

a revista do engenheiro civil

www.revistatechne.com.br

apoio
IPT

téchné

Edição 171 ano 19 junho de 2011 R\$ 24,00

GUINDASTES

Pesos-pesados
para içamento

PATOLOGIA

Onde acontecem os
principais defeitos

MAIS

Editorial sobre
os riscos da
superdemanda
de obras

Edifício Eco
Berrini,
São Paulo

Plano rápido

Construtora utiliza método de lançamento de concreto para grandes volumes e fachada unitizada para atender ao cronograma



Riscos em alta

Saiba quais são os sistemas mais suscetíveis a erros e má execução e como o planejamento pode diminuir falhas em obras

Por mais que tenha evoluído tecnicamente, a construção civil ainda sofre com as consequências causadas por patologias em edificações. Problemas como fissuras, infiltrações e corrosão de armaduras podem interferir não só na estética como também na durabilidade e nas características estruturais de uma obra. Recuperações e reforços são processos custosos e nem sempre viáveis para todas as situações. Nesse contexto, o projeto tem papel fundamental no combate aos riscos.

“Diria que 50% das falhas já vêm no projeto. Os outros 50% podem ser repartidos em material deficiente, mão de obra maltreinada e falhas gerais de execução e até de uso da obra”, afirma Ercio Thomaz, do Centro de Tecnologia do Ambiente Construído (Cetac) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Um projeto bem elaborado, na visão dele, deve apresentar não apenas desenhos, como estudos de concepção, análises de possibilidades diferentes, defesa técnica do que foi adotado, entre outros detalhamentos.

“De 15 anos para cá, a construção civil teve uma grande onda da chamada racionalização, quando um monte de coisa irracional foi feita com o rótulo de racionalizar. Racionalizou-se a velocidade na obra. Não posso nem falar que se racionalizou o lucro do

Cuidados no projeto podem evitar recuperações e reforços pós-obra



Marcelo Scantarelli

CLASSIFICAÇÃO INGLESA DE DANOS EM EDIFÍCIOS

Abertura de fissura (mm)	Grau do dano			Efeito na estrutura e uso da edificação
	Residencial	Comercial ou público	Industrial	
< 0,1	Insignificante	Insignificante	Insignificante	Nenhum
0,1 a 0,3	Muito leve	Muito leve	Insignificante	Nenhum
0,3 a 1	Leve	Leve	Muito leve	Estético apenas
1 a 2	Leve a moderado	Leve a moderado	Muito leve	Estético: acelera efeitos da ação climática externa
2 a 5	Moderado	Moderado	Leve	O uso da edificação será afetado, valores no limite superior podem pôr em risco a estabilidade
5 a 15	Moderado a severo	Moderado a severo	Moderado	
15 a 25	Severo a muito severo	Severo a muito severo	Severo a muito severo	
> 25	Muito severo a perigoso	Severo a muito severo	Severo a muito severo	Cresce o risco da estrutura tornar-se perigosa

construtor porque deu tanta patologia que ficou mais caro do que se tivesse feito direito”, avalia Thomaz. “Racionalizar é racionalizar custo-benefício. É preciso primeiro atingir o desempenho mínimo necessário para depois ver o que pode ser mudado no processo, para torná-lo mais rápido e menos custoso”, acrescenta.

Para Tito Lívio Ferreira Gomide, perito e diretor do Gabinete de Perícias Gomide, problemas futuros podem ser evitados se alguns pontos forem observados em cada fase do ciclo da edificação. “No planejamento, por exemplo, a principal falha é a eventual falta de estudos, vistorias e análises no local do empreendimento e na sua vizinhança, inclusive. Muitas vezes o projeto diz uma coisa e quando vai ser executado é outra totalmente diferente. É preciso diagnosticar antes o problema para eventualmente até optar por outro terreno”, explica Gomide.

Já na fase de projeto, de acordo com Gomide, a grande dificuldade continua sendo a falta de compatibilidade entre os subprojetos da edificação. Isso fica ainda mais evidente na hora da execução de sistemas hidráulicos e elétricos, que, muitas vezes, são controversos entre si. “Cada projetista quer saber do seu projeto, o que é ilógico, porque eles estão projetando uma coisa importante de um todo”, critica Thomaz.

Na etapa de execução do empreendimento, por sua vez, Gomide recomenda que o projeto seja respeitado. Depois, os materiais precisam ser devidamente ensaiados, aprovados e correspondentes às especificações. Por fim, a mão de obra também deve ser especializada.

Na fase de entrega do condomínio, por sua vez, Gomide aponta a falta de entendimento entre a construtora e o morador. “Não temos uma cultura e uma organização muito grande nessa fase. O pessoal já na mu-

dança começa a danificar os elevadores, por exemplo, e fica aquela discussão que foi a construtora que entregou o equipamento riscado. Precisam existir regras estabelecidas”, afirma o perito. Na etapa de uso, por fim, as patologias acontecem por falhas de manutenção, cuja periodicidade pode ser determinada já no projeto.

O perito defende a criação de um banco de dados com informações sobre as patologias. “Muito mais do que detectar, avaliar e corrigir um problema patológico é preciso criar um banco de dados para se registrar e catalogar todas essas anomalias”, acredita o perito. “Na Alemanha, por exemplo, os projetos só são aprovados se um engenheiro experiente ou um grupo de profissionais analisar todos os projetos conjuntamente e concluir que eles são compatíveis. Isso é uma norma que poderia ser adotada aqui também”, defende.

«

Ana Paula Rocha

Etapas críticas

Fundação

Ao longo da sua vida útil, as fundações estão sujeitas a esforços resultantes de adensamento do solo, aplicação de cargas e vibrações causadas por obras em terrenos vizinhos, principalmente explosões feitas em subsolo para a implantação de metrô. “Costuma-se dizer que fundação é uma coisa superdimensionada, que dificilmente dá problemas, porque se utilizam coeficientes de majoração e de segurança altos. Porém, os problemas acontecem e quando acontecem quase sempre são complicados, podendo levar até à ruptura da obra”, conta Ercio Thomaz, do IPT. Um bom projeto de fundações deve considerar ao menos dez fatores: as características geotécnicas do local; a posição de lençol freático no terreno; a geologia do entorno; cargas e momentos nas fundações em todas as etapas da construção; estruturas especiais ou sensíveis a deformações; níveis de implantação da arquitetura; limitações legais e ambientais; e outras condições especiais, como estruturas existentes, fundações antigas etc. É importante também que seja feito um levantamento planialtimétrico com níveis de todos os vizinhos e um levantamento pericial dos imóveis lindeiros à obra. Para Milton Golombek, sócio-diretor da Consultrix e conselheiro da Associação Brasileira de Mecânica dos Solos (ABMS), a preocupação deve começar na fase de contenção das obras. “A área de contenções é a que apresenta mais riscos de problemas e patologias, por interferir com construções vizinhas e envolver escavações cada vez mais profundas”, explica o engenheiro. De acordo com ele, dependendo das profundidades a serem atingidas, existe a necessidade de utilização de tirantes ou chumbadores, e, independente da solução adotada, é fundamental obedecer às alturas máximas a serem escavadas em cada etapa, considerando sempre os níveis externos às escavações. Na fundação em si, as patologias mais comuns são os recalques e desaprumos.



Fotos: Marcello Scandroni

Coefficiente de segurança contra a ruptura e recalque em fundações deve ser compatível com a estrutura a ser suportada

“Durante a execução, a fundação defeituosa ou duvidosa pode ser substituída por outra, pode-se executar estacas adicionais ou substitutas, uma sapata pode ser demolida e reconcretada da forma correta, pode-se criar vigas de rigidez, alavancas para corrigir excentricidades etc. Já nas obras prontas, somos obrigados a executar reforços de fundações devido ao comportamento insatisfatório, alterações de uso ou motivos externos à edificação”, detalha Golombek. Há diferentes formas de reforçar fundações após a conclusão do edifício. Nas sapatas de fundação direta, por exemplo, é possível ampliar as dimensões por meio de um enxerto de concreto armado sobre a sapata existente. Já em tubulões a céu aberto, pode-se fazer a abertura de tubulões adicionais caso exista espaço disponível ou escavar o existente e fazer uma nova concretagem, com a colocação de armadura adicional. Além de reforços, pode-se executar outras fundações para trabalhar junto com as existentes. Para pequenas cargas, a alternativa são as estacas mega, que também são conhecidas como estacas de reação. Esse sistema consiste na introdução de cilindros de metal ou concreto sob a fundação existente. Os trabalhos são realizados a partir de acessos

escavados até cerca de 1,5 m abaixo da fundação original. O sistema não provoca vibrações nem no solo, nem na estrutura existente. As estacas raiz, por sua vez, permitem o reforço de praticamente qualquer tipo de fundação, dado o pequeno porte do equipamento, a possibilidade de ultrapassar concreto e atingir grandes profundidades, e a alta capacidade de carga das estacas. O sistema pode ser executado na quantidade necessária para garantir a capacidade de carga atuante, e o bloco de capeamento será reforçado de modo a englobar todas as estacas. “Como prevenção, a dica é não dimensionar a fundação com os índices de segurança no limite, porque, durante a execução da obra, nem sempre o pilar é concretado no eixo, a laje pode ser engrossada, o revestimento trocado. Apesar de não previsto no projeto, isso acontece bastante”, explica Thomaz. “Vale lembrar que a NBR 6122/2010 obriga o controle de recalques em todos os edifícios com mais de 60 m de altura ou cuja relação de esbeltez seja maior que 4:1. O recalque por si só não é necessariamente motivo de preocupação. É necessário saber como e quando ocorreu, se está estabilizado ou não, se continua ocorrendo e com que velocidade”, acrescenta Golombek.

Estrutura e fechamento

A estrutura e o fechamento das edificações são as etapas mais sujeitas à ocorrência de problemas patológicos. Entre os mais comuns, estão trincas e fissuras, corrosões de armaduras, infiltrações e deformações em lajes e paredes. As causas para essas patologias são inúmeras e devem ser avaliadas de forma diferente em cada edificação. Todas elas, porém, podem ser resolvidas com um bom projeto estrutural compatibilizado com as demais disciplinas. "A patologia que mais ocorre é a corrosão da armadura. Quando o aço está no concreto nos primeiros anos, ele está numa situação de passividade, imune à corrosão. Mas com o tempo a ação de agentes agressivos faz com que fique propenso à corrosão. Então essa deterioração natural, aliada a erros de execução, como falhas de concretagem, segregações e cobrimentos baixos faz com que esse fenômeno aconteça antes do tempo", explica Thomas Carmona, diretor da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (Abece). De acordo com ele, é primordial que o projeto atenda à NBR 6118 no que diz respeito ao cobrimento necessário para a armadura (veja tabela). "O que recomendaria também é que o projeto já levasse em conta uma proteção adicional a esse concreto, como pinturas, vernizes e até revestimentos especiais. Isso tem que ser decidido desde a arquitetura", indica. Além do cobrimento, é preciso ter um cuidado especial com a armadura no canteiro de obras. "Existem projetos em que a armadura é pesada demais para a viga. Então, na obra, é preciso encontrar um espaçador resistente para evitar que a armadura não fique exposta e não encoste no fundo da fôrma. Mas há casos que chegam a usar pedaços de aço como espaçador, porque plástico amassa. A armadura fica muito propensa à corrosão, porque tudo fica exposto na obra", conta Ercio Thomaz, que diz que nesses casos o correto é usar um espaçador feito de concreto ou de uma argamassa mais resistente. A própria montagem da armadura pode causar problemas na concretagem. "O

adensamento muito grande de armadura nos encontros ou a sobreposição de muito ferro no pilar, na viga ou na laje pode atrapalhar a passagem do concreto, que precisaria ser superfluido e autoadensável para preencher todo o espaço. Falta também uma vivência de obra de quem está montando a armadura para perceber se o concreto vai ficar por fora e o núcleo vazio", acredita Thomaz.

A execução deve respeitar não só as práticas corretas, como também os prazos necessários para a cura do concreto. "A retirada dos escoramentos tem sido feita cada vez de forma mais precoce, dificilmente esperam o prazo mínimo de 14 dias. Claro que dá para tirar o escoramento com mais rapidez, mas, para isso, tem que ser feito um projeto específico de escoramento remanescente", afirma Thomas Carmona. "Na cura das lajes também é preciso ser respeitado o prazo de pelo menos 14 dias, caso não se utilize produtos químicos aceleradores. A cura inadequada provoca a fissuração e a má qualidade do concreto, principalmente na

superfície, que é justamente onde a gente tem a armadura presente", completa.

O projeto deve considerar ainda a relação entre a estrutura e o fechamento para não gerar fissuração. "Outra falha forte no projeto de estrutura é não limitar deformações. Temos um limite de flechas e de torções muito grande, que para a estrutura é plenamente aceitável, mas com repercussão séria na alvenaria, no revestimento de piso, na porta, na janela, na fachada, que são muito rígidos. Aliás, as nossas alvenarias passaram a ser muito rígidas, incompatíveis com a flexibilização gradativa que as estruturas vieram ganhando", acredita Thomaz. Vale lembrar que novas tecnologias também podem causar patologias, se não adotadas de forma correta. "Um exemplo foi o que aconteceu com a laje zero, que começaram a fazer porque diminuí violentamente a espessura da laje, uma economia de concreto, que pode gerar uma série de problemas de infiltrações e de acústica, que para depois corrigir fica caro e complicado. A solução é ótima, mas precisa



Armadura exposta ainda é um dos principais problemas patológicos da estrutura

CLASSES DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana ^{1,2}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹ Industrial ^{1,2}	Grande
IV	Muito forte	Industrial ^{1,3} Respingos de maré	Elevado

1) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço para apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

2) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

3) Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

CORRESPONDÊNCIA ENTRE CLASSES DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL E COBRIMENTO NOMINAL PARA C = 10 MM

C - Tolerância de execução para o cobrimento					
Tipo de estruturas	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 1)			
		I	II	III	IV 3)
Cobrimento nominal (mm)					
Concreto armado	Laje ²	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹	Todos	30	35	45	55

1) Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

2) Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos, e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas pelo item 7.4.7.5 respeitando um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

3) Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

ser estudada e testada antes de usar nas edificações. Hoje esse problema foi praticamente resolvido”, conta Tito Lívio Ferreira Gomide.

Por fim, deve-se compatibilizar o projeto de estrutura com as instalações elétricas e hidráulicas, evitando soluções na obra. “Até mesmo o sistema de impermeabilização deve

ser executado em cima de um projeto. É comum as mantas serem unidas de uma maneira incorreta, não ser feito um bom ajuste nos ralos e não terem a dobradura e a elevação mínima necessária nas alvenarias. Isso tudo vai gerar infiltrações, que poderiam ser evitadas com um projeto adequado”, analisa Gomide.

Revestimento e fachadas

Patologias em fachadas são certamente um dos problemas mais temidos pelos construtores, não só por comprometer a estética da edificação, como também por colocar em risco a vida de pessoas.

Expostos às intempéries e muito mais delgados do que a estrutura, os revestimentos externos podem fissurar, manchar, descolar e até mesmo serem alvos de fungos e algas.

No caso das fissuras, segundo Jonas Silvestre Medeiros, diretor técnico da Inovatec Consultores Associados, existem dois tipos mais comuns: as de retração de argamassa, causadas por deficiência na dosagem do material utilizado no emboço ou reboco, e as que são causadas pela movimentação entre a alvenaria e estrutura, cuja fissura acaba passando para a cerâmica, pintura ou argamassa. No primeiro caso, mais simples, a argamassa só precisa ser trocada para que o problema não se prolifere. Já no segundo, deve-se reforçar o revestimento com juntas de movimentação ou telas metálicas.

“São dois caminhos opostos: a tela trabalha impedindo que a fissura passe por ela e a junta deixa a fissura passar, definindo o lugar para que a fissura se movimente e evitando que a água se infiltre”, explica Medeiros. “A definição de onde vai tela e de onde vai junta é técnica porque é preciso saber qual é o limite que a tela suporta. Mas olhar para um projeto de um edifício, enxergar a estrutura dele, entender como ele vai se movimentar e definir entre tela e junta exige um pouco mais de conhecimento”, acredita.

Já o descolamento do revestimento é causado pela especificação incorreta de materiais e/ou pelo uso de técnicas de execução inadequadas. “O que se faz normalmente é especificar, já no projeto, os materiais e as técnicas de execução que devem ser utilizadas para o revestimento não soltar. Então o projeto começa lá com as juntas, para evitar e controlar as fissuras, depois ele entra na especificação das camadas para elas conseguirem aderir uma às outras, de maneira que não soltem”, afirma Medeiros.

Segundo Medeiros, 90% dos erros nas fachadas acontecem por falhas de execução. Não necessariamente porque

o operário da obra não sabe fazer, mas porque o projetista não definiu de uma maneira clara o que deveria ser feito. "Independente do tipo de fachada, o método de aplicação do revestimento ainda é muito artesanal, depende muito da pessoa que está fazendo. Por isso, cabe ao projetista definir como deve ser feita essa execução, desde a forma como é misturada a argamassa até o assentamento da cerâmica, até a forma do recipiente da argamassa, tipo de desempenadeira etc.", indica o engenheiro.

Outros problemas que também podem acontecer em fachadas são a presença de fungo e alga que se proliferaram na argamassa de rejunte, causados pelo uso de argamassa de rejunte com porosidade elevada e sem adição de agentes resistentes a esses micro-organismos, e infiltrações, que podem ser consequências de fissuras e até mesmo por falha no tratamento da junta de movimentação, com ausência de limitador de profundidade e falta de cuidado na limpeza da abertura. Para evitar o problema, é recomendável o fresamento do emboço fresco e o corte prévio das placas.

"Então na hora de projetar fachada deve-se considerar um conjunto de variáveis externas, como as climáticas, e as internas, com relação ao sistema construtivo. Fora as variáveis imponderáveis, que são aquelas em que o cliente determina o tipo de cor e material que querem para a fachada, mas nem sempre é possível fazer do jeito que o cliente está pensando", analisa Medeiros.



Foto: divulgação Inovartec

Revestimento pode se soltar da fachada caso o material aderente não seja de boa qualidade ou não tenha sido fixado da maneira correta



Causadas por fissuras nas alvenarias e revestimentos, as manchas são depósitos de sais resultados da hidratação do cimento Portland



A faixa de tela deve funcionar dentro do emboço afastada pelo menos 1 cm do chapisco. O melhor resultado pode ser obtido com espaçadores de argamassa de 5 cm x 5 cm x 1 cm