

# INFORME CHC

**Autor: Prof. Dr. Eng. Civil CARLOS HENRIQUE DE CARVALHO**

- Diplomado em Eng. Civil pela UFBA/1968
- Eng. Responsável Técnico da Construtora Carvalho Ltda, Aracaju/Se, com mais de 100.000 m<sup>2</sup> de área construída no período 1969/2000 tais como: Usina de Açúcar São Jose do Pinheiro/Laranjeiras/Se; Fiação e Tecelagem Nortista S/A, Fábrica de Tecidos Sergipe Industrial S/A em Aracaju/Se; Super Mercado Paes Mendonça/Aracaju/Se; Ampliações na Fábrica Confiança/Aracaju/Se e Fábrica de Tecidos em Neópolis/Se; Edifício sede do SENAI/SE; Edif. Residencial Eng. Jorge Neto (14 pavimentos) + Edf. Oscar Niemayer (14 pavimentos) + Condomínio Mansão Vale dos Lagos (duas torres de 12 pavimentos), Edf. Carla e Edf. Job Carvalho com quatro pavimentos e dezenas de casas residenciais e galpões comerciais
  - Docente na graduação superior em Eng. Civil da UFS e IFS
    - Mestrado em Eng. da Produção/UFBA /1999
  - Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais/UFS/2014
    - Bacharel em Direito pela Estácio de Sá/2012
    - Inspetor de Estruturas de Concreto Armado

## TEMA PROPOSTO

**JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS/JURÍDICAS À CRIAÇÃO DA  
RESIDÊNCIA TECNOLÓGICA EM GERIATRIA NAS  
ESTRUTURAS PREDIAIS E OBRAS D'ARTE IDOSAS**

### 1. **INTRODUÇÃO**

Julguei pertinente apresentar, inicialmente, conceitos da área médica que nos inspiram na Engenharia Civil. Assim como **PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES**, a **GERIATRIA** seria um deles, evidentemente, aplicado somente às obras consideradas idosas.

A **GERIATRIA** é o ramo da Medicina encarregado de estudar, tratar doenças e condições que estão relacionadas diretamente ao envelhecimento. É uma especialidade

médica que se integra à **GERONTOLOGIA**, campo científico e profissional que se dedica às questões multidimensionais do envelhecimento e da velhice.

A **GERONTOLOGIA** trata da ciência do envelhecimento em diversos aspectos interdisciplinares inclusive político-sociais, enquanto a **GERIATRIA** se limita ao estudo médico das doenças da velhice e seus tratamentos.

A **GERONTOLOGIA** está para a ciência **PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES**, assim como a **GERIATRIA** está para a prática das **Manifestações Patológicas** construtivas.

Em suma, **GERIATRIA** é o médico que se especializa no cuidado das pessoas idosas.

Quais as justificativas para parodiar esses conceitos para nossa Engenharia Civil?

## **2. JUSTIFICATIVAS TÉCNICAS e JURÍDICAS**

Na minha visão, as justificativas apoiam-se em razões técnicas e jurídicas seguintes:

### **2.1 Razões Técnicas**

Diversas razões técnicas encontram-se presentes na prática da nossa Engenharia Civil tais como: Dos Riscos nas Inspeções Periciais em obras idosas ; Dos colapsos concretos acontecidos emblemáticos em obra idosas; Do potencial de ocorrência face erros de interpretações sistêmicas; Da ausência na cultura de Durabilidade das obras idosas; Da ausência de Monitoramentos na Gestão da Manutenção; Das interfaces do novo com o velho; Dos casos de inovações científicas e tecnológicas estruturais e o seu envelhecimento precoce; Da engenharia da produção priorizar a produtividade na dicotomia gestão x tecnologia; Das tipologias arquitetônicas e estruturais vulneráveis ao microclima local; Do desconhecimento do microclima local e seus agentes agressivos; Da tendência inexorável ao Retrofit; Da faculdade de retroalimentação no antes, no durante e no depois do processo de construção, etc.

#### **2.1.1 Dos Riscos nas Inspeções estruturais em obras idosas**

A nossa Engenharia Civil estrutural, em regra, nas suas fases de concepção, produção e manutenção, apresenta-se com uma cultura forte apenas na segurança estrutural (ELU) e muito pouco no aspecto do desempenho sensorial em serviço (ELS). A cultura da DURABILIDADE (ELD) é ainda muito incipiente, apesar dos riscos apregoados com o panorama jurídico da norma de desempenho NBR 15575/2013. Na vigência da antiga NB-1, praticamente até a década de 70 e substituída pela atual NBR 6118, simplesmente, a cultura da Durabilidade não existia.

A própria norma da ABNT vigente específica para concreto armado NBR 6118/2014, alcunhada como norma de durabilidade, não tem profundida tecnológica para garantir a vida útil requerida pela norma de desempenho que detém a primazia na hierarquia jurídica entre as normas técnicas.

Na fase de concepção de projetos estruturais, ainda hoje, a primazia é somente nas propriedades mecânicas e em algumas propriedades físicas. No tocante à Durabilidade que nos remete às propriedades químicas e eletroquímicas, o caminho atualmente adotado pelos calculistas é de apenas seguir a NBR 6118/2014 no concreto armado e as demais nos seus respectivos materiais como, por exemplo, a NBR 14762/2001 do aço. Nas obras hoje consideradas idosas, nada disso era considerado a respeito de durabilidade. Tinha-se uma espécie de convicção tecnológica que as obras seriam eternas.

Enfim, a cultura dos projetos e execução, em regra e ainda hoje, não se atenta adequadamente à expertise imperiosa da resistência à penetração de agentes agressivos requerida à durabilidade, muito menos na época das obras hoje consideradas idosas.

As graduações em Engenharia Civil não abordam a Química e Eletroquímica necessárias à Engenharia da Corrosão e outros ataques de agentes agressivos. A Química abordada é geral e superficial. Ressalta-se o fato até hilário que a maioria dos alunos da Engenharia Civil foge das disciplinas da Química como o diabo foge da cruz. Enfim, as graduações não fornecem subsídio teórico e prático, por exemplo, dos aspectos da Engenharia de Corrosão, a pior das manifestações patológicas que compromete ELU, ELS e ELD. O bacharel em Engenharia Civil assume por conta dos Projetos Pedagógicos não Interdisciplinares um risco jurídico perigoso profissionalmente bem como toda a sociedade.

As obras idosas, aquelas mais atacadas pela agressividade ambiental e das cargas de uso no seu tempo são, potencialmente, as mais susceptíveis aos equívocos profissionais das inspeções estruturais.

### **2.1.2 Dos colapsos concretos já acontecidos emblemáticos em obras idosas.**

Por falta da interdisciplinariedade, alguns colapsos aconteceram e outros poderão acontecer, na hipótese da continuidade das inspeções atuais de profissionais sem conhecimentos sistêmicos e/ou falta de equipe compatível com o grau de risco latente.

Um exemplo muito emblemático e que serve de lição na atualidade é o do colapso parcial do condomínio residencial **CHAMPLAIN TOWERS SOUTH em SURFSIDE FLÓRIDA NOS EUA** em meados do ano passado. O laudo da inspeção realizada em 2018 não teve a devida competência interdisciplinar para emitir o grau de risco latente daquela estrutura. Sem dúvidas, falta de conhecimentos na Engenharia de Corrosão foi uma das principais falhas. Jamais, em obras idosas e em ambientes agressivos, apenas um único profissional sem qualificações nas áreas da Química e Eletroquímica em casos concretos poderia emitir um laudo conclusivo seguro sobre o grau de risco latente. Faltou a interdisciplinariedade adotada hoje nas Perícias que estão sendo levadas a efeito atualmente pelo **NIST** com um elenco profissional especializado nas diversas áreas pertinentes, inclusive cientistas sociais além de **Engenheiro de Corrosão** e Forense.

Em Aracaju, em dezembro de 1998 houve um desabamento parcial da marquise do Estádio de Futebol Governador Lourival Batista conforme ilustração na manchete do jornal local de maior circulação da época, conforme Foto 1 abaixo.



**Foto 1.** Manchete do jornal Gazeta de Sergipe com parte da marquise do Estádio de Futebol Governador Lourival Batista colapsada

O alarmante desse desabamento ocorrido na manhã de uma segunda-feira seguinte ao sábado anterior foi o fato da presença de mais 200 (duzentas) crianças sob a marquise naquele sábado imediatamente anterior à segunda-feira, turno matutino do colapso. Era a comemoração do Dia da Criança. Laudo de Inspeção levado a efeito anteriormente atestava a segurança absoluta da marquise. A estrutura da marquise era composta de um grande balanço e dois pilares, sendo um deles protendido. As armaduras dos pilares tracionados protendidos estavam corroídas e não se detectou esse nexos causal do desabamento sem vítimas. Até hoje é muito difícil detectar-se corrosão sob tensão em cabos tensionados nos concretos protendidos face demandar técnicas mais especializadas, imaginem com os recursos da época.

O caso do Estádio da Fonte Nova em Salvador que também tinha sido periciada e até recuperada à luz do laudo de inspeção. Trechos da arquibancada com corrosão eletroquímica não detectada causou a morte de várias pessoas.

O desabamento do Edf. Andrea em Fortaleza com sete andares construído em 1982 e que se encontrava com armaduras de pilares e outros componentes estruturais visualmente danificadas pela corrosão, tendo sido subestimado o seu grau de risco durante o início do processo de recuperação estrutural.



**Foto 2** – Estado de degradação por corrosão de alguns dos pilares do Edf. Andrea em Fortaleza/CE

Desabamentos de pontes e viadutos mais antigos como o caso de Brasília, da Ponte de Pedra Branca em Laranjeiros/Sergipe e outros tem acontecido com muita frequência.

Em suma, nas obras idosas, principalmente, não se deve periciar sem o foco da multidisciplinariedade face o tempo de uso e o microclima da região. Os aspectos da Engenharia de Corrosão e ação de outros agentes químicos são fundamentais na avaliação do grau de risco existente. Somente as propriedades mecânicas e físicas visando-se avaliar os Estado Limite de Ruptura (ELU) e o Estado Limite de Serviço (ELS) não são suficientes, as quais nas obras consideradas jovens e bem executadas seriam suficientes.

As estruturas idosas sofreram ações das cargas solicitantes durante bom tempo de uso bem como ataques agressivos de agentes químicos do meio ambiente nesse seu período longo de desempenho. Portanto, deve-se também, inexoravelmente, avaliar o ELD (Estado Limite de Durabilidade) além dos demais para definição do grau de risco e técnicas de recuperação/reforços para o resgate de uma nova vida útil de desempenho pleno.

### **2.1.3 Diversas outras razões técnicas**

A falta de conhecimentos interdisciplinares de um Perito sozinho na avaliação de uma obra considerada idosa, potencialmente, gera mais riscos do que em uma obra nova, particularmente nos aspectos da Engenharia de Corrosão. Erros de interpretação podem ocorrer e/ou falta de visão de nexos causais fundamentais ao gatilho do colapso. Exemplo da falta de análises nos capitéis embutidos da laje plana da área externa do CHAMPLAIN TOWERS SOUTH na Flórida, muito provavelmente o gatilho principal para o início do colapso progressivo que se seguiu.

A falta da cultura de monitoramento contínuo na fase da gestão da manutenção é forte na Engenharia Civil para um estudo mais acurado do desenvolvimento das manifestações patológicas mais perigosas.

Interfaces em subsistemas construtivos diversos podem desencadear tipos de reações químicas e/ou eletroquímicas ao longo do tempo e que precisam ser diagnosticadas, a exemplo, da corrosão galvânica entre as grapas e/ou parafusos de fixações das esquadrias de alumínio e as armaduras de pilares e vigas estruturais; corrosão galvânica até entre os chumbadores galvanizados para fixação de telas de proteção nas fachadas dos edifícios e armaduras de pilares. Fotos 3 ilustram alguns casos concretos em edifícios idosos.



**Foto 3.** Corrosão galvânica entre parafusos e grapas fixadores de telas de proteção e esquadrias de alumínio com as armaduras de pilares.

Desenvolvimento de processos de corrosão nas interfaces com juntas de movimentação, nos pilares de subsolos em presença da umidade acentuada do lençol freático, etc.

As inovações estruturais viabilizadas pelos programas de simulações numéricas e o desenvolvimento do cálculo estrutural em si tem viabilizado estruturas mais esbeltas e de vãos maiores, além de partidos arquitetônicos arrojados do tipo pavimentos com transição de pilares a partir de vigas e até a partir de lajes que, quando idosos, vão demandar avaliações localizadas multidisciplinares.

A Engenharia da Produção Civil que maximiza o processo de gestão visando principalmente alta produtividade requer uma atenção redobrada na gestão tecnológica do processo produtivo das estruturas e, quando prevaricada, comprometerá sobremaneira a durabilidade dessas estruturas.

A escolha de tipologias arquitetônicas e as conseqüentes estruturais devem ser avaliadas em função do microclima local. Exemplo das lajes planas convencionais bem como das lajes planas protendidas em atmosferas agressivas ao longo do uso sem uma gestão de manutenção mais adequada.

O advento do Retrofit nas obras idosas requer, imperiosamente, essa avaliação sistêmica interdisciplinar na garantia da nova vida útil de pleno desempenho colimada pelas normas técnicas da ABNT.

## 2.2 Razões Jurídicas

A função de Inspetor de Estruturas potencializa muita responsabilidade no campo jurídico além da responsabilidade técnica profissional.

Nosso código civil impõe **OBRIGAÇÃO DE RESULTADO** pleno para o nosso desempenho profissional, isto è: sucesso pleno, não cabe sucesso apenas parcial. Portanto, **não pode errar!** À luz do **CDC – CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR**, o prestador de serviços profissionais, se for empresa, responderá objetivamente pelos erros cometidos e se for autônomo, responderá subjetivamente, isto é, terá o direito de discutir a culpa, onde na responsabilidade objetiva, havendo o dano e o nexo, não caberá se discutir a culpa.

Particularmente, tenho cá meus preconceitos jurídicos com a classificação bastante apregoada usada pelo IBAPE nas tipologias dos LAUDOS, chamando-os, a depender da metodologia, de simples VISTORIAS, INSPEÇÕES, PERÍCIAS e outra série de termos adotados. Na hipótese de erro com consequentes danos patrimoniais significativos e/ou perdas de vidas, será apenado, civil e criminalmente, em qualquer das classificações utilizadas.

No campo do **DIREITO PENAL** a responsabilidade pelos erros ou prevaricações cometidas será analisada sempre subjetivamente, nos campos da **CULPA** e dos **DOLOS**, inclusive **DOLOS EVENTUAIS** (não tinha intenção de matar, mas aconteceu). Matéria publicada na mídia impressa comentou o processo penal sobre os responsáveis pelos serviços de recuperação do Edf. Andrea colapsado em Fortaleza com o panorama jurídico de seguirem à júri popular por se tratar de crime contra vida, mesmo sendo dolo eventual (não tinha intenção de matar, mas assumiu o risco que deveria conhecer). No júri quem decide a responsabilidade criminal são os jurados, isto é, a sociedade, cabe apenas ao magistrado a dosimetria da pena.

Portanto, **RESPONSABILIDADES CIVIS E CRIMINAIS** como qualquer atividade profissional com **OBRIGAÇÃO DE RESULTADO PLENO DE SUCESSO**. É, deveras, muita responsabilidade onde é fácil poder errar, principalmente face o desconhecimento cognitivo e falta de habilidades.

O **INSPETOR** é o profissional que assume a **RESPONSABILIDADE JURÍDICA e TÉCNICA** de informar todas as propriedades remanescentes (mecânicas, físicas, químicas, eletroquímicas) atual da obra (**DIAGNÓSTICO**) e o que deverá ser feito para **RESGATAR** o pleno desempenho, conforme hierarquia jurídica das normas técnicas, ao longo da nova vida útil propiciada pelas intervenções (**TERAPIAS**) de **RECUPERAÇÕES E/OU REFORÇOS** recomendadas. Evidente, nas **OBRAS IDOSAS**, o trabalho de

**DIAGNÓSTICO** demanda expertises em áreas multidisciplinares com mais intensidade e profundidade de conteúdos do que nas obras consideradas jovens.

Para ilustrar, tomemos como exemplo referencial a moda atual de **RETROFIT EM OBRAS IDOSAS** que se desenvolvem, diga-se de passagem, com muita propriedade e competência em vários centros urbanos do país.

**RETROFIT**, em regra, tem sido viabilizado economicamente em estruturas idosas. Quais, resumidamente, as responsabilidades técnicas e jurídicas do **INSPETOR**?

**Respostas:** 1. Tecnicamente, diagnosticar todas as propriedades remanescentes (mecânicas, físicas, químicas e eletroquímicas) de todos os componentes estruturais, inclusive fundações, visando subsidiar o projetista estrutural na concepção do novo projeto apoiado sobre a estrutura idosa existente; 2. Definir, inclusive, o que se deve fazer em termos de recuperações, reforços, proteções e inibições para que o calculista possa garantir a nova vida útil de projeto nos termos da norma de desempenho que possui a posição hierárquica mais alta diante das demais normas prescritivas; 3. Juridicamente, o INSPETOR será responsável solidário, civil e penal, integrado com os projetistas estruturais e os construtores, à luz do CC, CDC e Código Penal.

As Responsabilidades integradas de todos os envolvidos dar-se-ão ao longo de toda a vida útil normatizada pela NBR 15575/2013 que no judiciário tem presunção de regularidade, e o seu panorama jurídico caminha para a adoção pelos Tribunais Superiores da Teoria da Vida Útil dos Bens Duráveis.

Evidente, que demanda um conhecimento interdisciplinar ou uma equipe multidisciplinar para se ter um trabalho preciso e seguro à nova vida útil colimada por se tratar de uma obra idosa. A participação nas análises das propriedades químicas e eletroquímicas demandam expertise da Ciência e Engenharia de Materiais e não somente das cognições mecânicas e físicas da Engenharia Civil. Esse é um resumo da diferença entre perícias em obras idosas para perícias em obras novas.

### **3. CRIAÇÃO DA RESIDÊNCIA TECNOLÓGICA EM GERIATRIA DAS ESTRUTURAS**

Sugiro criar-se uma espécie de **RESIDÊNCIA TECNOLÓGICA** no estilo das Ciências Médicas com prazo de dois anos, projeto pedagógico alicerçado em cognições e habilidades sistêmicas da Engenharia Civil e da Ciência e Engenharia dos Materiais.

Na **fase teórica da Residência** seriam abordadas as **cognições da Engenharia Civil** nos campos da Geotecnia e Estruturas (concreto convencional, concreto protendido, alvenarias estruturais, madeira e estruturas metálicas), incluindo-se todos os projetos de recuperação e reforços estruturais e de fundações com disciplinas específicas.

Na **fase teórica da Residência** seriam abordadas as **cognições da Ciência e Engenharia dos Materiais** nos campos das propriedades e estudos das microestruturas dos materiais, da corrosão eletroquímica nos concretos armados e protendido bem

como nas estruturas metálicas, dos ENDs – ensaios não destrutivos e dos ensaios de caracterização dos materiais (exemplos do DRX, MEV/EDS, Análises petrográficas, etc.).

Ainda **na fase teórica** seriam estudados todos os **parâmetros necessários aos Projetos de Durabilidade de estruturas** de concreto convencional e protendidos, alvenarias, madeira e estruturas metálicas visando-se vida útil em pleno desempenho.

Na Metodologia das disciplinas aplicadas estudos de caso seriam analisados na sua plenitude científica e tecnológica.

Os ensaios seriam realizados durante um período presencial em laboratórios de universidades como o P<sup>2</sup>CEM/UFS e o LEDMa/UFBA.

A Residência seria viabilizada e coordenada administrativamente pelo sistema CONFEA/CREA, e academicamente por universidades locais conceituadas.

Os professores seriam alocados das graduações em Engenharia Civil e da Engenharia dos Materiais, além de profissionais atuantes no mercado de notório saber na especialidade.

Haveria um processo seletivo para a seleção dos participantes com uma turma máxima de 20 alunos e o certificado seria do sistema CONFEA/CREA para os que lograrem êxito nos estudos.

Sonhar é possível, ainda não pagamos impostos por isso.

**CHC**

**18/03/2022**

**THE END**