Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

PADRONIZAÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO NORMATIVAS – UMA VISÃO DA PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES ATRAVÉS DE NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

M. SOLLERO
Tecnóloga em Construção Civil
CONCREMAT Engenharia e Tecnologia S.A.
São Paulo, Brasil
marcela.barros@concremat.com.br

H. BOLORINO
Química - Diretora
CONCREMAT Engenharia e Tecnologia S.A.
São Paulo, Brasil
heloisa.bolorino@concremat.com.br

RESUMO

A Patologia das Construções, apesar de ser uma especialidade da Engenharia Civil de fundamental importância para a manutenção e a preservação da durabilidade e da segurança das estruturas civis, carece de padronização e parametrização normativas nacionais. Atualmente, existem normas brasileiras que tangenciam o tema ou tratam de uma parte limitada de seus aspectos, como a NBR 5674, a NBR 9452 e a NBR 16230; internacionalmente, pode-se destacar a norma europeia EN 1504, partes 1 a 10, que dedica-se a especificar parâmetros de desempenho e princípios para o uso de produtos e sistemas de recuperação e proteção de concreto, e as normas ACI, que abordam da definição dos principais tipos de anomalia às orientações para realização de inspeções, diagnósticos, reparo e proteção de estruturas. Com base nisso, o presente artigo traça um panorama de diversas normas nacionais e internacionais relacionadas à Patologia das Construções, fornecendo uma visão assertiva de seu conteúdo para os profissionais da área e contribuindo para o delineamento dos pontos que uma norma nacional sobre o tema deve abranger para o atendimento às necessidades do meio técnico.
Palavras-chave: Patologia das Construções, norma, padronização, inspeção, diagnóstico, recuperação.

ABSTRACT

Despite being a specialty of Civil Engineering of paramount importance for the maintenance and preservation of the durability and safety of civil structures, Building Pathology lacks standardization and national regulatory parameters. Currently, a few Brazilian standards address the topic or cover a limited portion of its aspects, such as NBR 5674, NBR 9452, and NBR 16230; at the international level, one highlight is the European standard EN 1504, parts 1-10, which is dedicated to specifying performance parameters and principles for the use of products and systems for concrete recovery and protection, and the ACI standards, which address the definition of the main types of anomalies, with guidelines for inspections, diagnosis, repair, and protection of structures. Based on that, this article provides an overview of a number of national and international standards related to Building Pathology, providing an assertive view of its content for professionals in the field and contributing to the preparation of points to be covered by a national standard on the topic, to meet the needs of the technical area.
Keywords: Building Pathology, standard, standardization, inspection, diagnosis, repair.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento em Patologia das Construções é essencial para a manutenção e a preservação da durabilidade e da segurança das estruturas civis. Como expõe a norma ABNT NBR 5674 [1], é economicamente inviável, além de ambientalmente inaceitável, considerar as edificações como produtos descartáveis, que podem ser simplesmente substituídos quando deixam de atingir os níveis de desempenho exigidos. Dessa forma, é necessário que uma série de conceitos seja aplicada de forma universal nas estruturas desde sua concepção, buscando dotá-las de qualidade mínima em relação aos aspectos funcional, estrutural e da durabilidade.

A normatização dos requisitos de desempenho e de exigências para que os mesmos sejam alcançados é um passo de grande importância para o alcance desse objetivo. Contudo, as normas nacionais atuais apenas tangenciam o tema ou tratam de uma parte limitada de seus aspectos.

Os itens a seguir apresentam um panorama de diversas normas nacionais relacionadas parcial ou integralmente à Patologia das Construções, assim como uma breve análise comparativa da visão de ambos os grupos no que se refere aos mecanismos de degradação e manifestações patológicas que afetam as estruturas de concreto.

2. NORMAS NACIONAIS

Dentre as normas nacionais que apresentam requisitos de desempenho, parâmetros e diretrizes pertinentes à Patologia das Construções, pode-se destacar a ABNT NBR 6118, a ABNT NBR 12655, a ABNT NBR 5674, a ABNT NBR 14037, a ABNT NBR 9452, a ABNT NBR 15575 e a ABNT NBR 16230, apresentadas a seguir:

- ABNT NBR 6118 [2] – possui exigências de espessura de cobrimento, relação água/ cimento (a/c), consumo de cimento e classe de concreto (resistência à compressão) em função da Classe de Agressividade Ambiental - descrita na Figura 1 - incorporadas pela norma em sua versão lançada em 2003 e especificadas com o propósito de preservar a durabilidade das estruturas de concreto, conceito pouco aplicado fora do meio acadêmico na época.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana [a, b]	Pequeno
III	Forte	Marinha [a]	Grande
		Industrial [a, b]	
IV	Muito forte	Industrial [a, c]	Elevado
		Respingos de maré	

[a] Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).
[b] Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.
[c] Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Figura 1: Classes de Agressividade Ambiental segunda a norma ABNT NBR 6118:2014 [2]

A norma ainda lista mecanismos de envelhecimento e deterioração preponderantes que podem afetar o concreto, as armaduras e as estruturas em si, reproduzidos pela norma ABNT NBR 12655 [3];

- ABNT NBR 12655 [3] – dentre os diversos pontos que aborda relacionados ao preparo, controle, recebimento e aceitação de concreto, complementa as especificações da ABNT NBR 6118 quanto à durabilidade das estruturas frente às diversas Classes de Agressividade Ambiental, possuindo requisitos de relação a/c e resistência à compressão para concreto em condições especiais de exposição, bem como limites para o teor de sulfatos, cloretos e outros agentes agressivos no meio e/ ou no próprio material;

- ABNT NBR 5674 [1] – trata do sistema de gestão da manutenção de edificações, com foco direcionado principalmente aos edifícios residenciais e/ ou de escritórios. Oferece informações para a organização, controle, documentação, elaboração de relatórios e de um plano de manutenção preventiva;

- ABNT NBR 14037 [4] – aborda a elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das estruturas, que devem ser entregues ao proprietário das estruturas de acordo com a NBR 6118 e a NBR 5674 [1] [2];

- ABNT NBR 9452 [5] – orienta o conteúdo, a periodicidade e a forma de apresentação de inspeção das *obras de artes especiais* (OAEs) quanto aos parâmetros estruturais, funcionais e de durabilidade, atribuindo-lhes notas técnicas. Apesar de destacar alguns tipos de manifestações patológicas que devem ser registradas quando visualizadas nas estruturas, não entra no mérito de suas definições;

- ABNT NBR 15575, partes 1 a 6 [6] – comumente chamada "norma de desempenho", apresenta requisitos, critérios e métodos de avaliação gerais e para os diversos sistemas que compõe *edificações habitacionais*, incluindo estruturas de concreto, constituindo um marco para a modernização tecnológica e a melhoria da qualidade da construção brasileira;

- ABNT NBR 16230 [7] – trata da qualificação e certificação de inspetores de estruturas de concreto através de um processo seletivo composto pela aplicação de avaliações teóricas e práticas. São apresentadas recomendações de requisitos básicos em função do nível do inspetor – I ou II -, abrangendo conceitos gerais, orientação de equipes, inspeção e avaliação de estruturas – desenho técnico, concepção e comportamento estrutural, Patologia das Estruturas de Concreto, materiais de construção civil, técnicas construtivas, normatização e métodos de ensaio conforme normas nacionais e internacionais. A certificação tem validade de 60 meses.

Podem ser incluídas nessa seleção as normas que dão orientações para a realização de ensaios não-destrutivos ou semi-destrutivos, mas não fornecem parâmetros para a análise dos resultados, como a ABNT NBR 7584 [8] e a ABNT NBR 8802 [9], a norma ABNT NBR 9575 [10], que apresenta requisitos para sistemas de impermeabilização, a norma ABNT NBR 8800 [11], que aborda a durabilidade dos componentes de aço frente à corrosão, o Glossário de Terminologia Básica [12] e a norma de Inspeção Predial [13] do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE), que classifica as inspeções prediais em 3 níveis de complexidade crescente, determina critério, método e documentações pertinentes e apresenta um sistema de classificação de anomalias e falhas quanto à origem e ao grau de risco.

3. NORMAS INTERNACIONAIS

Internacionalmente, há diversas normas, boletins e recomendações que podem ser relacionados parcial ou totalmente aos pontos de interesse da Patologia das Construções, como os boletins CEB e FIB que tratam de ensaios, avaliação, diagnóstico, e recuperação de estruturas afetadas por manifestações patológicas, bem como do projeto de estruturas duráveis, a norma europeia EN 1504 e as normas ACI relacionadas à avaliação, ao projeto e à recuperação de estruturas.

As normas EN 1504 e algumas das normas ACI mais pertinentes são explanadas nos itens 3.1 e 3.2.

3.1. Norma EN 1504

A norma europeia EN 1504, estruturada em 10 partes, é voltada para a especificação de produtos e sistemas a serem utilizados na manutenção, proteção, recuperação e reforço de estruturas de concreto.

A primeira parte [14] da norma apresenta definições necessárias para a compreensão do conjunto, sendo que as mesmas são complementadas ao longo das outras partes. A segunda parte [15] da norma aborda os requisitos de desempenho para sistemas de proteção superficial do concreto, os quais possuem grande importância na manutenção preventiva das estruturas.

Dentre os conceitos apresentados pela segunda parte da norma, é de particular interesse o que diferencia os sistemas em (a) *impregnação hidrofóbica*, que tornam a superfície repelente à água, revestindo mas não preenchendo o interior dos poros e capilares, como os hidrofugantes à base de silano-siloxano, (b) *impregnação*, que tende a produzir uma fina e descontínua película sobre a superfície, preenchendo parcialmente os poros e capilares, e (c) *revestimento por pintura*, que produz uma película contínua.

Da terceira à sétima parte da norma [16] [17] [18] [19] [20], são apresentados requisitos de desempenho para produtos ou sistemas, bem como indicações das normas pelos quais os mesmos devem ser verificados, sendo que a parte 3 trata de recuperação estrutural e não estrutural – argamassa, concreto e graute -, a parte 4, de colagem estrutural, a parte 5, de injeção estrutural, a parte 6, de ancoragem de armaduras, e a parte 7, de proteção contra a corrosão das armaduras de aço não revestidas ou embutidas em concreto.

Nota-se a semelhança entre a organização e apresentação das partes 2 a 7 na norma EN 1504 e a norma nacional ABNT NBR 15575, ambas predominantemente voltadas ao desempenho de sistemas ou materiais, em contraste com as normas prescritivas.

Em sua oitava parte [21], a norma EN 1504 aborda diretrizes para o controle de qualidade e a avaliação da conformidade dos produtos e sistemas, orientando o procedimento de registro das amostras, dentre outros itens.

A parte 9 [22] da norma constitui uma de suas contribuições mais importantes, ao apresentar princípios gerais para o uso dos produtos e sistemas de proteção e recuperação. A norma determina que o processo de avaliação defeitos nas estruturas de concreto e suas causas deve compreender as condições visíveis da estrutura (inspeção visual), ensaios para determinar as condições do aço e do concreto, a análise dos projetos, do ambiente e do histórico da estrutura, as condições de uso e os requisitos para usos futuros; atendendo a esses fatores, a natureza e a causa dos defeitos – incluindo causas combinadas – devem ser registradas.

A norma classifica as causas comuns de deterioração do concreto - mecânicas, químicas, físicas e por fogo – e das armaduras – carbonatação, contaminantes corrosivos e correntes de fuga. Para a recuperação e proteção do concreto e do aço afetados por esses mecanismos de degradação, a EN 1504-9 estabelece 11 princípios, a serem selecionados de acordo com a forma de atuação dos mecanismos ativos ou previstos para a estrutura. Para cada um desses princípios, a norma sugere uma gama de métodos de recuperação. Nota-se que, como os métodos são relacionados aos princípios de acordo com seus requisitos de desempenho e características, novas tecnologias podem ser facilmente incorporadas a essa seleção. Os princípios propostos pela norma relacionados a defeitos no concreto, assim como uma relação de métodos sugeridos, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Princípios e métodos para proteção e reparo de estruturas de concreto – Relacionados a defeitos no concreto – Adaptada da norma EN 1504-9 [23]

Princípio	Exemplos de métodos
Relacionados a Defeitos no Concreto	
1. Proteção contra ingresso	Impregnação hidrofóbica
	Impregnação
	Revestimento por pintura
	Fissuras colmatadas localmente
	Selamento de fissuras
	Transformação de fissuras em juntas
	Levantamento de painéis externos
	Aplicação de membranas
2. Controle de umidade	Impregnação hidrofóbica
	Impregnação
	Revestimento por pintura
	Levantamento de painéis externos
	Tratamento eletroquímico
3. Recuperação do concreto	Aplicação de argamassa à mão
	Moldagem de novo concreto
	Projeção de concreto ou argamassa
	Substituição de elementos
4. Reforço estrutural	Adicionar ou substituir barras embutidas ou externas
	Instalação de barras ancoradas em furos no concreto pré-existentes ou realizados com broca
	Colagem de chapas
	Adição de argamassa ou concreto
	Injeção de fissuras, vazios ou interstícios
	Selamento de fissuras, vazios ou interstícios
	Protensão
5. Aumento de resistência física	Revestimento por pintura
	Impregnação
	Adição de argamassa ou concreto
6. Resistência química	Revestimento por pintura
	Impregnação
	Adição de argamassa ou concreto

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

A norma apresenta ainda princípios e métodos relacionados à corrosão das armaduras, expostos na Tabela 2.

Tabela 2: Princípios e métodos para proteção e reparo de estruturas de concreto – Relacionados à corrosão das armaduras – Adaptada da norma EN 1504-9 [23]

Princípio	Exemplos de métodos
Relacionados à corrosão das armaduras	
7. Preservação ou restauração da passividade	Aumento de cobrimento com argamassa ou concreto adicionais
	Substituição do concreto contaminado ou carbonatado
	Realcalinização eletroquímica do concreto carbonatado
	Realcalinização do concreto carbonatado por difusão
	Extração eletroquímica de cloretos
8. Aumento da resistividade	Impregnação hidrofóbica
	Impregnação
	Revestimento por pintura
9. Controle catódico	Limitação do teor de oxigênio (no cátodo) por saturação ou revestimento por pintura
10. Proteção catódica	Aplicação de potencial elétrico
11. Controle de áreas anódicas	Revestimento da armadura com pinturas contendo pigmentos ativos
	Pintura das armaduras com revestimento barreira
	Aplicação de inibidores de corrosão no concreto

Os princípios 1 a 6 são indicados para manifestações patológicas decorrentes de mecanismos de degradação mecânicos, químicos, físicos e fogo; os princípios 7 a 11 são recomendados para a recuperação de armaduras que perderam o cobrimento por causas físicas.

Os principais métodos citados na nona parte da norma são explanados na décima parte [23], que fornece diretrizes para a preparação do substrato e das armaduras, assim como para a seleção, aplicação e controle de qualidade dos métodos. Destaca-se que o foco dessa norma é voltado aos requisitos que devem ser atendidos e não ao detalhamento da técnica a ser empregada.

3.2. Normas ACI

Há uma série de normas elaboradas por comitês do *American Concrete Institute* que podem ser aplicadas na Patologia das Construções. Dentre as mesmas, destacam-se a ACI 201.2R-08 *Guide to Durable Concrete*, a ACI 201.1R-08 *Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service*, a ACI 224.1R-07 *Causes, Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures*, a ACI 349.3R-02 *Evaluation of Existing Nuclear Safety-Related Concrete Structures* – que apresenta uma relação de mecanismos de degradação aplicáveis a estruturas de concreto em geral –, a ACI 364.1 R-07 *Guide for Evaluation of Concrete Structures Before Rehabilitation* e a ACI 546R-14 *Guide to Concrete Repair*, apresentadas a seguir:

- ACI 201.2R-08 [24] – uma das referências utilizadas na elaboração da revisão lançada em 2015 da ABNT NBR 12655, a norma discute mecanismos de degradação do concreto e apresenta recomendações para o projeto das estruturas, de forma que o material possa resistir aos efeitos deletérios, além de informações complementares;

- ACI 201.1R-08 [25] – constitui um guia ilustrado para a identificação e classificação de manifestações patológicas decorrentes dos mecanismos de degradação atuantes das estruturas, propondo ainda um modelo de formulário para o registro dos dados. Visando exemplificar o conteúdo da norma, a Figura 2 apresenta a ilustração das manifestações patológicas (a) *severe scalling* e (b) *very severe scalling*, descritas, respectivamente, como (a) perda de argamassa superficial com 5 a 10 mm de profundidade com alguma perda de argamassa no entorno dos agregados de 10 a 20 mm e (b) como perda de partículas do agregado graúdo, bem como da argamassa superficial, geralmente com profundidade maior que 20 mm.



Figura 2: *Severe scalling* (a) e *very severe scalling* (b) segundo a norma ACI 201.1R-08 [25]

Nota-se que as descrições são bastante detalhadas, o que apresenta aspectos positivos e negativos. Elas permitem a padronização do resultado das inspeções visuais executados por diferentes profissionais e empresas, em diferentes épocas, reduzindo a subjetividade do processo; seus parâmetros para a classificação da severidade das anomalias, no entanto, incluem informações que não são relevantes isoladamente e omitem dados necessários.

Como exemplo, pode-se assumir que foi registrada uma região com *severe scalling,* implicando em perda de 5 a 10 mm de argamassa; se a anomalia ocupa uma pequena área de um elemento com cobrimento de 6 cm, ela possui pouquíssimo impacto sobre a estrutura. No entanto, se o cobrimento possuísse apenas 2 cm ou se a armadura estivesse exposta, a anomalia poderia comprometer a durabilidade do elemento, possuindo uma gravidade diferente;

- ACI 224.1R-07 [26] – explana as principais causas para a fissuração do concreto, abordando ainda métodos diretos e indiretos para a avaliação e monitoramento das anomalias e uma descrição passo-a-passo das principais técnicas de recuperação, com uma abordagem mais prescritiva e prática do que as normas EN 1504. A Figura 3 apresenta ilustrações da norma, exemplificando sua tratativa.

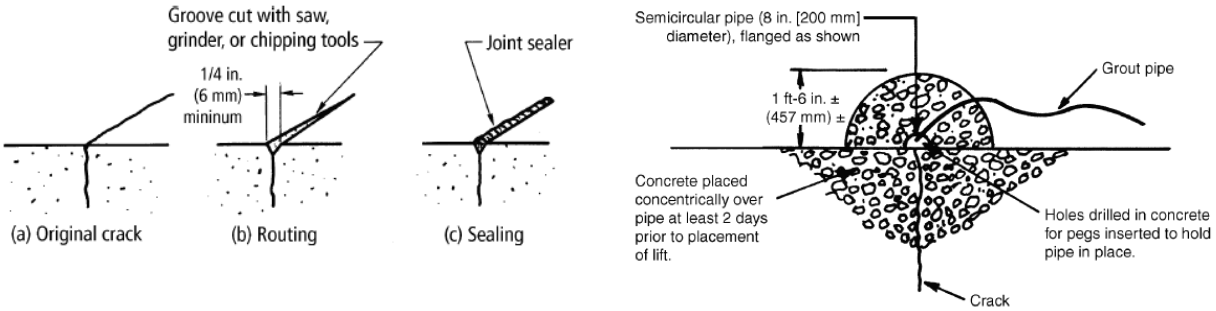

Figura 3: Métodos de tratamento de fissuras segundo a norma 224.1R-07 [26]

- ACI 349.3R-02 [27] – apesar de ser destinada à avaliação de estruturas de concreto nucleares relacionadas à segurança, a norma compreende uma abrangente exposição sobre métodos de avaliação, mecanismos de degradação e critérios de avaliação do concreto aplicáveis a todo tipo de estrutura composta por esse material. Os mecanismos expostos na ACI 349.3R-02 são discutidos mais longamente nas normas ACI 201.2r-08, ACI 216.1, ACI 224R e ACI 224.1R;

- ACI 364.1 R-07 [28] – a norma apresenta os procedimentos gerais para a realização, documentação e avaliação do resultado de Inspeções Preliminares e Detalhadas, detalhando itens que devem ser verificados e contendo uma relação das propriedades a serem avaliadas no aço e no concreto e das opções de ensaio não-destrutivos e semi-destrutivos adequados. É particularmente útil sua tabela que relaciona métodos de ensaios não-destrutivos, aplicações, princípios de operação, conhecimentos necessários do usuário, vantagens e limitações;

- ACI 546R-14 [29] – trata-se de um guia para a seleção e aplicação de materiais e métodos de recuperação, proteção e reforço das estruturas de concreto, oferecendo embasamento para a escolha da opção mais vantajosa dentre diversos métodos. A norma possui relações de características, considerações e limitações de técnicas de limpeza e corte do concreto, bem como conteúdo técnico sobre materiais de reparo e sua aplicação. Ao abordar sistemas de proteção, a norma apresenta tratamentos superficiais, selantes para juntas e sistemas de proteção catódica. Por fim, a norma apresenta descrições, vantagens, usos típicos, limitações, detalhes de instalação e exemplos de técnicas de reforço estrutural.

4. MECANISMOS DE DEGRADAÇÃO E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM NORMAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Ao agir sobre as estruturas, os mecanismos de degradação causam manifestações patológicas ou anomalias. Os mecanismos de degradação, também chamados mecanismos ou causas de envelhecimento ou deterioração, são classificados de formas distintas nas normas nacionais e internacionais.

É notável que alguns mecanismos são subdivididos em fenômenos menores, alguns são agrupados sob um único nome e outros sequer são citados ao se comparar as diferentes referências. Objetivando ilustrar tais diferenças, a Figura 4 sintetiza os mecanismos ou causas de deterioração do concreto e das estruturas em si segundo as normas ABNT NBR 6118 [2], EN 1504-9 [22] e ACI 349.3E-02 [27].

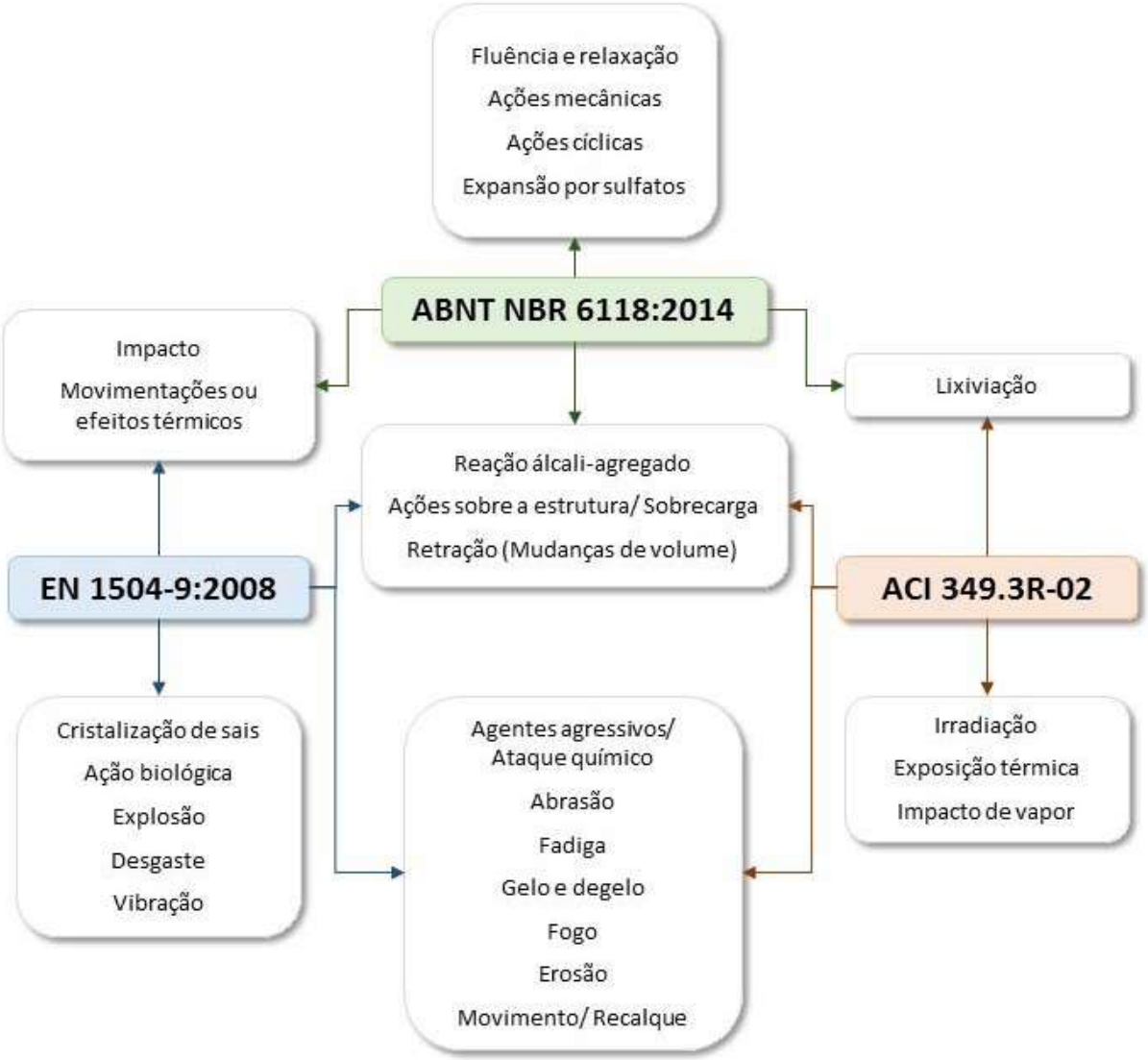

Figura 4: Mecanismos ou causas de deterioração do concreto e das estruturas em si segundo as normas ABNT NBR 6118 [2], EN 1504-9 [22] e ACI 349.3E-02 [27]

Para a melhor compreensão da Figura 4, informa-se que alguns termos semelhantes foram unificados (como "ciclo gelo-degelo" e "gelo e degelo") e que o item agentes agressivos/ ataque químico engloba mas não se limita ao ataque e consequente expansão por sulfatos, razão pela qual outros itens que são semelhantes, mas não iguais, não foram agrupados.

A Figura 5 apresenta os mecanismos ou causas de deterioração das armaduras segundo as normas ABNT NBR 6118 [2], EN 1504-9 [22] e ACI 349.3E-02 [27].

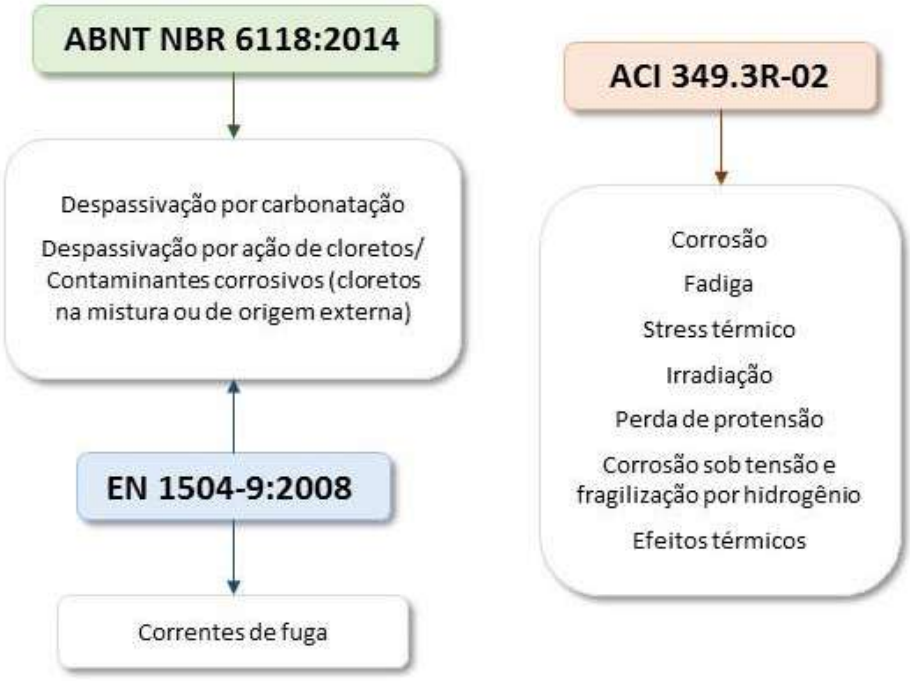

Figura 5: Mecanismos ou causas de deterioração das armaduras segundo as normas ABNT NBR 6118 [2], EN 1504-9 [22] e ACI 349.3E-02 [27]

Para a elaboração da Figura 5, realizou-se também a unificação de termos semelhantes (como "carbonatação" e "despassivação por carbonatação"). Dentre as normas selecionadas, apenas a ACI 349.3R-02 [27] diferencia os fenômenos que afetam as armaduras ativas e inclui aço estrutural e componentes de aço inoxidável.

Como exposto, as normas ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655 listam mecanismos de degradação preponderantes que afetam o concreto e as armaduras. No que se refere às manifestações patológicas, há diversas referências nas normas brasileiras, sendo as principais listadas a seguir:

- ABNT NBR 6118 [2] – estabelece limites de abertura de fissuras (ELS-W) em função da Classe de Agressividade Ambiental em estruturas de concreto armado e protendido, visando preservar a durabilidade das estruturas;

- ABNT NBR 9575 [10] – a norma de seleção e projeto de impermeabilização, além de listar manifestações patológicas a que podem estar sujeitos os sistemas de impermeabilização, define "fissura" como uma abertura decorrente de deformações ou deslocamentos que pode ser classificada em estática ou dinâmica e possui amplitude variável, assim como a trinca. Em sua versão anterior, datada de 2003, a norma especificava que microfissuras possuem abertura inferior a 0,05 mm, fissuras possuem abertura de até 0,5 mm e trincas abertura maior que 0,5 mm e menor que 1,0 mm;

- ABNT NBR 15575-2 [30] - define "fissura" como um seccionamento na superfície ou em toda a seção transversal de um componente, com abertura capilar, ativa ou passiva, sem referências ao limite de abertura em sua última edição, e "trinca" como um termo coloquial qualitativo para fissuras, com uma abordagem diferente da norma ABNT NBR 9575.

Observa-se que a norma utiliza os termos escamações, delaminações, lascamentos, destacamentos e desagregação sem especificar seus sentidos, que necessitam ser deduzidos pelo contexto e abrem margem para interpretações errôneas;

- ABNT NBR 9452 [5] – a norma exige o registro das manifestações patológicas presentes na estrutura, listando alguns exemplos, mas não fornece definições dos termos;

- Norma de Inspeção Predial Nacional [13] – IBAPE - a norma especifica que as anomalias encontradas durante a Inspeção Predial devem ter sua origem – endógena, exógena, natural ou funcional – e seu grau de risco classificados. Os parâmetros indicados pela norma para a determinação do grau de risco, no entanto, apresentam-se subjetivos, dado que termos como "aumento excessivo de custo de manutenção" e "perda excessiva de desempenho" são suscetíveis a diferentes interpretações.

  A análise da norma pode ser complementada pela Glossário de Terminologia [12] do IBAPE, que define anomalias como corrosão, desagregação, descolamento, fissura – "fenda estreita e pouco profunda na superfície" - pulverulência, rachadura – "fenda acentuada e profunda que secciona integral ou parcialmente um elemento construtivo", trinca – "fenda em estado intermediário entre fissura e rachadura" -, vesícula e ruptura – seccionamento total ou parcial de um elemento que diferencia-se da rachadura por reduzir sua resistência significativamente.

  A norma define a inspeção predial como uma vistoria para determinar as condições da edificação de maneira a *direcionar* o plano de manutenção. Observa-se que a norma não abrange informações necessárias para o diagnóstico do quadro patológico apresentado pela estrutura e para sua recuperação ou reforço - como é esperado, dado que a norma foi elaborada por um órgão relacionado a avaliações e perícias, a mesma apresenta forte componente jurídico e um foco diferente dos demais documentos citados.

Como não há uma descrição mais ampla dos mecanismos de degradação e dos defeitos ou manifestações patológicas típicas nas normas brasileiras, verifica-se que os profissionais da área de Patologia das Construções frequentemente trabalham com padrões próprios, elaborados como um compêndio de diversas publicações técnicas, como normas, manuais, livros e especificações técnicas.

Tal situação implica no desencontro do uso de termos, dificultando a compreensão entre os profissionais e os proprietários. Como exemplo, pode-se citar o termo "desagregação", que recebe definições que designam fenômenos diferentes de acordo com a fonte consultada, conforme exposto a seguir:

- Glossário do IBAPE [12] - Degradação de um componente construtivo em função de seu descolamento (perda de aderência entre camadas), pulverulência (descolamento de partículas com dimensões abaixo de 0,3 mm) ou baixa resistência superficial, dentre outras formas;

- Instrução de Projeto IP-DE-C00/011 [31] – DER - "Formação de vazios no concreto fresco devido à falta de continuidade da argamassa, com exposição do agregado, conhecida como bicheira ou ninho-de-pedra";

- Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias [32] – DNIT - Sintoma característico de ataque químico, quando o cimento perde seu caráter aglomerante e deixa os agregados livres. Seu desenvolvimento passa pela alteração da coloração do material, pelo aumento da fissuração, pelo empolamento das camadas externas e pela perda de coesão da massa;

Destaca-se que norma NBR 15575-2 [30] coloca a ocorrência ou não ocorrência da desagregação do concreto como um requisito de desempenho para as estruturas, mas não esclarece a definição do termo; como evidencia o exemplo acima, de acordo com a fonte utilizada, o termo pode significar um descolamento entre camadas, uma falha de concretagem ou uma perda de coesão por ataque químico, fenômenos completamente distintos e que requerem intervenções corretivas diferenciadas.

A necessidade de padronização da terminologia e das definições é reforçada ao se analisar a norma ABNT NBR 16230 [7]. A norma recomenda que o processo seletivo para a qualificação de Inspetores de Estruturas de Concreto aborde conhecimentos de Patologia das Estruturas de Concreto, mas não indica qual referência deve ser utilizada para a diferenciação dos termos e mecanismos de degradação. Dessa forma, infere-se que a conceituação aceita pela norma é a

apresentada pelo Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT, listado na bibliografia utilizada na elaboração da norma.

O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias [32] classifica os mecanismos de degradação do concreto, que chama de processos de deterioração, de forma diferente das normas apresentadas. Os processos são divididos em:

- Processos de deterioração do concreto
  - Carbonatação;
  - Corrosão das armaduras;
  - Danos de colisões;
  - Desagregações;
  - Desgaste de superfície por uso continuado ou abrasão;
  - Deterioração do concreto protendido (perda de aderência, relaxação, retração, fluência e corrosão sob tensão);
  - Disgregações;
  - Fissuração;
  - Lixiviação;
  - Perda de aderência;
  - Reação álcali-agregado;
  - Vazios de concretagem.

- Processos de deterioração do aço
  - Corrosão;
  - Danos de colisões;
  - Fadiga;
  - Sobrecargas excessivas.

É possível constatar que a classificação utilizada pelo Manual é diferente da apresentada pelas normas citadas ao longo das normas ABNT NBR 6118 [2], EN 1504-9 [22] e ACI 349.3E-02 [27], constituindo mais um padrão.

Observa-se ainda, ao avaliar as normas nacionais que possuem referência a mecanismos de degradação e manifestações patológicas, que, de forma geral e à exceção das fissuras, não há parâmetros claros e objetivos para a definição da criticidade das manifestações patológicas em si.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Patologia das Construções dedica-se ao estudo dos males que afetam as estruturas civis, em analogia às práticas da Medicina. De forma geral, há três cursos de ação principais: a) o estudo com propósitos acadêmicos, destinado a ampliar a compreensão dos mecanismos de degradação existentes, do comportamento e do desempenho das estruturas, bem como ao desenvolvimento de novas técnicas e teorias, dentre outros itens; (b) a investigação de uma estrutura existente com o propósito de executar sua recuperação, proteção, reforço ou adaptação às novas condições de uso e requisitos de desempenho, com atenção aos aspectos econômico e ambiental, e (c) o trabalho preventivo e preditivo desenvolvido desde as fases iniciais dos projetos de uma estrutura visando maximizar seu desempenho quanto aos parâmetros de qualidade estabelecidos, incluindo a durabilidade, a estabilidade e a funcionalidade.

Observa-se que a Patologia das Construções carece de padronização e parametrização nacionais mais extensas, que englobe estruturas de diversos tipos e funções. Como resultado, são produzidas falhas graves na interpretação de textos normativos e são criados obstáculos desnecessários ao desenvolvimento da cultura da manutenção, pois os resultados das campanhas de inspeção tornam-se obscuros e muitas vezes não podem ser plenamente aproveitados pela diferença na linguagem e nos critérios utilizados, que expressa conceitos divergentes e até mesmo incoerentes entre si.

A realização de inspeções e intervenções de recuperação, proteção e reforço necessita da definição de parâmetros objetivos, que compreendam requisitos de desempenho adequados à realidade do cenário nacional e forneçam diretrizes que delimitem as boas práticas a serem seguidas na avaliação, no diagnóstico e no projeto de estruturas duráveis, bem como em sua especificação e execução.

Por fim, ressalta-se que a unificação da linguagem e dos conceitos de Patologia das Construções utilizados é uma etapa fundamental na busca pela excelência dos serviços realizados como um todo, de forma a acompanhar a evolução do meio técnico e a progressiva conscientização dos profissionais presenciada nos últimos anos. Como consequência, tem-se um ponto de partida para a consolidação das normas do setor, trazendo mais qualidade, confiabilidade e racionalização aos estudos e intervenções resultantes.

6. REFERÊNCIAS

[1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 5674.* Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. 2012, 25 p.
[2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 6118*. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. 2014, 238 p.
[3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12655.* Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. 2015, 23 p.
[4] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14037.* Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação de conteúdo.2014, 16 p.
[5] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9452.* Vistorias de pontes e viadutos de concreto – Procedimento. 2012, 11 p.
[6] Câmara Brasileira da Indústria da Construção. *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.* 2013, 302 p.
[7] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 16230.* Inspeção de estruturas de concreto – Qualificação e certificação de pessoal – Requisitos. 2013, 19 p.
[8] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7584*. Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de ensaio. 2012, 10 p.
[9] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8802.* Concreto endurecido – Determinação da velocidade de propagação da onda ultrassônica. 2013, 8 p.
[10] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9575.* Impermeabilização - Seleção e projeto. 2010, 14 p.
[11] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8800.* Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 2008, 237 p.
[12] Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias. *Glossário de Terminologia Básica Aplicável à Engenharia de Avaliações e Perícias do IBAPE/SP*. 2002, 26 p.
[13] Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias. *Norma de Inspeção Predial Nacional*. 2012, 17 p.
[14] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-1:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 1: Definições. 2006, 12 p.
[15] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-2:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 2: Sistemas de protecção superficial do betão. 2006, 45 p.
[16] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-3:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 3: Reparação estrutural e não estrutural. 2006, 27 p.
[17] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-4:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 4: Colagem Estrutural. 2006, 31 p.
[18] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-5:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 5: Injecção do Betão. 2006, 37 p.
[19] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-6:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 6: Ancoragem de armaduras de aço. 2006, 24 p.
[20] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-7:2008.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 7: Protecção contra a corrosão das armaduras. 2008, 20 p.
[21] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-8:2006.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 8: Controlo da qualidade e avaliação da conformidade. 2006, 32 p.

[22] European Standards. *EN 1504-9:2008.* Products and systems for the protection of concrete structures – Definitions, requirements, quality control and evaluation of quality of conformity – Part 9: General principles for the use of products and systems. 2008, 32 p.
[23] Instituto Português da Qualidade. *NP EN 1504-10:2008.* Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão. Definições, requisitos, controlo da qualidade e avaliação da conformidade – Parte 10: Aplicação de produtos e sistemas e controlo da qualidade da obra. 2008, 56 p.
[24] American Concrete Institute. *ACI 201.2R-08.* Guide to durable concrete. 2008, 49 p.
[25] American Concrete Institute. *ACI 201.1R-08*. Guide for conducting a visual inspection of concrete in service. 2008, 16 p.
[26] American Concrete Institute. *ACI 224.1R-07.* Causes, evaluation, and repair of cracks in concrete structures. 2007, 22 p.
[27] American Concrete Institute. *ACI 349.3E-02*. Evaluation of existing nuclear safety related concrete structures. 2010, 18 p.
[28] American Concrete Institute. *ACI 364.1 R-07*. Guide for evaluation of concrete structures before rehabilitation. 2007, 18 p.
[29] American Concrete Institute. *ACI 546R-14*. Guide to concrete repair. 2014, 154 p.
[30] Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15575-2.* Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. 2013, 31 p.
[31] Departamento de Estradas de Rodagem. *IP-DE-C00/011* – Instrução de Projeto: Projeto de recuperação, reforço e alargamento de obra de arte especial. 2006, 37 p.
[32] Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. *Manual de inspeção de pontes rodoviárias*. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Publicação 709. 2004, 253 p.