 6

GESTÃO da CONCEPÇÃO – Razões Jurídicas

- **ABNT NBR 15575:2013** descreve **RESPONSABILIDADES DOS PROJETISTAS:**
 - Estabelecer a Vida Útil de Projeto (**VUP**); ***AVALIAÇÃO DO MICROCLIMA NO LOCAL***;
 - Especificar materiais, produtos, processos e **PARÂMETROS DE DURABILIDADE** que atendam ao desempenho mínimo estabelecido;
 - Desempenho mínimo estabelecido;
 - Solicitar informações ao fabricante para balizar as decisões de especificação quando não existirem normas específicas;
 - Inserir nos projetos ou memoriais de cálculo a consideração de VUPs maiores que os mínimos estabelecidos nesta norma;
 - ***SUBSDIAR A CONCEPÇÃO DO MANUAL DE USO, UTILIZAÇÃO E MANUTENÇÃO COM INFORMAÇÕES TÉCNICAS NO TOCANTE AOS ENSAIOS, PROCEDIMENTOS E PERIODICIDADES RECOMENDADAS VISANDO GARANTIR A VIDA ÚTIL COLIMADA.***

VIDA ÚTIL

É UM REQUISITO NORMATIVO QUE SE TRANSFORMOU EM INSTITUTO JURÍDICO

PRAZO DE RESPONSABILIDADE (prescrição)

X

PRAZO DE GARANTIA CONTRATUAL

**Obs: algumas construtoras fazendo
manutenções durante o prazo de
garantia**

PRAZO DE RESPONSABILIDADE

Recurso Especial nº 984.106 – SC (2007/0207915-3) - 4ª Turma do
STJ – Rel. Min. Luís Felipe Salomão – Dje: 20/11/2012

“Ademais, independentemente de prazo contratual de garantia, a venda de um bem tido por durável, com vida útil inferior àquela que legitimamente se esperava, além de configurar um defeito de adequação (art. 18 do CDC), evidencia uma quebra da boa-fé objetiva, que deve nortear as relações contratuais, sejam de consumo, sejam de direito comum. Constitui, em outras palavras, descumprimento do dever de informação e a não realização do próprio objeto do contrato, que era a compra de um bem, cujo ciclo vital se esperava, de forma legítima e razoável, fosse mais longo.”

1º EXEMPLO (televisor) (2-2)

PRAZO DE RESPONSABILIDADE

TJSP - Apelação nº 0258813-21.2009.8.26.0002-SP, 34ª Câmara de
Direito Privado, Rel. Des. Gomes Varjão- 24-3-2014

(...)

“Assim, é razoável considerar que, a par da garantia contratual, a vida útil esperada de um aparelho de televisão é de aproximadamente cinco anos, de modo que, se o defeito se manifestar nesse interim, cabe ao fabricante promover os reparos necessários ou, na impossibilidade, ressarcir o consumidor de alguma outra forma.

Ao argumentar o contrário, a apelada passa a impressão de que seus produtos são feitos para durarem apenas até o término da garantia contratual.”

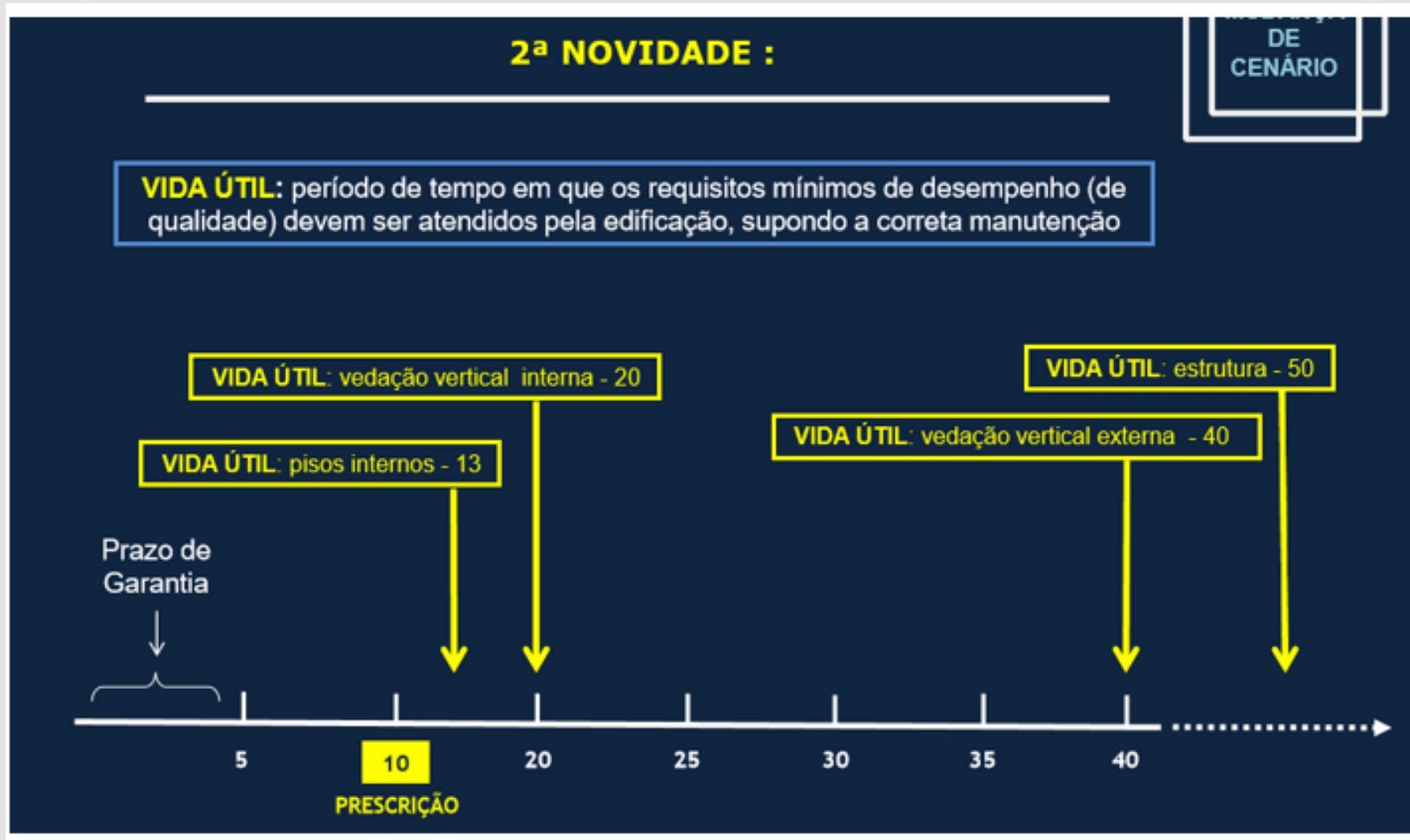
2º EXEMPLO (notebook) (2-2)

PRAZO DE RESPONSABILIDADE

TJSP - Apelação nº 0028414-90.2009.8.26.0196-Franca - 29ª Câmara
de Direito Privado, Rel. Desª. Silvia Rocha – 13-3-2-13

“O notebook da autora apresentou vício de fabricação apenas um ano e quatro meses após a compra e não é razoável dizer que ele já atingira o limite da sua vida útil, devendo ser descartado como sucata. O acionamento da garantia legal foi feito tempestivamente e não houve, como dito, sob qualquer ângulo, consumação da decadência.”

GESTÃO DA PRODUÇÃO – Razões Jurídicas



GESTÃO DA PRODUÇÃO – RAZÕES TÉCNICAS



SCIENTIA PLENA
www.scientiaplenu.org.br

VOL. X, NUM. X

2016X

doi: 10.14808/sci.plena.20XX.XXXXXX

Utilização de ensaios não destrutivos, ultrassom e pacômetro, como métodos de verificação da resistência e qualidade do concreto em um edifício em Aracaju - Sergipe

Use of non-destructive testing, ultrasound and cover meter, as method for check the resistance and quality of concrete in a building in Aracaju - Sergipe

C. H. Carvalho^{1*}; C. S. Sena^{2**}; E. A. Carvalho^{2***}; L. S. Barreto^{3****}; M. T. A. Rocha^{4*****}.



MONITORAMENTO JÁ !



GESTÃO DA PRODUÇÃO – RAZÕES TÉCNICAS



(f) gancho de ferro comum usado na ancoragem com pouca corrosão superficial após 40 anos de desempenho.



Armadura corroida na superfície sem cobrimento adequado

Armadura coberta sem corrosão

(g) ferragens de armadura da placa em aço carbono comum corroidas nas faces que não possuíam recobrimentos adequados, mas inteiras nas regiões devidamente cobertas.

Observação: placas estão sendo objetos de avaliação do pH do cobrimento, absorção, permeabilidade, etc.



GESTÃO DA PRODUÇÃO – RAZÕES TÉCNICAS



GESTÃO DA PRODUÇÃO – Razões Técnicas



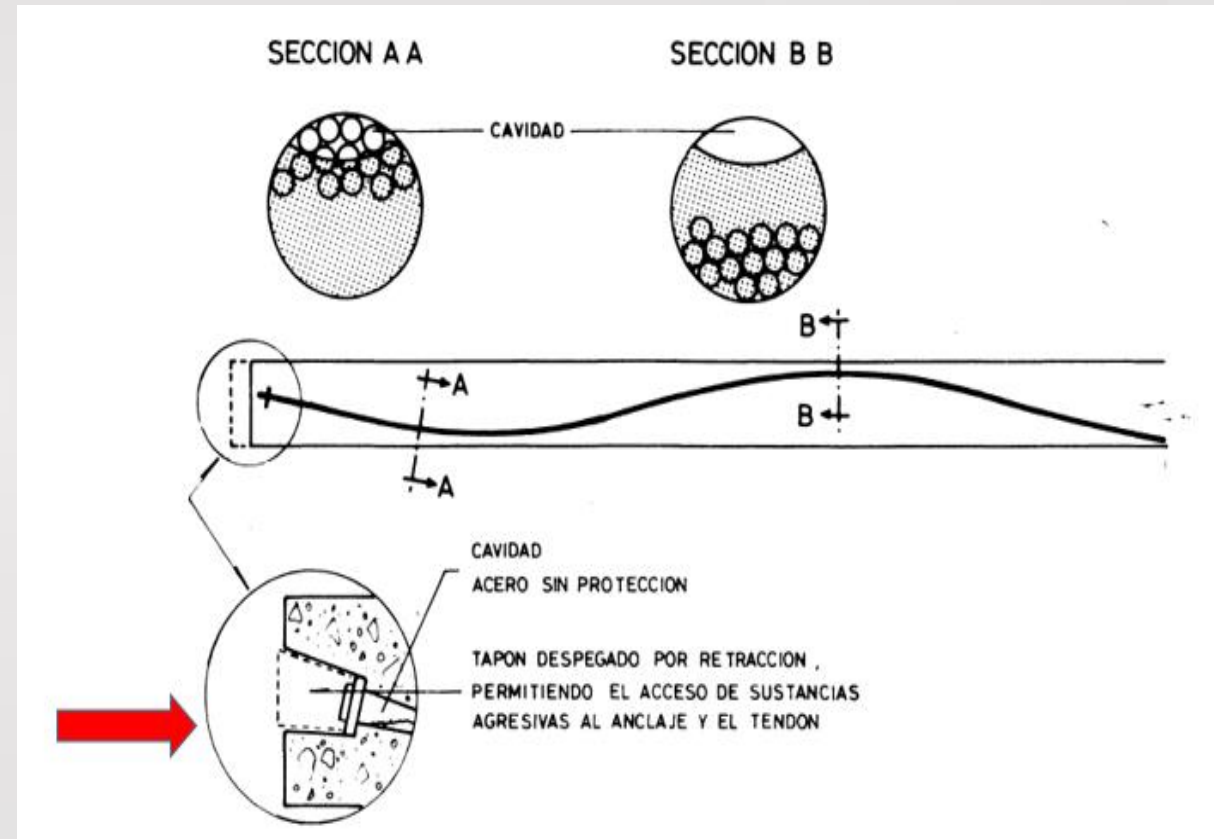
Flambagem de barras
em um pilar por
corrosão dos estribos



GESTÃO DA PRODUÇÃO – RAZÕES TÉCNICAS



GESTÃO DA PRODUÇÃO – RAZÕES TÉCNICAS



GESTÃO NA PÓS-OCUPAÇÃO, RECUPERAÇÕES, PERÍCIAS, MONITORAMENTOS etc.



GESTÃO NA PÓS-OCUPAÇÃO, RECUPERAÇÕES, PERÍCIAS, MONITORAMENTOS etc.



REPAIRBUSINESS

TOTAL CONTROLE DA CORROSÃO

CONCRETO ARMADO CONCRETO PROTENDIDO



CORROSION PRODUCTS – CONSULTING ENGINEERING

ROGETEC
RECUPERAÇÃO
www.rogetec.com.br

RESSONÂNCIA MAGNÉTICA



Método RIMT®
Ensaio não destrutivo para a avaliação de cabos protendidos e tirantes

TOMOGRAFIA (gamagrafia)



Figure 1. Tomography of a column with an 18 mm diameter and stirrups obtained with a Cs-137 source; digital portion of 8 and 32 mm resolution.

Figure 2. Gamma-ray tomography of a column, a digital portion of 8 and 32 mm resolution. The column has 18 mm diameter bars, then near the face close to the tomography bar and then on the opposite side (the source side). The relative density between the source-side source and the column yields an image with a marked perspective. The steel bars on the 'source' side are clearly visible.

THIASA uses an Argonium and 137Cs source which introduces the concept of using the perspective to solve the problem of thinking the size and position of a column of one single tomography cross-section of the column instead of two as in the conventional method. This is possible because the perspective (which is caused by the finite extension of the source) is only a function of the position of the object along an axis perpendicular to the plane. A homography fit of the proper mathematical expressions to the data corresponding to the digital plot provides the values of the distance and position.

THIASA has also carried out research on the 'source' side.

DAS PERÍCIAS: aumento da qualidade técnica do trabalho; laudos mais fundamentados em parâmetros; mais e melhores subsídios para decisões através de ENDs; melhores laudos.

ANÁLISE DO MICROCLIMA

**EM ARACAJU, QUAL DAS ESTRUTURAS
ATINGE 50 ANOS DE VIDA ÚTIL,
DE CONCRETO ARMADO OU DE AÇO**



11 e 12 DE NOVEMBRO DE 2016

LOCAL:
AUDITÓRIO DA UNIVERSIDADE TIRADENTES - UNIT
BLOCO F - 1º ANDAR, PÓS-GRADUAÇÃO
BAIRRO FAROLÂNDIA - ARACAJU / SE

Realização:  ABECE Apoio:  CONFEA  CREA-SE  Unit




Monumento ao Jangadeiro, em aço patinável (Fortaleza), 4 meses após a inauguração...

O monumento, 5 anos depois...

IDENTIFICAÇÃO	mg/m ² .dia	DESCONTO DA VELA BRANCA	TOTAL mg/m ² .dia	DISTÂNCIA COM RELAÇÃO AO MAR (m)
E1 - UFS	2,45	1,54455	0,90	6640
E2 - SALGADO FILHO	25,07	1,54455	23,52	1070
E3 - EMBRAPA	7,07	1,54455	5,53	115,62
E4 - INÁCIO B.	5,04	1,54455	3,50	2020
E5 - KARTODROMO	166,91	1,54455	165,36	402,85
E6 - AEROPORTO	1,99	1,54455	0,44	3600
E7 - COND. G. R.	32,06	1,54455	30,51	660,55
E8 - TERRENO	419,83	1,54455	418,28	80,83
E9 - COND. C.	351,80	1,54455	350,25	121,7
E10 - MOSQUEIRO	6,64	1,54455	5,09	4010

INOVAÇÕES e RACIONALIZAÇÕES em MATERIAIS e TECNOLOGIAS – **CONCRETO UHDC**



A evolução da tecnologia do concreto e a incorporação de novos aditivos para alcançar concretos de **ULTRA-ALTA DURABILIDADE** são analisadas e comparadas com os concretos mais convencionais, visando-se garantir plenos desempenhos durante os ciclos de vida úteis em qualquer ambiente agressivo (vida útil).

Técnicas Construtivas: **CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA MODULAR.**

MATERIAIS ALTERNATIVOS, TÉCNICAS, ENSAIOS, CULTURA DO MONITORAMENTO, RACIONALIZAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS , etc.

Corrosion Durability

Reinforcement Steel:

- Stainless Steel
- Epoxy Coated Rebars
- MMFX Rebars
- Galvanized Rebars



Corrosion Durability

Reinforcement Steel:

Galvanized Rebar

- Zinc plays a sacrificial role
- Compatible with cathodic protection
- Federal Highway Administration suggests a service life of 15 years in good quality concrete



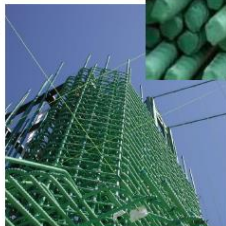
STEEL

Corrosion Durability

Reinforcement Steel:

Epoxy Coated Rebar

- 1973 First application to a bridge in the USA.
- Corrosion resistant
- No electrical continuity



STEEL

Discrete Anodes New Construction

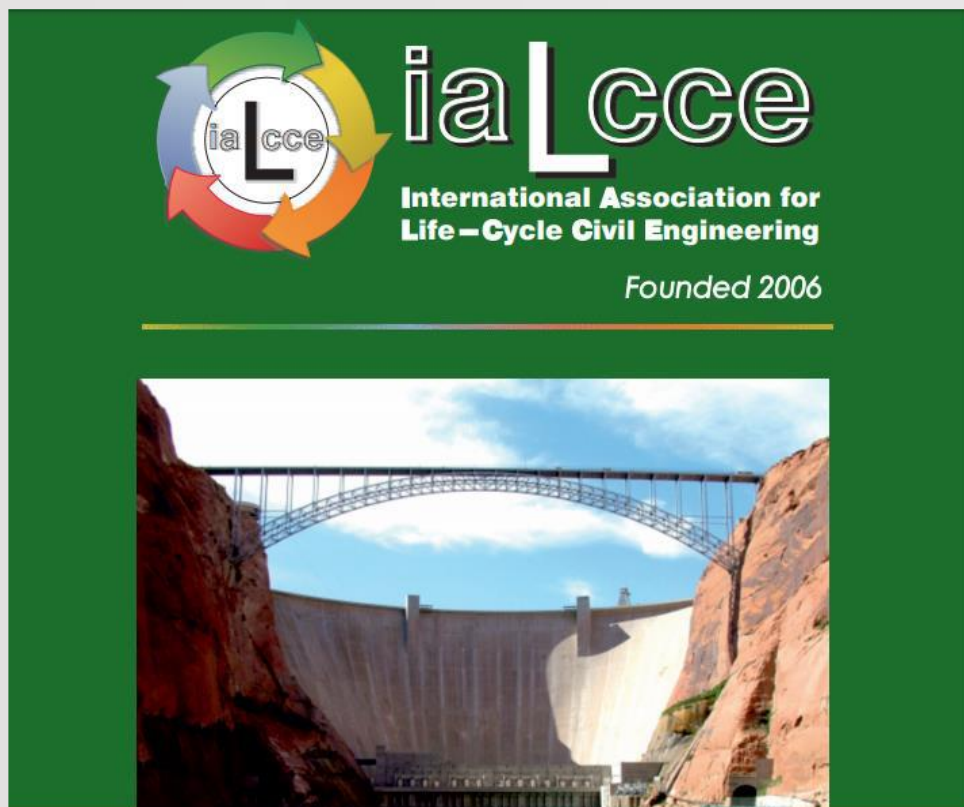


**MONITORAMENTO
CONTÍNUO – SENSORES
+
ENSAIOS NO ANTES, NO
DURANTE e NO DEPOIS**



TENDÊNCIAS (em alguns países)

■ ENGENHARIA CIVIL DO CICLO DE VIDA



PROPRIETÁRIOS DE INFRAESTRUTURA (órgãos públicos e empresas privadas) e **INCORPORADORES COMERCIAIS** estão começando a exigir **“VIDA ÚTIL GARANTIDA”** ou **“VIDA ÚTIL SEM MANUTENÇÃO”**. Às vezes, são obrigados a comprovar a **“DURABILIDADE A LONGO PRAZO”** de seus desenvolvimentos antes de vendê-los.

<http://www.ialcce.org/Links.html>



Symposium Topics

Life-Cycle based Design in Civil Engineering

Applied structural reliability and risk based design, risk management, design for durability, life-cycle analysis of sustainability, innovations in sustainable materials, performance based material design, target safety levels considering life-cycle measures, integrated design approaches, design for robustness, design for resilience, performance based life-cycle engineering, uncertainty modelling, analysis and prediction, life-cycle based analysis considering climate change, modelling of damage processes (corrosion, fatigue, sulphate attack, etc.), severe and combined environmental effects, modelling of time-dependent behaviour, modelling of long-term behaviour, life-cycle based design for fire safety, life-cycle based planning and design, BIM techniques enabling life-cycle engineering

Inspection, Testing and Monitoring for Life-Cycle Civil Engineering

Damage identification, structural health monitoring techniques, field testing and proof loading, inspection of system behaviour, quantification of the value of structural health monitoring, standardization of testing methods, determination of inspection strategies, selection of monitoring techniques, determination of performance indicators, aviation based monitoring and inspection, robotic and aviation-based techniques for structural health monitoring

Life-Cycle Assessment of Existing Structures and Infrastructures

Deterioration prediction updating, Bayesian updating of prediction models, full-probabilistic assessment methods, partial factor based assessment, assessment of cultural heritage, assessment of structural robustness, determination of residual working life, Bayesian updating of lifetime prediction models, decision making on the basis of inspection and monitoring, standardization of inspection approaches, computer-based assessment for large asset management

Life-Cycle Maintenance and Rehabilitation

Maintenance strategies, rehabilitation techniques, repair and strengthening methods, serviceability based criteria for interventions, sustainable repair measures, performance based selection of repair strategies, threshold levels for performance indicators, target safety levels for upgrading, strengthening for robustness

Life-Cycle based Optimization

Integrated approaches to life costing, economics of life-cycle engineering, life-cycle cost models and analysis, life-cycle optimization methods, optimization in decision making, optimization of material design, optimization of the value of information, selection of amount of measurements, optimization of inspection intervals, computer-based structural optimization, economic risk and decision basis, asset management and optimization

Symposium Topics: visit www.IALCCE2018.org

REFLEXÕES FINAIS

- AUMENTAR AS COGNIÇÕES E HABILIDADES NAS COMPETÊNCIAS DAS TRÊS FASES DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL (concepção, produção e manutenção);
- INSERIR NAS GRADUAÇÕES COGNIÇÕES E HABILIDADES DA CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS BEM COMO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS (Engenharia Civil Interdisciplinar);
- NECESSIDADE IMPERIOSA DE MAPEAMENTO DOS AMBIENTE AGRESSIVOS POR CLORETOS E SULFATOS EM ARACAJU;
- CERTEZA QUE, DA FORMA QUE SE PROJETA, EXECUTA E SE MANTÉM ATUALMENTE EM ARACAJU, JAMAIS SE ALCANÇARÁ A VIDA ÚTIL MÍNIMA DE 50 ANOS;
- RISCOS DOS PASSIVOS JURÍDICOS COM A RESPONSABILIDADE JURÍDICA “AD AETERNUM”;
- FORÇA DA ESPECIALIDADE EM PERÍCIAS;
- CAMINHO DA CERTIFICAÇÃO;
- PILARES DA SUSTENTABILIDADE HOLÍSTICA RELATIVOS À DURABILIDADE: *SOCIAL, AMBIENTAL e ECONÔMICO.*

OBRIGADO PELA ATENÇÃO!

Prof. Dr. Eng. Civil Carlos Henrique de Carvalho

Disciplina Patologia das Construções

COEC/IFS

carlos.carvalho@ifs.edu.br