

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

DIRETORIA DE PESQUISA

PROJETOS DE PESQUISA/INOVAÇÃO

Chamada 02/2021 - Interconecta - Coordenador de Projeto

1 - UNIDADE PROPONENTE

Campus: CAMPUS-JP

2 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do projeto: Teor crítico de cloretos para o aço galvanizado em elementos de concreto armado	
Grande área de conhecimento: ENGENHARIAS	Área de conhecimento: ENGENHARIA CIVIL
Área temática: Construção civil	Tema: None
Período de execução: Início: 01/04/2021 Término: 31/12/2021	

3 - CARACTERIZAÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS

Público alvo	Quantidade
--------------	------------

4 - EQUIPE PARTICIPANTE

PROFESSORES E/OU TÉCNICOS ADMINISTRATIVOS DO IFPB			
Membro	Contatos	Vínculo	Titulação
Nome: Gibson Rocha Meira Matrícula: 273954	Tel.: (83) 3246-5124 / (83) 3612-1300 (ramal: 1300) E-mail: gibson.meira@ifpb.edu.br	Bolsista	DOUTORADO

5 - DISCRIMINAÇÃO DO PROJETO

<p>Resumo</p> <p>Introdução</p> <p>Atualmente, perdendo apenas para água, o concreto é o segundo material mais utilizado do mundo com estimativa de consumo de três toneladas por cada habitante da Terra (GAGG, 2014). Na indústria da construção, estima-se que a quantidade de concreto utilizada seja o dobro da quantidade de todos os demais materiais combinados (GAGG, 2014). Os principais motivos desse uso intenso são: suas propriedades no estado fresco, que o permite ser moldado em diversas geometrias; suas propriedades no estado endurecido, que lhe confere elevada capacidade portante; e a ampla disponibilidade dos materiais necessários para o compor. Entretanto, o concreto possui algumas limitações como a baixa resistência à tração, que é usualmente superada pelo reforço com armaduras em ligas metálicas que atendam a essas solicitações.</p> <p>Dentre os problemas de degradação que afetam as estruturas de concreto armado, a corrosão ainda é um dos principais. Esse processo causa danos de natureza técnica, econômica e social.</p>

No aspecto técnico, a corrosão das armaduras gera a conversão gradativa dos elementos metálicos em compostos químicos diferentes reduzindo o desempenho do material em aspectos como resistência mecânica e vida útil, podendo progredir até a situação de colapso da estrutura. Além da degradação dos próprios materiais que sofrem a corrosão, esse processo ainda pode ser nocivo para materiais que estão adjacentes. No concreto armado, a corrosão das armaduras transforma íons ferro em complexos químicos que, na maioria dos casos, ocupam volumes maiores do que o metal original (ZHAO; JIN, 2016). Esse aumento de volume pela formação de produtos de corrosão gera uma pressão expansiva no concreto que pode levá-lo a condições de fissuração, delaminação e lascamento (ZHAO; JIN, 2016).

Economicamente, estima-se que o custo global da corrosão seja 2,5 trilhões de dólares, que é equivalente a 3,4% do produto mundial bruto (KOCH, 2017). Além disso, mesmo utilizando as práticas de controle de corrosão disponíveis, entre 65% e 85% desse custo ainda permaneceria (KOCH, 2017).

Por fim, dentre os prejuízos para sociedade podem-se destacar o tempo e a produtividade perdidos devido à atrasos e interrupção de atividades por causa da corrosão, como, por exemplo, congestionamentos no tráfego de veículos por estruturas viárias interditadas ou em manutenção (FHWA-RD-01-156, 2002).

Dentre as soluções disponíveis para conferir ao concreto armado maior resistência à corrosão está a galvanização das armaduras. A galvanização é uma medida de proteção contra corrosão que consiste na aplicação de uma camada composta, majoritariamente, por zinco sobre o aço convencional. Essa proteção ocorre basicamente por dois fatores: o funcionamento do zinco como ânodo de sacrifício (BAUTISTA; GONZÁLEZ, 1996), e a conservação da condição passiva da armadura em uma faixa de valores de pH mais ampla (MAAHN; SORENSEN, 1986).

Justificativa

No caso de estruturas de concreto armado localizadas próximas à ambientes com concentrações mais elevadas de íons cloreto (ambiente marinho, por exemplo), as armaduras estão propensas à ocorrência da corrosão localizada. O teor crítico de cloretos é a quantidade mínima de cloretos necessária para que ocorra a despassivação dessas armaduras. Esse teor depende de múltiplas variáveis, tanto relacionadas aos materiais utilizados (como fator água/finos, porosidade, teor de C_3A , pH, tipo do aço etc.), quanto às condições de exposição (como umidade relativa, temperatura e concentração de agentes agressivos). Embora o teor crítico de cloretos tenha sido bastante estudado nas últimas décadas (ANGST *et al.*, 2009; CAO *et al.*, 2019), poucos estudos foram feitos utilizando concreto armado com aço galvanizado a quente.

Além da carência de publicações sobre teor crítico de cloretos em aço galvanizado a quente, ainda existem informações sem consenso, como, por exemplo, a influência do pH na proteção da galvanização contra corrosão. Maahn e Sorensen (1986) defendem que a zona de estabilidade passiva do zinco existe em condições de pH entre 6 e 10 e apresentam experimentos onde em concreto carbonatado (com pH decrescendo de 12,8 – teste com cimento – até aproximadamente 8 – estimativa dos autores), o aço galvanizado não entrou em corrosão. Por outro lado, Macías e Andrade (1987a, 1987b) mostram que em situações de pH entre $11 \pm 0,1$ e $12 \pm 0,1$, o zinco sofre corrosão localizada formando uma camada de óxido de zinco [ZnO] porosa e de baixa aderência. Como a alcalinidade do concreto depende, principalmente, da composição química e do teor do cimento utilizado, a investigação de tal influência ainda é pertinente.

Este trabalho contribui para a avaliação da capacidade de proteção da galvanização à quente em relação à corrosão por cloretos realizando ensaios de laboratório em elementos de concreto armado com diferentes tipos de cimento submetidos a ciclos de imersão e secagem.

Fundamentação teórica

A corrosão é um processo de degradação química ou eletroquímica de um material por ação do ambiente externo. No concreto armado, material esse amplamente utilizado nas construções atuais, as duas causas mais frequentes da corrosão são a carbonatação do concreto e a ação de íons cloreto (BERTOLINI *et al.*, 2013). A carbonatação diminui o pH da solução dos poros do concreto (que tem $Ca(OH)_2$ em saturação, compostos com Na^+ e K^+ em menor quantidade, e produtos de hidratação em equilíbrio com a fase líquida) até valores próximos de 8,0, o que gera as condições necessárias para a perda de estabilidade da película de passivação e inicia-se um processo de corrosão generalizada (BAUTISTA; GONZÁLEZ, 1996; GHODS *et al.*, 2009). Já os íons cloreto no concreto armado, quando acima de um determinado teor e com

disponibilidade de umidade e O_2 , causam uma ruptura localizada da capa passiva, iniciando um processo de corrosão localizada.

No caso da corrosão induzida por íons cloreto, após identificado que tal elemento podia apresentar risco às estruturas de concreto armado, grandes esforços em pesquisa foram dispendidos para determinar a quantidade mínima de cloretos necessária para quebra do filme passivo e propagação da corrosão (ANGST *et al.*, 2009; JERÔNIMO; MEIRA; DA SILVA FILHO, 2018; MEIRA; ANDRADE; ALONSO, 2011). Essa quantidade, denominada teor crítico, depende de múltiplas variáveis, tanto relacionadas ao material quanto ao ambiente de exposição. Em relação ao material, as principais são o pH da solução dos poros, o potencial eletroquímico do metal, a interface aço-concreto, o tipo de aglomerante (influencia diretamente no pH e na capacidade de fixação de cloretos), o fator água/finos (a/f), o grau de hidratação e a condição superficial do metal (ANGST *et al.*, 2009). Em relação ao ambiente de exposição, pode-se destacar a disponibilidade de umidade e oxigênio, a concentração e o tipo de cloreto (que pode ter diferentes cátions associados), e a temperatura (ANGST *et al.*, 2009; GLASS; BUENFELD, 1997; SABZI *et al.*, 2019).

Vários trabalhos foram publicados sobre teor crítico de cloretos utilizando aço convencional, e boa parte dessas informações já foram compiladas em artigos de revisão de literatura (ANGST *et al.*, 2009; ANN; SONG, 2007; CAO *et al.*, 2019). Entretanto, poucos estudos existem sobre teor crítico de cloretos em aço galvanizado.

A galvanização é uma medida de proteção relativamente barata contra corrosão e consiste em revestir o aço com uma camada de zinco. Essa proteção funciona, principalmente, por dois fatores: O zinco trabalha como ânodo de sacrifício, com o tempo de proteção dependente da espessura da camada aplicada, que tem valores geralmente entre 60 e 250 μm (BAUTISTA; GONZÁLEZ, 1996; OGUNSANYA; HANSSON, 2018; PERNICOVA; DOBIAS; POKORNY, 2017); A condição de passividade do zinco é mantida em uma faixa de valores de pH mais ampla em comparação com o aço convencional. Os valores para essa faixa de pH, entretanto, ainda carecem de consenso.

Em alguns estudos feitos utilizando soluções que simulavam a solução presente nos poros do concreto, foi identificada relação entre o comportamento do aço galvanizado e o pH do meio (BAUTISTA; GONZÁLEZ, 1996; MACÍAS; ANDRADE, 1987a). Se o pH estiver entre $12,2 \pm 0,1$ e $13,3 \pm 0,1$, o zinco é coberto com uma fina e compacta camada de hidroxizincato de cálcio $[\text{Ca}(\text{Zn}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})]$, o que passiva e protege a camada galvanizada de corrosão (MACÍAS; ANDRADE, 1987a). Se o pH do meio for maior que 13,2, o zinco entra em intensa corrosão generalizada e a camada desaparece em poucos meses (BAUTISTA; GONZÁLEZ, 1996; MACÍAS; ANDRADE, 1987a). Entre $11 \pm 0,1$ e $12 \pm 0,1$, o zinco sofre corrosão localizada, formando uma camada de óxido de zinco $[\text{ZnO}]$ porosa e de baixa aderência (MACÍAS; ANDRADE, 1987a).

Em contrapartida, outros estudos relatam que o zinco é passivo em concretos carbonatados em faixas de pH bem mais abrangentes (MAAHN; SORENSEN, 1986). Em outro trabalho, é relatado que apesar do aço galvanizado no concreto tanto em condição carbonatada quanto não carbonatada apresentar taxas de corrosão similares, quando ele é exposto em concreto carbonatado aos íons cloreto, o teor crítico necessário para despassivação decresce consideravelmente (ROVENTI *et al.*, 2014). É importante ressaltar que ensaios utilizando barras de aço imersas em soluções sintéticas dos poros do concreto, apesar de almejarem simular as condições reais desse material, ainda apresentam algumas dissimilaridades como a disponibilidade permanente de água, e a ausência da barreira física ao ingresso de agentes agressivos.

Quanto ao processo de galvanização, uma das formas mais comuns é a imersão a quente, que consiste em imergir o aço em zinco líquido a temperaturas de 450 – 470 $^{\circ}\text{C}$ (PERNICOVA; DOBIAS; POKORNY, 2017). Nesse processo, a camada galvanizada pode obter diferentes características dependendo da composição do aço, da temperatura, da composição da liga líquida de zinco, da espessura da camada de revestimento, do tempo de imersão, do estado da superfície, e do modo e da velocidade de resfriamento (PERNICOVA; DOBIAS; POKORNY, 2017). Por exemplo, caso o aço não tenha sílica e seja submetido à um rápido resfriamento após a imersão a quente, a camada superficial da galvanização é composta de zinco puro, o que lhe confere um aspecto brilhoso (MAAHN; SORENSEN, 1986). Já caso o aço tenha teor de sílica maior que 0,04% e o resfriamento seja lento, a camada superficial da galvanização tem compostos zinco-ferro que a conferem um aspecto cinza (MAAHN; SORENSEN, 1986). Tanto em relação à evolução de hidrogênio quanto em relação à dissolução anódica, a galvanização com camada superficial de zinco

puro apresenta menor reatividade (melhor desempenho contra corrosão) em comparação com a de superfície zinco-ferro quando testadas à corrosão por íons cloreto (MAAHN; SORENSEN, 1986).

Tipicamente, a camada galvanizada por imersão a quente é composta de várias camadas com diferentes proporções de ferro e zinco. Quanto mais próximo da superfície do aço, maior o a proporção de ferro (PERNICOVA; DOBIAS; POKORNY, 2017). Em contrapartida, quanto mais distante do aço, maior é a proporção de zinco (PERNICOVA; DOBIAS; POKORNY, 2017). Essas diferentes camadas são denominadas pelas seguintes letras do alfabeto grego: gama (Γ), gama1 (Γ_1), delta (δ), zeta (ζ), e, eventualmente, eta (η), cada uma com suas peculiaridades de composição, morfologia e propriedades mecânicas.

Objetivo geral

Avaliar a eficiência de barras galvanizadas a quente na proteção do concreto armado contra corrosão induzida por altos teores de cloretos, quando em comparação com o aço carbono.

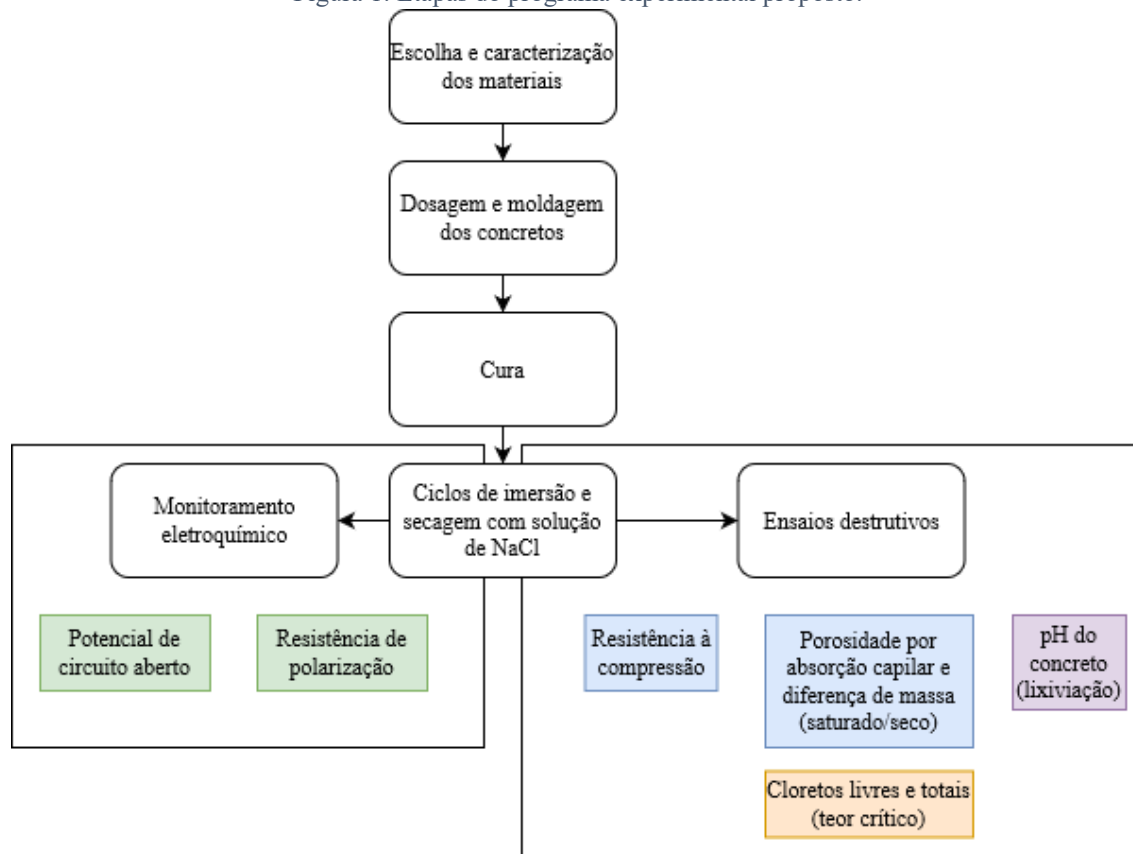
Metas

- 1 - Revisão sistemática sobre o teor crítico de cloretos para aços galvanizados empregados em concreto armado
- 2 - Determinação do teor crítico de cloretos de barras de aço galvanizado a quente e embutidas em concretos com diferentes tipos de cimentos Portland
- 3 - Caracterização do concreto
- 4 - Análise dos resultados e produção de documentos

Metodologia da execução do projeto

As etapas do programa experimental a ser realizado estão descritas na Figura 1.

Figura 1: Etapas do programa experimental proposto.



5.1 Escolha dos materiais

Os pretendidos materiais a serem utilizados para confeccionar corpos de prova de concreto armado são: três tipos de cimento Portland (de alta resistência inicial resistente à sulfatos – CP V ARI RS, pozolânico – CP IV, e com escória de alto forno – CP III RS), areia média de rio, brita granítica 12,5 mm, aço galvanizado por imersão à quente e aço carbono CA-50. Tais materiais foram pensados de forma a representarem extremos na composição do concreto (variação do tipo de cimento) e a facilitar a moldagem de corpos de prova de dimensões reduzidas (diâmetro dos grãos do agregado graúdo menor ou igual a 12,5 mm).

Os requisitos de composição da NBR 16697 (2018) para os cimentos Portland a serem utilizados nesse estudo estão presentes na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Requisitos de composição dos cimentos Portland.

	Clínquer + Sulfatos de cálcio	Escória granulada de alto forno	Material pozolânico	Material carbonático
Cimento Portland de alta resistência inicial (CP V ARI RS)	90 – 100	-	-	0 – 10
Cimento Portland pozolânico (CP IV)	45 – 85	-	15 – 50	0 – 10
Cimento Portland com escória de alto forno (CP III)	25 – 65	35 – 75	-	0 – 10

Fonte: NBR 16697 (2018)

5.2 Caracterização dos materiais

As propriedades a serem obtidas para cada material a ser utilizado estão descritas a seguir:

Cimentos Portland: massa específica, finura (cm^2/g), resistência à compressão característica, índice de atividade pozolânica (CP IV);

Areia: granulometria (NBR 7211:2019), massa específica, massa unitária, módulo de finura (NBR 7211:2019), e fração menor que $75 \mu\text{m}$ (NBR NM 46:2003);

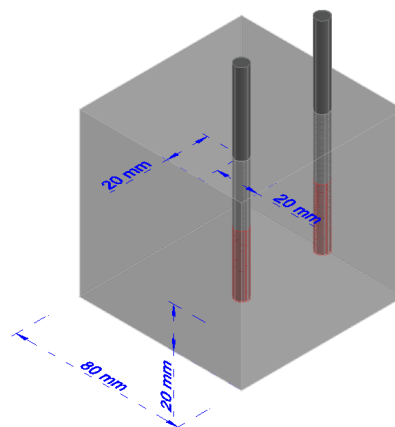
Brita: granulometria (NBR 7211:2019), índice de forma (NBR 7809:2019);

Aço galvanizado: espessura da camada de galvanização (microscopia ótica).

5.3 Dosagem e moldagem dos concretos

Na dosagem e moldagem dos concretos, será utilizado uma mesma proporção de materiais para os três tipos de concreto (1:2,2:2,8:0,55 de cimento, areia, brita e água, respectivamente). As amostras serão moldadas em formas cúbicas com 8,0 cm de aresta e para cada cubo de concreto, duas barras de aço do mesmo tipo (galvanizado ou carbono) serão usadas. O cobrimento de cada barra será de 2,0 cm (Figura 2). A área em vermelho nas barras representa a área do aço que será exposta, sendo o restante do comprimento pintado com resina epóxi. As barras de aço carbono passarão por limpeza mecânica a fim de remover a camada de óxidos presente e padronizar a condição superficial.

Figura 2: Dimensões das amostras.



5.4 Cura dos corpos de prova

Para todos os corpos de prova, a cura será feita durante 90 dias para oferecer tempo suficiente para estabilização da microestrutura dos diferentes tipos de cimento. Vinte e quatro horas após a moldagem, as amostras serão colocadas em câmara húmida com a umidade relativa do ar $\geq 95\%$.

5.5 Exposição aos íons cloreto

As amostras serão expostas à ciclos de imersão em solução aquosa de cloreto de sódio à 1,0 M (ou seja, aproximadamente 3,5% de concentração em massa de íons Cl^-) por 2 dias e secagem em estufa à 40

°C por 5 dias. A solução de cloretos será feita utilizando água deionizada. Esses ciclos se repetirão até a despassivação das barras de aço.

5.6 Monitoramento eletroquímico

Durante a exposição aos íons cloretos, os ensaios de monitoramento eletroquímico e suas respectivas respostas serão:

Potencial de circuito aberto: Fornece a diferença de potencial entre o eletrodo de trabalho (barras de metal em estudo) e um eletrodo de referência;

Resistência de polarização linear: Fornece a corrente corrosão através do uso da equação de Stern-Geary;

5.7 Ensaios destrutivos

Após a despassivação, os ensaios a serem realizados e suas respectivas respostas serão:

Obtenção dos teores de cloretos livres e totais em seções adjacentes e distantes das armaduras;

pH do concreto por lixiviação da matriz cimentícia pulverizada;

Por fim, para caracterizar o concreto serão feitos ensaios de porosidade indireta por absorção capilar e diferença de massa entre material seco e saturado, além de resistência à compressão em idades de 1 mês, 3 meses e 6 meses.

Disseminação dos resultados

Ao final do projeto espera-se obter os seguintes resultados:

Panorama geral em relação ao teor crítico de cloretos aplicado à armaduras galvanizadas, com base em dados da literatura

Comportamento geral do teor crítico de cloretos aplicado à barras de aço para estruturas de concreto galvanizadas à quente

Relação do teor crítico de cloretos para barras de aço para estruturas de concreto galvanizadas à quente em função do tipo de cimento

Referências bibliográficas

ABNT NBR 16697. **Cimento Portland - Requisitos**, 2018.

ABNT NBR 7211. **Agregados para concreto - Especificação**, 2019.

ABNT NBR 7809. **Agregado graúdo - Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro - Método de ensaio**, 2019.

ABNT NBR NM 46. **Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem**, 2003.

ANGST, U. et al. Critical chloride content in reinforced concrete — A review. **Cement and Concrete Research**, v. 39, n. 12, p. 1122–1138, dez. 2009.

ANN, K. Y.; SONG, H.-W. Chloride threshold level for corrosion of steel in concrete. **Corrosion Science**, v. 49, n. 11, p. 4113–4133, nov. 2007.

BAUTISTA, A.; GONZÁLEZ, J. A. Analysis of the protective efficiency of galvanizing against corrosion of reinforcements embedded in chloride contaminated concrete. **Cement and Concrete Research**, v. 26, n. 2, p. 215–224, fev. 1996.

BERTOLINI, L. et al. **Corrosion of Steel in Concrete: Prevention, Diagnosis, Repair**. 2nd. ed. [s.l.] WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2013.

CAO, Y. et al. Critical chloride content in reinforced concrete — An updated review considering Chinese experience. **Cement and Concrete Research**, v. 117, n. September 2018, p. 58–68, mar. 2019.

FHWA-RD-01-156. **Corrosion Costs and Preventive Strategies in the United States**. [s.l.: s.n.].

GAGG, C. R. Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis. **Engineering Failure Analysis**, v. 40, p. 114–140, maio 2014.

GHODS, P. et al. The effect of concrete pore solution composition on the quality of passive oxide films on black steel reinforcement. **Cement and Concrete Composites**, v. 31, n. 1, p. 2–11, jan. 2009.

GLASS, G. K.; BUENFELD, N. R. **Chloride threshold levels for corrosion induced deterioration of steel in concrete**. RILEM International Workshop on Chloride Penetration into Concrete. **Anais...St. Remy les Chevreuse**: 1997

JERÔNIMO, V. L.; MEIRA, G. R.; DA SILVA FILHO, L. C. P. Performance of self-compacting concretes with wastes from heavy ceramic industry against corrosion by chlorides. **Construction and Building Materials**, v. 169, p. 900–910, abr. 2018.

KOCH, G. Cost of corrosion. In: **Trends in Oil and Gas Corrosion Research and Technologies**. [s.l.] Elsevier, 2017. p. 3–30.

MAAHN, E.; SORENSEN, B. The Influence of Microstructure on the Corrosion Properties of Hot-Dip Galvanized Reinforcement in Concrete. **CORROSION**, v. 42, n. 4, p. 187–196, abr. 1986.

MACÍAS, A.; ANDRADE, C. Corrosion of galvanized steel reinforcements in alkaline solutions: Part 1: Electrochemical results. **British Corrosion Journal**, v. 22, n. 2, p. 113–118, 20 jan. 1987a.

MACÍAS, A.; ANDRADE, C. Corrosion of galvanized steel in dilute Ca(OH) 2 solutions (pH 11.1–12.6). **British Corrosion Journal**, v. 22, n. 3, p. 162–171, 20 jan. 1987b.

MEIRA, G. R.; ANDRADE, C.; ALONSO, M. C. **Chloride threshold for starting corrosion process: Relationship between laboratory and field experiments**. XIII International Congress on the Chemistry of Cement. **Anais...**Madri: 2011

OGUNSANYA, I. G.; HANSSON, C. M. The Influence of Coating Thickness and Composition on the Corrosion Propagation Rates of Galvanized Rebar in Cracked Concrete. **Corrosion**, v. 74, n. 1, p. 134–143, 2018.

PERNICOVA, R.; DOBIAS, D.; POKORNY, P. Problems Connected with use of Hot-dip Galvanized Reinforcement in Concrete Elements. **Procedia Engineering**, v. 172, p. 859–866, 2017.

ROVENTI, G. et al. Corrosion resistance of galvanized steel reinforcements in carbonated concrete: effect of wet–dry cycles in tap water and in chloride solution on the passivating layer. **Cement and Concrete Research**, v. 65, p. 76–84, nov. 2014.

SABZI, M. et al. Study of the effect of temperature on corrosion behavior of galvanized steel in seawater environment by using potentiodynamic polarization and EIS methods. **Materials Research Express**, v. 6, n. 7, p. 076508, 3 abr. 2019.

ZHAO, Y.; JIN, W. **Steel Corrosion-Induced Concrete Cracking**. [s.l.] Elsevier, 2016.

6 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Meta	Atividade	Especificação	Indicador(es) qualitativo(s)	Indicador físico		Período de execução	
				Unid.de Medida	Qtd.	Início	Término
1	1	Revisão bibliográfica realizada	Revisão bibliográfica concluída		100	Previsto para 01/04/2021 Iniciado em 01/04/2021	Previsto para 31/12/2021 Concluído em 31/12/2021
2	1	Moldagem e cura dos Corpos de Prova Moldagem e cura dos CPs realizada	Corpos de Prova moldados e curados		1	Previsto para 01/04/2021 Iniciado em 01/04/2021	Previsto para 31/08/2021 Concluído em 31/08/2021
2	2	Exposição a cloretos e monitoramento eletroquímico realizados.	Identificação da despassivação das armaduras		0	Previsto para 01/09/2021 Iniciado em 01/09/2021	Previsto para 30/11/2021 Concluído em 30/11/2021
2	3	Determinação do teor crítico de cloretos realizado.	Teor crítico de cloretos obtido		100	Previsto para 01/12/2021 Iniciado em 01/12/2021	Previsto para 31/12/2021 Concluído em 31/12/2021
3	1	Determinação da resistência mecânica, porosidade e alcalinidade dos concretos realizada	Resistência mecânica, porosidade e alcalinidade dos concretos obtidos		100	Previsto para 01/06/2021 Iniciado em 01/06/2021	Previsto para 30/11/2021 Concluído em 30/11/2021
4	1	Análise dos resultados realizada.	Resultados analisados		100	Previsto para 01/09/2021 Iniciado em 01/09/2021	Previsto para 31/12/2021 Concluído em 31/12/2021
4	2	Produção de relatório parcial realizada.	Relatório parcial finalizado		100	Previsto para 01/08/2021 Iniciado em 01/08/2021	Previsto para 30/08/2021 Concluído em 30/08/2021
4	3	Produção de relatório final realizada.	Relatório final produzido		100	Previsto para 01/12/2021 Iniciado em 01/12/2021	Previsto para 31/12/2021 Concluído em 31/12/2021
4	4	Produção de artigo científico	Artigo científico		0	01/10/2021	31/12/2021

Meta	Atividade	Especificação	Indicador(es) qualitativo(s)	Indicador físico		Período de execução	
				Unid.de Medida	Qtd.	Início	Término
			finalizado				

7 - PLANO DE APLICAÇÃO

Classificação da despesa	Especificação	PROEX (R\$)	DIGAE (R\$)	Campus proponente (R\$)	Total (R\$)
339018	Auxílio Financeiro a Estudantes	0	0	3600.00	3600.00
339020	Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	0	6000.00	6000.00
449020	Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	0	6000.00	6000.00
TOTAIS		0	0	15600.00	15600.00

8 - CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Despesa	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	0	0	0
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	1300.00	1700.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
449020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo A

MEMÓRIA DE CÁLCULO

CLASSIFICAÇÃO DE DESPESA	ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE DE MEDIDA	QUANT.	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	ATIVO
339018 - Auxílio Financeiro a Estudantes	Bolsa do aluno	mês	9	400.00	3600.00	Sim
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Inscrição em eventos	un	1	1300.00	1300.00	Sim
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Consumíveis empregados em laboratório	un	1	1700.00	1700.00	Sim
339020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	Reagentes e vidrarias para análises químicas	un	1	1500.00	1500.00	Sim
449020 - Auxílio Financeiro a Pesquisadores	pHmetro de bancada	un	1	4500.00	4500.00	Sim
TOTAL GERAL					12.600,00	