



## Corrosão de armaduras: como identificar e tratar esse problema



Armadura aparente, manchas de ferrugem pelas peças de concreto armado, fissuras profundas no sentido das barras: tudo isso é sinal de que temos corrosão nas armaduras. Pois é, não tem escapatória! Se acontecer isso, você estará diante de uma manifestação patológica e precisará dar a devida atenção à questão.

Para isso, hoje vamos te orientar sobre como funciona o processo de corrosão do aço. Entendendo isso, você será capaz de tomar ações para que esse problema não aconteça em sua obra.

Mas lembre-se: ao identificar esse problema, é sempre importante chamar um engenheiro especialista. Simplesmente "maquiar" a situação pode causar graves consequências.

Antes de começarmos no assunto, é preciso entender como acontece a corrosão. Ou seja, o que gera esse problema?

Para isso, vamos pensar no seguinte: o concreto é um material alcalino (básico) com pH alto (em

torno de 13), o que garante, ao redor da armadura, uma camada protetora que impede que haja corrosão. No entanto, por causa de alguns fatores que serão listados a seguir, nem sempre essa barra de aço está 100% resguardada:

- Porosidade do concreto (alta relação água/cimento);
- Má vibração das peças de concreto;
- Trincas e fissuras;
- Cobrimento inadequado.

Quando ocorrem, todos esses fatores abrem precedentes para que agentes agressivos cheguem mais facilmente na armadura e, consequentemente, acelerem o processo de corrosão. Conforme explicado anteriormente, o concreto ajuda a criar uma barreira física de proteção da armadura. Se essa barreira estiver fissurada, for muito fina ou for muito porosa, ela se torna menos eficiente.

Com a entrada de gás carbônico no concreto, há queda de pH do concreto por causa de uma reação chamada carbonatação. Isso faz

com que essa camada protetora perca seu efeito e torne o ambiente propício para que as reações químicas de corrosão do aço ocorram. É importante observar que, para ocorrer a corrosão, é imprescindível a presença de água. Algo difícil de ser evitado, não é mesmo?

Quando ocorre corrosão, há formação de um subproduto, o óxido de ferro. A formação desse produto é ruim por duas razões. A primeira é que a formação do óxido de ferro ( $Fe_2O_3$ ) significa que a barra de aço está sendo consumida, ou seja, com o tempo, apresenta redução de sua seção. Além disso, o óxido de ferro é um material volumoso, o que faz com que o concreto tente se expandir. Como isso não é possível, ocorre a formação de fissuras e, dependendo do grau da corrosão, o deslocamento do cobrimento de concreto.

Um outro agente agressivo muito importante e extremamente prejudicial para a armadura é o cloreto. Ele está presente na água do mar, por exemplo. É exatamente por causa dele que é comum vermos muita corrosão em metais na praia. É incrível como na praia tudo enferruja, não é mesmo? Se o cloreto conseguir entrar em contato com a armadura do concreto, ela também será corroída. É exatamente por isso que uma boa barreira de concreto (cobrimento) é ainda mais importante nessas regiões.

Abaixo, apresentamos dois exemplos de corrosão de armadura já em estado avançado, em que visivelmente houve perda de seção.

Com a redução da área de aço, há uma redução também da quantidade de carga que aquele elemento estrutural consegue suportar. Ou seja, caso uma viga tenha sua armadura muito corroída, ela pode vir

a ruína.

Já deu para perceber que o problema é bem mais complicado e sério do que parece. Corrosão não é apenas um problema estético, que deixa a obra manchada de laranja. É uma questão de segurança.

Como eu evito que isso aconteça?

Conforme comentamos no decorrer do texto, a melhor forma de evitar a corrosão de armaduras é tem uma boa barreira de proteção para essa armadura. Ou seja:

- Utilize sempre um concreto adequado para a classe de agressividade da região da edificação, respeitando a relação água/cimento limite;

- Respeite o cobrimento mínimo – sempre use espaçadores tanto em lajes quanto em vigas e pilares;

- Faça a cura adequada do concreto após o lançamento. Isso evitará que ocorram fissuras neste concreto, o que pode comprometer sua vida útil;

- Mantenha a pintura da obra em dia. Pode parecer besteira, mas a pintura gera uma camada de proteção adicional.

E aí você pode se perguntar: "O que eu faço quando encontrar corrosão de armaduras na minha obra?". Pois bem, o ideal é contatar um engenheiro civil de confiança, de preferência alguém especialista na parte de patologia das estruturas, para orientar sobre quais medidas devem ser tomadas. Jamais tente resolver esse tipo de problema sozinho. O processo de corrosão, depois de iniciado, não é interrompido sozinho, a não ser por meio de um reparo mais completo. Caso seja feito somente um reparo com foco estético, o problema tende a continuar evoluindo, então, quando for feito um reparo definitivo, ele pode sair muito mais caro.

## Construção modular: como funciona?



Construção modular ou offsite é o método construtivo que usa módulos individuais pré-fabricados e instalados no local da obra, ou seja, eles são feitos em indústria e apenas montados in loco.

Você pode estar se perguntando: mas qualquer material pode gerar uma construção modular? Sim, ela pode ser feita de madeira, vidro, concreto, aço de alta resistência e até mesmo de steel frame. O que varia é o peso total a ser transportado pelo caminhão, mas todos os materiais permitem uma construção segura e confortável.

Para entender melhor o assunto, veja as imagens abaixo:

O intuito desse tipo de construção é agregar conceitos industriais às obras, que, ainda na atualidade, utilizam métodos, de forma antiquada para execução e para controle de qualidade.

Trazendo conceitos de linha de produção para a engenharia civil, a construção modular visa obter:

i. Agilidade: o fato de o módulo ser feito dentro de indústria retira a possibilidade de atrasos por conta de chuva ou outras intempéries, dependendo da região do país, além de contar com a aplicação dos conceitos de linha de montagem, tornando o processo altamente eficiente e seguro;

ii. Redução de poluição como um todo: por conta do planejamento mais detalhado para elaboração dos módulos, há menos perda de material na fabricação, menos emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera e descarte adequado dos excedentes;

iii. Redução de ruídos: boa parte dos ruídos fica confinada na indústria de fabricação, tornando o processo executivo muito mais cômodo para a vizinhança;

iv. Melhores condições de trabalho: com a industrialização do processo, os métodos executivos apresentam maior controle, tanto de qualidade quanto de elaboração, tornando o ambiente mais seguro para o trabalhador;

v. Alto controle de qualidade: um ponto focal para garantia de segurança estrutural;

vi. Possibilidade de personalização: a disposição dos módulos internamente pode variar conforme a necessidade do usuário;

vii. Redução de custos: a produção em escala permite otimização de orçamento e a compra de matéria-prima a preços menores, devido à escala e ao poder de negociação que o processo proporciona. Além disso, por conta da redução de desperdício de material, é possível ter uma economia de imediato;

viii. Flexibilização da construção: em caso de demolições, há a possibilidade de desmontar os módulos para eventual reaproveitamento daqueles que estão íntegros.

ix.

que optar por construções modulares

E você deve estar se perguntando novamente: mas se a construção modular é tão boa, por que não utilizamos apenas ela?

Por isso, vamos abordar o outro lado da moeda e os percalços atuais do método construtivo.

i. A redução de custo só se dá com a produção em escala: construções pontuais modulares acabam sendo mais caras, pois demandam profissionais mais capacitados e mais infraestrutura industrial do que o método convencional, elevando o custo global;

ii. Resistência cultural do mercado nacional: em função da grande necessidade de capacitação dos funcionários para execução do método de forma industrial e da necessidade de maior infraestrutura;

iii. Logística deficiente: temos

dimensões máximas de altura, profundidade e largura dos módulos em função dos veículos de transporte viário disponíveis para isso;

iv. Mão de obra qualificada: no nosso atual cenário, pode ser complicado encontrar profissionais qualificados para a área;

v. Necessita dos projetos detalhados integrados: utilização de BIM para verificação da convergência entre hidráulica, elétrica e estrutura;

vi. Demanda finalização dos projetos: não permite que obra e projeto corram em paralelo, o que é a prática usual brasileira.

O método tem a necessidade de maior maturação do mercado e capacitação da mão de obra. Porém, uma vez sanadas essas questões, é possível otimizar os processos, ganhando em produtividade, acabamento, segurança estrutural e dos funcionários, além da redução de custos.





## Como fazer um projeto de impermeabilização para obra?



O sistema de impermeabilização é responsável por proteger os materiais e estruturas da ação da água. Assim como os demais itens da edificação, é recomendável fazer o projeto de impermeabilização para especificar e detalhar como se deve executar essa proteção.

Acompanhe nossa publicação e conheça mais sobre esse projeto, que é necessário e relevante para conservação da estrutura em sua totalidade.

O que é impermeabilização?

É o composto capaz de isolar ou vedar os materiais, conferindo maior resistência e durabilidade. Os sistemas utilizados para impermeabilizar variam entre rígidos e flexíveis. Eles deverão ser escolhidos em função da necessidade de uso e das características do local de aplicação.

• Sistema flexível: é mais adequado para casos onde possam ocorrer fissuras, locais de grande variação térmica, grandes vibrações ou forte exposição solar. Os materiais mais usuais são mantas e membranas compostas por elastômeros e

polímeros. Tais alternativas são mais adequadas para áreas como reservatórios de água superiores, varandas, coberturas, lajes e pisos.

• Sistema rígido: não atua em conjunto com a estrutura da edificação e não suporta variações térmicas e vibrações. Devido a essa característica, os materiais não são recomendados para locais onde existam fissuras e trincas, mas são ótimas opções para regiões com cargas já estabilizadas, como poço de elevador, piscina enterrada e reservatório inferior.

O que deve constar no projeto de impermeabilização?

O projeto, de acordo com o especificado na NBR 9575, é dividido em projeto básico e executivo. Os itens que devem constar em cada um são:

- Projeto básico:
- localização das impermeabilizações;
  - detalhes construtivos;
  - memorial da tipologia de impermeabilização utilizada.
- Projeto executivo:
- representação do sistema

escolhido;

- descrição da execução e detalhes;
- planilhas descrevendo os materiais;
- quantitativo de materiais;
- total de serviços.

O quantitativo de materiais e serviços deve se basear no rendimento do produto utilizado e da área a impermeabilizar, portanto, verifique os dados apresentados pelo fornecedor para considerar um levantamento adequado.

Por que o projeto de impermeabilização é necessário?

O projeto deve ser feito para demonstrar em detalhe a solução escolhida. Se possível, elabore o projeto simultaneamente aos demais, dessa forma todas as instalações serão pensadas conjuntamente.

Compatibilize os projetos complementares como elétrico, hidráulico e estrutural com o projeto de impermeabilização para evitar possíveis problemas em obra.

## Com o que não se deve economizar na obra



Você já aprendeu a economizar na obra, como na compra de materiais de construção. Mas alguns itens não podem ser deixados de lado na hora de investir, ou então você acaba economizando na obra só para ter que refazer todo o trabalho no futuro.

Por isso, trouxemos para você 5 dicas do que não economizar na hora de construir ou reformar!

1. Projeto  
Muita gente pula esta etapa, e isso é um erro gravíssimo. Projetos pouco detalhados também podem ser grandes problemas.

O projeto é um documento formal que protege o morador de surpresas

no decorrer da obra. Assim, ele deve detalhar todos os materiais e suas quantidades em cada etapa e local da obra.

Dessa forma, o morador se protege de custos adicionais apresentados por empreiteiros e construtoras ao longo da execução. Além disso, você pode exigir a entrega do que foi previsto no projeto.

2. Mão de obra  
Evite aquele profissional "faz-tudo". Há uma grande diferença entre um electricista, um pedreiro ou um encanador e alguém que se aventura a fazer gambiarras. Busque profissionais de confiança e valorize cada es-

pecialidade, assim você evita serviços mal feitos e até o risco de acidentes no futuro. Economizar nessa etapa da obra pode ser prejudicial.

3. Revestimento de áreas úmidas  
Pinturas não adiantam em certas áreas da casa, como o box do banheiro. A tinta tem vida útil curta nesses ambientes, e você terá que refazer o trabalho diversas vezes.

Por isso, invista em revestimentos apropriados, como cerâmica e pastilhas. Se for preciso, você pode optar por modelos mais simples e economizar na aparência, ao invés da qualidade.

4. Móveis da cozinha  
Esse é um investimento que vale a pena. Se você for contratar um marceneiro para os móveis da cozinha, busque um que te garanta materiais de qualidade e apropriados para esse cômodo. Assim, você evita inúmeras trocas e consertos no futuro.

5. Materiais básicos  
É possível economizar na compra desses produtos, mas sem descuidar da qualidade. Tijolos, tubulações, parte elétrica e impermeabilização, por exemplo, são itens que só têm conserto com uma nova obra. Ou seja, o custo pode dobrar, além de toda a construção ser colocada em risco.

Apreendeu com o que não se deve economizar na obra? Então, planeje-se bem e garanta uma obra sem dor de cabeça.

E continue acompanhando o Blog do Amigo Construtor para mais dicas para a sua obra!

## Como fazer isolamento acústico eficiente

Quem mora em grandes cidades sofre constantemente com barulhos. A poluição sonora pode se tornar um grande incômodo e até um problema de saúde. Por isso, é importante preparar o ambiente, seja a casa ou o escritório, com isolamento acústico, para que os sons não interfiram no bem-estar de quem vive no local.

Existem dois tipos de ruídos: o de impacto, que se propaga pela estrutura da construção (passos, quando um objeto bate em outro etc.), e o aéreo, que se propaga pelo ar (trânsito, pessoas falando, música, aviões).

Em ambos os casos, é possível fazer com que o barulho não seja um problema no seu dia a dia. O isolamento acústico é um processo que consiste em utilizar projeto completo.

Nas paredes  
Soluções mais simples de alvenaria ou a adição de drywall são capazes de atender casas e apartamentos. Em casos que necessitam de maior desempenho, as paredes duplas entram em cena.

Geralmente, o isolamento é feito com materiais pesados e compactos, como paredes de alvenaria, concreto, chapas metálicas e vidros laminados.

Para proteger de ruídos aéreos — propagados pelo ar — como os de aviões, carros e motos, é possível utilizar placas de cimentícias ou de gesso acartonado duplo.

Também podem conter camadas intermediárias de lã de vidro, rocha ou pet — a escolha dependerá da necessidade de cada projeto.

No teto  
Contra os vizinhos que arrasam móveis, uma das soluções são as mantas acústicas instaladas diretamente na laje.

Inclusive, no Brasil, para apartamentos construídos a partir de junho de 2013, a norma 15.575, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), prevê o isolamento das paredes e entre pisos como item obrigatório.

No piso  
Já para reduzir os barulhos no piso, como o do sapato de salto, por exemplo, uma opção é investir em tapetes e carpetes na entrada do apartamento, local que normalmente concentra esse tipo de ruído?





## Qual a necessidade de escolher bons materiais para uma obra?



Mesmo que seu cliente queira gastar o mínimo possível na construção ou reforma, e por mais que você entenda essa necessidade, é preciso lembrar: com materiais para obra não dá para bobear. Cometa até mesmo o menor dos erros e lá se vai seu trabalho – e a sua reputação. Ao final, o barato sai caro. Por isso, nem sempre vale a pena abrir mão da qualidade em troca de economia. Sendo assim, é preciso consi-

derar bem mais do que apenas o preço na hora de decidir que tipo de produto usar em um trabalho.

Neste post, conheça as vantagens de usar material de primeira em suas empreitadas. Acompanhe!

O material certo garante melhores resultados

Cada trabalho exige um material adequado, já que somente o material certo permite entregar exatamente aquilo que o cliente espera

e precisa. Um bom exemplo: usar o cimento indicado para um serviço vai garantir melhores resultados e prevenir problemas futuros.

A InterCement Brasil produz uma linha completa, com os tipos de cimento certos para atender sua obra. Todos da mais alta qualidade e fabricados rigorosamente dentro das especificações técnicas nacionais e internacionais.

A qualidade reduz custos

Se o barato atrai pelo preço, o tempo vai mostrar que uma má escolha custa bem mais caro do que parece. Materiais de baixa qualidade podem causar os mais diferentes problemas, dentre eles a pouca durabilidade do serviço. Isso significa, para o cliente final, novos custos, seja de manutenção ou reforma.

Já para o construtor, o maior dos custos é colocar em risco sua posição de profissional respeitado.

Os materiais de primeira estão nas melhores obras

Aquela obra para ninguém colocar defeito jamais será realizada com materiais de baixa qualidade. Desde os alicerces de uma construção até os materiais de acabamento, tudo merece atenção. Por isso, veja nossas dicas do que considerar ao escolher materiais para sua obra:

- tijolos: devem estar íntegros, sem rachaduras ou imperfeições.

Caso contrário, vão necessitar de correção com massa. Ou seja: mais trabalho e gasto.

- cimento e areia : programe a entrega desses produtos (usados no preparo de traço de concreto, entre outros) para uma data próxima à utilização, a fim de não ter prejuízo com materiais empedrados;

- aço inoxidável : é o ideal para instalações hidráulicas, principalmente pela sua alta durabilidade;

- cobre: garante vida longa às instalações elétricas;

- tintas: as tintas de alta qualidade reduzem a tendência de rachaduras na superfície, são mais fáceis de aplicar e não precisam de muitas demãos.

Qualidade tem marca

Ao escolher os materiais para empregar em uma construção, verifique quem os fabrica. Se é reconhecida no segmento, segue as normas técnicas e atende às legislações, é sinal que possui compromisso com o cliente, ou seja, com você.

Como o sucesso de uma construção depende das suas decisões, fique atento à qualidade dos materiais da obra. Lembre-se de que o seu profissionalismo está em xeque a cada serviço. Com isso, não deixe espaço para problemas: escolha sempre o melhor para o seu trabalho!

## Influência da temperatura ambiente no endurecimento do concreto

Você sabia que a temperatura do ambiente influencia diretamente no endurecimento do concreto, chegando ao ponto de o material não endurecer por praticamente 24h?

Isso mesmo, em dias de inverno ou dias com temperaturas baixas as peças concretadas podem não endurecer por um longo período de tempo. É nesta época fria que as cimenteiras e concreteiras recebem inúmeras solicitações reclamando de retardos de endurecimento do concreto. Muitas vezes as peças concretadas não realmente endurecem de um dia para o outro e, portanto, não ganham resistência.

Mas afinal, por que isso acontece? O cimento está com problema? Houve mudança em sua composição química ou física? Os agregados ou a água estão contaminados? A produção mudou a dosagem? Os aditivos estão retardando o endurecimento do concreto? Ou realmente as baixas temperaturas são responsáveis pelos baixos desempenhos?

Velocidade de hidratação do cimento

A velocidade de hidratação de qualquer tipo de cimento é influenciada principalmente pela temperatura e pela finura do cimento. A reação do cimento é exotérmica, ou seja, libera calor, e é a intensidade deste calor liberado na hidratação durante as primeiras idades que determina a velocidade do endurecimento do concreto e o crescimento da resistência. Entretanto, no inverno, este calor é rapidamente dissipado, o que gera a redução nas velocidades de hidratação.

Apesar de a norma NBR 7212:2012 (Execução de concreto dosado em central — Procedimento) recomendar que a concretagem seja realizada entre temperaturas de 5° e 30°C, isso não significa que o desempenho deste concreto, principalmente em termos de resistências iniciais, será o mesmo em todas essas temperaturas.

Experimento

Para demonstrar de forma prática este efeito da temperatura na hidratação do concreto, a InterCement Brasil desenvolveu um trabalho experimental, testando tanto o impacto da temperatura, quanto da relação água/cimento (a/c) sobre a hidratação do concreto.

Para isso, foram rodados traços com relação a/c de 0,45, 0,60 e 0,75 utilizando CPV-ARI (Cimento Portland de alta resistência inicial). Em seguida, os corpos-de-prova moldados foram mantidos em temperaturas de 5°C, 15°C, 25°C e 35°C.

Com este estudo, confirmou-se que o impacto de resistência da temperatura sobre o tempo de endurecimento do concreto é muito significativo, praticamente triplicando o tempo de pega entre 35°C e 5°C. Além disso, pode-se perceber ainda que quanto maior a relação a/c, maiores são os tempos de pega e maiores são os retardos causados.

Consequentemente, as resistências, principalmente as iniciais, também foram drasticamente impactadas pela temperatura ambiente, conforme pode ser visto na Figura 2. A resistência a 1 dia do traço de a/c 0,45 (curva vermelha), por exemplo, caiu de 36MPa para 6MPa. Com a relação a/c 0,75 a resistência foi de 13MPa a 1 dia para zero. Já em termos de resistências finais (28 dias), este impacto foi muito pequeno.

O que fazer

Sim, existem algumas alternativas que podem ajudar nesta questão.

- Durante o tempo frio, todas as superfícies do concreto devem ser cobertas logo depois do lançamento, a fim de evitar ao máximo a perda do calor da reação. Você pode usar recursos como: lonas enceradas, polietileno inflado, lençóis plásticos etc.

- No caso de indústrias, improvisar estufas durante as primeiras horas de concretagem.
- Prolongar o tempo de espera



antes da desforma, realizando a cura adequada neste período, facilitando o endurecimento do concreto.

- Não usar água de dosagem com temperaturas inferiores a 20°C. Se necessário, aqueça a água de amassamento na temperatura entre 25°C e 70o°C (mas nunca acima de 80o°C, por motivo de segurança para os funcionários). Um aquecedor por imersão (resistências) pode funcionar nestes casos.

- Realizar as concretagens, se possível, sempre no período da manhã, aproveitando ao máximo a temperatura ao longo do dia. É importante ressaltar que a tendência natural no final da tarde e período da noite é de temperaturas mais baixas.

- Em caso de desforma muito rápida, utilizar cura a vapor por meio de caldeiras, acelerando o início de pega do cimento.

- Evitar utilizar materiais muito frios – cobrir os agregados de forma que eles não entrem em contato direto com o frio.

- Aditivo à base de policarboxilatos também são indicados em temperaturas baixas. Apesar de não acelerarem a pega diretamente, eles reduzem a relação a/c que, conforme demonstrado neste trabalho,

contribui para um menor retardo.

- Usar de cimentos com resistências iniciais mais altas, como CPV. Apesar destes tipos de cimento também sofrerem retardos sob temperatura baixa, ele é menos impactado do que cimentos com elevados teores de adição, como CPIII e CPIV. Concretagem sob temperaturas baixas

Um ponto de atenção é que, apesar da temperatura baixa, ainda há perda de água do concreto (evaporação). Em caso de concretagem sob temperaturas baixas, recomenda-se atenção dobrada no processo de cura, a fim de evitar fissuração. Como não se pode realizar a molhagem da laje pelo fato de o concreto desta ainda estar no estado plástico, recomenda-se a cobertura desta laje com uma lona logo após o lançamento do concreto.

Interessante, não é? Se você gostou de saber mais sobre o endurecimento do concreto e quer saber mais dicas sobre o uso desse material, continue de olho no Amigo Construtor!

Referência Bibliográfica: Microscopia eletrônica de varredura reproduzida de MEHTA, P. K. e MONTEIRO, P. J. M. Concreto: estrutura, propriedade e materiais, 1994.