

Re: Solicitação de depoimento sobre durabilidade e manutenção de estruturas de concreto - Revista CONCRETO & Construções

1 mensagem

Fabio Luís Pedroso <fabio@ibracon.org.br>

24 de julho de 2026 às 14:03

Para: "Paulo.Helene" <paulo.helene@concretophd.com.br>

Obrigado.

Bom final de semana!

Em sex., 24 de jul. de 2026 às 05:49, Paulo.Helene <paulo.helene@concretophd.com.br> escreveu:

Caro Fábio

Bom dia.

1. seu modelo de deterioração focou em qual fenômeno ambiental agressivo?

*Resposta: Os principais agentes agressivos que despavam o aço das armaduras, que naturalmente está protegido pelo concreto jovem e são, e, em presença de umidade e oxigênio, promovem a corrosão das armaduras são: 1.1. os **cloretos** presentes na brisa marinha e em certos processos industriais que usem cloro e seus compostos (sais, hipocloritos, ácidos, etc.); e, 1.2 os gases ácidos presentes na atmosfera do planeta, em especial o gás carbônico (CO₂). Esse CO₂ está presente em todos os locais e atmosferas do planeta estando em concentrações maiores em centros urbanos e processos industriais. O princípio básico do meu modelo (e da maioria dos modelos de previsão de vida útil) é considerar o concreto como um material poroso através do qual o mais importante mecanismo de transporte de massa é o fenômeno da difusão. Poderíamos ter transporte de massa através de mecanismos tais como permeabilidade, absorção capilar, convexão, etc. mas estes mecanismos são para casos especiais e são de pouca importância. Portanto admite-se que o gás CO₂ e os Cloretos (Cl⁻) penetram do exterior (são transportados do exterior) ao interior do concreto devido a gradientes de concentração iônica. A Lei que explica esse transporte chama-se segunda Lei de Fick pois trata-se de um regime não estacionário, ou seja, tudo se modifica ao longo do tempo. Então conhecendo a **concentração limite** ou crítica para iniciar a corrosão (para cloretos, costuma-se usar cerca de 0,4%) em relação à massa de cimento); a **Concentração de superfície** (teor de contaminante na face externa do concreto, dependente da agressividade do ambiente); a **Concentração inicial** de cloretos no concreto fresco (geralmente considerada zero, $C_o = 0$); a **Espessura do cobrimento** da armadura (a distância em metros da superfície até o aço) e o **Coefficiente de difusão** efetivo do concreto (expresso em m²/s; pode-se estimar o tempo que levará aquele agente agressivo (CO₂ ou Cl⁻) para penetrar através do cobrimento e alcançar a armadura numa concentração limite e despavá-la. Em geral utiliza-se uma expressão simplificada $x = k \cdot \sqrt{t}$, onde x é a profundidade penetrada depois de um tempo t , conhecido o coeficiente k de penetração/difusão do CO₂ ou do cloreto naquele concreto. Observa-se, por exemplo, que se dobrarmos a espessura de cobrimento (por exemplo passar de 2 cm para 4 cm) vamos aumentar o tempo t (de vida útil até a despavização) em 4 vezes, ou seja uma mesma estrutura, num mesmo local, com o mesmo concreto, se apresentar corrosão depois de 20 anos com um cobrimento de 2cm, levaria 80 anos para apresentar a mesma corrosão se o cobrimento fosse 4cm.*

2.Qual é a diferença entre as fases de iniciação e propagação?

Resposta: **fase de iniciação** é o tempo que leva para o agente agressivo (gás CO2 ou Cloreto=íon cloro) penetrar e chegar até a armadura dentro do concreto, geralmente associamos esse tempo à **VIDA ÚTIL DE PROJETO (VUP)** e no Brasil em geral é **50 anos**. Uma vez que o agente agressivo chegou na armadura e houve o início do processo corrosivo do aço, chamamos de **fase de propagação da corrosão**. Em geral na fase de propagação definimos uma **Vida Útil Estética** até aparecer manchas de corrosão; uma **Vida Útil de Intervenção** até destacar pedaços de concreto do cobrimento e expor a armadura e uma **Vida Útil Última** que corresponderia à ruptura da barra por corrosão e eventual colapso parcial ou total da estrutura.

Abraços



Paulo Helene
Diretor

+55 11 2501-4822 | 95045-5562

paulo.helene@concretophd.com.br

R. Visconde de Ouro Preto, 201 Consolação
São Paulo, SP 01303-060

www.phd.eng.br | in PhD Engenharia

@concretophd | phd.engenharia



Paulo Helene
Diretor 1º Vice-Presidente

tel. (11) 3735-0202
www.ibracon.org.br

ibracon_oficial
ibraconOffice
ibraconOffice

A equipe da PhD Engenharia marcará presença no



*Esta mensagem e qualquer arquivo nela contido são confidenciais e estão protegidos pelo sigilo de correspondência (artigo 5º, inciso XII, da CF/1988, artigo 10 da Lei 9.296/1996, e Lei 12.965/2014).
The information transmitted in this e-mail message is intended only for the person or entity to which it is addressed and may contain confidential information. Any retransmission, dissemination or other use of, or taking of any action in reliance upon, this information by person or entity other than the intended recipient, if not clearly authorized by the sender, is prohibited. If you have received this communication in error, please notify the sender.

Em qui., 23 de jul. de 2026 às 14:22, Fabio Luís Pedroso <fabio@ibracon.org.br> escreveu:
Caro Prof. Paulo Helene, boa tarde!

Obrigado por seu pronto retorno. As respostas já dão o tom para a introdução da matéria e iluminam os pontos que deveria focar na reportagem sugerida sobre o concreto romano. Uma dúvida: seu modelo de deterioração focou em qual fenômeno ambiental agressivo? Qual é a diferença entre as fases de iniciação e propagação? Assim, que tiver pronta uma primeira versão, submeto para você revisar. Abraços,

Em qui., 23 de jul. de 2026 às 01:00, Paulo.Helene <paulo.helene@concretophd.com.br> escreveu:

Caro Fábio
Respondi 4 questões e já são 1h da madrugada...
Acho que o Tulio pode responder as seguintes.
Depois se quiser posso revisar tudo e quem sabe acrescentar algo.
Abração.



Paulo Helene

Diretor

+55 11 2501-4822 | 95045-5562

paulo.helene@concretophd.com.br

R. Visconde de Ouro Preto, 201 Consolação
São Paulo, SP 01303-060

www.phd.eng.br | PhD Engenharia

@concretophd | phd.engenharia



A equipe da PhD
Engenharia marcará
presença no



**67º CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO**

Natal 2026
30 de setembro a 3 de outubro

*Esta mensagem e qualquer arquivo nela contido são confidenciais e estão protegidos pelo sigilo de correspondência (artigo 5º, inciso XII, da CF/1988, artigo 10 da Lei 9.296/1996, e Lei 12.965/2014).
The information transmitted in this e-mail message is intended only for the person or entity to which it is addressed and may contain confidential information. Any retransmission, dissemination or other use of, or taking of any action in reliance upon, this information by person or entity other than the intended recipient, if not clearly authorized by the sender, is prohibited. If you have received this communication in error, please notify the sender.

Em qua., 22 de jul. de 2026 às 16:04, Fabio Luís Pedroso <fabio@ibracon.org.br> escreveu:

Caro Prof. Paulo,

Irei, sem dúvida, consultar o Prof. Tulio. Mas, note que as perguntas são sobre durabilidade, sua área de atuação. Veja, com carinho, as perguntas aderentes ao seu saber, cujas respostas possam agregar à matéria.

Abs,



Não contém vírus. www.avg.com

Em qua., 22 de jul. de 2026 às 15:42, Paulo.Helene <paulo.helene@concretophd.com.br> escreveu:

Caríssimo Fábio

Boa tarde.

Você sabe como gosto de ser consultado e lembrado, principalmente por você que representa nossa valiosa revista.

Acontece que nesse tema de monitoramento eu não sou o cara certo.

Quem tem feito e publicado muita coisa é o TULIO BITTENCOURT.

Infelizmente vou declinar de seu honroso convite, mas estou à disposição para novas oportunidades.

Abração



Paulo Helene

Diretor

+55 11 2501-4822 | 95045-5562

paulo.helene@concretophd.com.br

R. Visconde de Ouro Preto, 201 Consolação
São Paulo, SP 01303-060

www.phd.eng.br | PhD Engenharia

@concretophd | phd.engenharia



A equipe da PhD
Engenharia marcará
presença no



"Esta mensagem e qualquer arquivo nela contido são confidenciais e estão protegidos pelo sigilo de correspondência (artigo 5º, inciso XII, da CFRFB, artigo 10 da Lei 9.296/1996, e Lei 12.965/2014). The information transmitted in this e-mail message is intended only for the person or entity to which it is addressed and may contain confidential information. Any retransmission, dissemination or other use of, or taking of any action in reliance upon, this information by person or entity other than the intended recipient, if not clearly authorized by the sender, is prohibited. If you have received this communication in error, please notify the sender."

Em qua., 22 de jul. de 2026 às 15:37, Fabio Luís Pedroso <fabio@ibracon.org.br> escreveu:

Caro Prof. Paulo Helene, boa tarde! Tudo bem?

Como você sabe, a próxima edição da Revista CONCRETO & Construções contará com uma reportagem sobre monitoramento remoto e manutenção preditiva de OAEs.

Devido à sua expertise no assunto, gostaria de contar com sua colaboração para a produção da reportagem. Em anexo, encaminho um questionário para colher seu depoimento.

Você pode respondê-lo por escrito até 10/08/2026 ou por meio de videoconferência, agendada conforme sua disponibilidade, até a data mencionada?

Fico no aguardo e à disposição.

Abraços,

--



Não contém vírus. www.avg.com

--



Fábio Luís Pedroso
Editor Revista CONCRETO & Construções

tel. (11) 3735-0202
www.ibracon.org.br



ibracon_oficial



ibraconOffice



ibraconOffice



**67º CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO**

Natal 2026
30 de setembro a 3 de outubro



Fábio Luís Pedroso
Editor Revista CONCRETO & Construções

tel. (11) 3735-0202
www.ibracon.org.br



ibracon_oficial



ibraconOffice



ibraconOffice



**67º CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO**

Natal 2026
30 de setembro a 3 de outubro



Fábio Luís Pedroso
Editor Revista CONCRETO & Construções

tel. (11) 3735-0202
www.ibracon.org.br



ibracon_oficial



ibraconOffice



ibraconOffice



**67º CONGRESSO
BRASILEIRO DO
CONCRETO**

Natal 2026
30 de setembro a 3 de outubro