



## ANÁLISE DE ATAQUE POR CLORETOS EM CONCRETOS COM ADIÇÃO DE PÓ DE MÁRMORE

**NOBRE, Guilherme Gomes (1); SILVA, Maykon Vieira (2); OLIVEIRA, Gabriel  
Yves Da Silva (3); CAETANO, Rafael Nogueira (4); PEREIRA, Ádria Alves (5)**

- (1) Universidade Católica de Brasília, [gui.gnobre@gmail.com](mailto:gui.gnobre@gmail.com)  
(2) Universidade Católica de Brasília, [eng.maykonsilva@gmail.com](mailto:eng.maykonsilva@gmail.com)  
(3) Universidade Católica de Brasília, [gabriel.yves87@gmail.com](mailto:gabriel.yves87@gmail.com)  
(4) Universidade Católica de Brasília, [rafaeln.caetano@gmail.com](mailto:rafaeln.caetano@gmail.com)  
(5) Universidade Católica de Brasília, [adriaalves2009@gmail.com](mailto:adriaalves2009@gmail.com)

### RESUMO

Um das principais manifestações patológica em estruturas de concreto armado é a corrosão, principalmente pelo seu poder destrutivo, onde afeta tanto o aço com a perda de seção, como o concreto com o deslocamento. Esse processo ocorre principalmente em regiões litorâneas onde a concentração de cloretos em contato com a estrutura é elevada, no qual o cloreto passa pelo concreto, alcançando o aço e gera uma corrosão por pites que é um processo localizado gerados pelos halogenetos (cloreto), que causa a quebra da passividade, ocasionando uma grande corrosão local. Por conta disso e da atual visão de sustentabilidade, optou-se em analisar o comportamento do concreto com adição de pó de mármore com relação à penetração de cloretos, pois o pó de mármore é um resíduo frequente das marmorarias e que em muitas das vezes tem seu descarte final feito de maneira inapropriada, resultando na poluição do ar que gera vários problemas respiratórios na população. No presente trabalho teve como objetivo analisar a penetração de cloretos em um traço de concreto convencional e em um traço de concreto usando adição de pó de mármore. Foram moldados 5 corpos de prova (CPs) para cada traço e esses foram colocados em uma solução de água e sal (NaCl) em uma concentração de 10% por 42 dias em ciclos onde eram 7 dias submersos e 7 dias secando. Após os ciclos, foram rompidos a tração por compressão diametral e foi aspergido uma solução de nitrato de prata em uma concentração de 0,1M, onde verificou a penetração do cloreto nos CPs, observando que no concreto com o pó de mármore a penetração média foi de 18 mm, já no concreto convencional a penetração foi de 26 mm. Com isso, pode constatar que adição do pó de mármore foi benéfica, analisando a penetração de cloretos.

**Palavras-chave:** Nitrato de Prata, Cloretos, Concreto.

### ABSTRACT

*One of the main pathological manifestations in reinforced concrete structures is corrosion, mainly due to its destructive power, which affects both steel with section loss and concrete with peeling. This process occurs mainly in coastal regions where the concentration of chloride in contact with the structure is high, in which chloride passes through the concrete, reaching the steel and generates a pitting corrosion that is a localized process generated by halides (chloride), which causes passivity to break, causing a large local corrosion. Because of this and the current vision of sustainability, it was decided to analyze the behavior of concrete with the addition of marble dust in relation to chloride penetration, since marble dust is a frequent residue of marble and often has their improper final disposal, resulting in air pollution that generates various*

respiratory problems in the population. The present work aimed to analyze the penetration of chloride in a conventional concrete trace and a concrete trace using marble dust. Five specimens (CPs) were cast for each trait and placed in a 10% concentration of water and salt solution (NaCl) for 42 days in cycles where 7 days were submerged and 7 days drying. After the cycles, the traction was broken by diametral compression and a silver nitrate solution was sprayed at a concentration of 0.1M, where the chloride penetration in the CPs was verified, observing that in the concrete with marble dust the average penetration was 18 mm, whereas in conventional concrete the penetration was 26 mm. With this, you can see that the addition of marble dust was beneficial by analyzing the penetration of chloride.

**Keywords:** Silver Nitrate, Chlorides, Concrete.

## 1 INTRODUÇÃO

O concreto simples é composto por aglomerantes, agregados, água e ainda pode ter aditivos e adições. Já o concreto armado é um material de construção resultante da união do concreto simples e de barras de aço, envolvidas pelo concreto, com perfeita aderência entre os dois materiais, de tal maneira que ambos solidariamente resistam aos esforços a que forem submetidos. Esses são alguns exemplos dos materiais utilizados pela indústria da construção civil.

As atividades relacionadas com a construção civil possuem enorme impacto ambiental. O setor é o maior consumidor individual de recursos naturais, estima-se que seja responsável por 15 a 50% do consumo dos recursos naturais extraídos (JOHN 2003). A utilização de resíduo na indústria da construção civil constitui não apenas uma resposta racional para minimizar o impacto ambiental, mas também uma necessidade, como se tem assumido em boa parte da indústria da construção em países desenvolvidos. Atualmente, o uso de resíduos industriais, como, por exemplo, os provenientes das indústrias metalúrgicas e termoelétricas, como componente do concreto tem crescido em todo mundo. Seu uso geralmente proporciona ao concreto melhores desempenhos no estado fresco e endurecido. Nesse contexto, se apresenta o resíduo da indústria de beneficiamento de mármore e granito (RBMG).

Os resíduos gerados pelos estabelecimentos comerciais de corte, fabricação e montagem de artefatos de rochas, comumente chamadas de marmorarias, são em muitos casos depositados em locais inadequados ou despejados na natureza sem passar por um tratamento adequado. Muitas dessas empresas não sabem o que fazer com esses resíduos e os deixam acumulados nos terrenos em torno da marmoraria ou os destinam aos depósitos de resíduos do município.

Parte desses resíduos em forma de pó são levados por lixiviação e despejadas nos cursos d'água, sem o devido tratamento, contaminam diretamente os rios e o próprio solo, além da desfiguração da paisagem, o que causa preocupação na população e nas autoridades (RODRIGUES, 2015).

Miranda (2012) estimou que no Brasil as marmorarias, no processo de serragem e o polimento das rochas ornamentais, produzem aproximadamente 190.000 toneladas de resíduo de beneficiamento de mármore e granito por ano. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa (Sebrae), o país possui mais de 1.200 variedades de rochas ornamentais, exploradas por 12.000 empresas instaladas por todo o Brasil (SEBRAE, 2014).

Uma excelente alternativa para redução dos problemas supracitados seria a utilização desses resíduos em subprodutos na construção civil, como produção de concreto, levando-se em conta que este setor consome um grande volume de recursos naturais e se mostra propenso a absorver os resíduos sólidos.

Além da preocupação ambiental, tem-se a necessidade de produzir concretos mais duráveis e mais resistentes às patologias. A estrutura de concreto possui uma vida útil na qual é capaz de desempenhar as funções para qual foi projetada, porém diversos fatores podem interferir nessa durabilidade, como por exemplo, a corrosão.

Dentre as manifestações patológicas encontradas no concreto armado, a corrosão de armadura é uma das mais frequentes e talvez a que envolve maiores risco a segurança. Normalmente o concreto apresenta boas condições de proteção ao aço contra a corrosão. Entretanto, esta condição é perdida à medida que o concreto é atacado por substâncias agressivas existentes no meio ambiente. As principais são o CO<sub>2</sub>, que causa a carbonatação do concreto e conseqüentemente queda do seu pH e quebra da película passivante, e os cloretos, que aumentam a condutividade do concreto e também atacam a camada passivante (POLITO, 2006).

Diante disso (BAUER, 2009) ensina que a deterioração de uma estrutura poderá estar relacionada com as seguintes causas: erros de projeto estrutural; emprego de materiais inadequados; erros de execução; agressividade do meio ambiente.

Como citado por BAUER 2009, a agressividade do meio ambiente é uma das causas de deterioração de uma estrutura. Ao consultar a NBR 6118 de 2004, verifica-se que o ambiente marinho possui classe de agressividade III, apresentando uma agressividade forte, com grande risco de deterioração da estrutura. O fator principal dessa classificação é a forte presença de cloretos na atmosfera marinha e na água do mar, que pode gerar a corrosão das armaduras de concretos.

Sabe-se que o meio altamente alcalino fornecido pela matriz de cimento mantém o aço presente no concreto armado passivo à corrosão. No entanto, a quebra desta passividade ocorre quando os íons cloreto atingem a armadura. A corrosão, então, é ativada. O fenômeno da despassivação das armaduras ocorre, essencialmente, por dois motivos principais: primeiro, devido à redução da alcalinidade do concreto

ocasionada pela carbonatação. Segundo, pela presença de cloretos, que mesmo com o pH elevado despassivam a armadura pontualmente, formando pites de corrosão que reduzem a seção transversal da barra e diminuem a sua capacidade de suportar cargas (França, 2011).

A corrosão da armadura devido à ação de cloretos é apontada por muitos como uma das mais sérias patologias sofridas por este material, segundo HELENE (1986). No Brasil, temos uma preocupação aumentada em relação à durabilidade e vida útil de estruturas de concreto armado em zona de atmosfera marinha, pois é um país que possui uma extensão da costa de 7367Km e muitas de suas principais capitais estão ali localizadas, como Fortaleza, Natal, João Pessoa, Recife, Maceió, Salvador, Vitória, Rio de Janeiro e Florianópolis.

A fim de avaliar as condições das estruturas de concreto armado, há um método rápido utilizando nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), proposto pela ASTM C 1202/05, que tem sido utilizado para a identificação da profundidade de penetração de cloretos (Kim et al., 2013).

A aspersão de nitrato de prata tem sido utilizada associada ao ensaio acelerado de migração de cloretos prescrito pela ASTM C 1202/05. Asperge-se solução aquosa de  $\text{AgNO}_3$  0,1 M às fatias rompidas de concreto após o ensaio de migração de íons. Esse procedimento causa formação de duas regiões bem definidas: (uma esbranquiçada com precipitação de  $\text{AgCl}$ , indicando a presença de cloretos e outra marrom, que corresponde a região livre de cloretos (Medeiros, 2008; Trindade, 2011; Marriaga & Claisse, 2011; Marcondes, 2012).

Diante disso, este trabalho propõe a reutilização do pó de mármore para a confecção de concreto a fim de melhorar as suas propriedades e contribuir para a redução da entrada de cloretos e, assim, reduzir a corrosão de armaduras, principalmente em estruturas localizadas em cidades litorâneas.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a viabilidade técnica da utilização dos resíduos de pó de mármore de marmorarias do Distrito Federal na composição de concreto, em substituição parcial ao cimento e comparar as propriedades físicas e mecânicas com o concreto de referência adotado, a saber: sem adição de resíduos, além de comparar as profundidades atingidas pelo cloreto nesse concreto e no de referência. Para alcançar com êxito o objetivo geral foram formulados os seguintes objetivos específicos: a) Produzir concretos com o pó de mármore, contribuindo com a preservação do meio ambiente; b) Determinação da penetração de cloretos por meio do ensaio colorimétrico com aspersão de nitrato de prata; c) Avaliar as propriedades mecânicas do concreto do concreto com pó de mármore no estado endurecido, por meio do ensaio de resistência à compressão.

## 2 METODOLOGIA

Foram moldados 12 corpos de prova cilíndricos de concreto convencional, utilizando o traço unitário de 1:1,61:2,51:0,47, correspondendo respectivamente aos seguintes materiais: cimento, areia, brita e água. Foram moldados também mais 12 corpos de prova utilizando o mesmo traço, porém, com adição de 10% de pó de mármore em relação a massa do cimento. Tanto para o concreto convencional, quanto para o concreto com adição de pó de mármore, foi utilizado 1% de aditivo superplastificante Tec-flow. A matriz de repetição foi composta de 9 corpos de prova para rompimento à compressão e 3 para o ensaio de penetração por cloreto. O ensaio foi executado conforme a norma NBR 5739 (ABNT, 2007).

Os materiais utilizados nessa pesquisa foram cimento Portland, pó de mármore e os agregados miúdos e graúdos. Foi empregado na produção dos concretos o Cimento Portland de alta resistência inicial (CPV ARI). O CPV ARI foi escolhido por conter menor teor de adições ativas entre os disponíveis na região. Essa escolha buscou minimizar os fatores de ruído que podem interferir no processo, trabalhando com uma matriz cimentícia mais pura. O pó de mármore (Imagem 1), foi coletado em uma marmoraria de porte médio do Distrito Federal.

**Imagem 1 - Pó de mármore**



**Fonte:** Autores.

Na moldagem dos corpos de prova (Imagem 2) foram utilizadas formas com 10cm de diâmetro e 20cm de altura e seu preenchimento foi efetuado com duas camadas de concreto em volumes iguais e adensadas com a aplicação de 12 golpes por camada com a haste.

**Imagem 2 - Moldagem dos corpos de prova**



**Fonte:** Autores.

A indução e aceleração da penetração de cloretos (Imagem 3) consistem basicamente em submeter os corpos de prova a ciclos semanais de imersão parcial em solução agressiva, rica em cloretos, e posterior secagem em temperatura ambiente. A solução utilizada nesta pesquisa teve concentração de NaCl de 10% em massa. Por 42 dias os concretos ficavam parcialmente imersos na solução agressiva dentro de caixas plásticas, em ciclos onde passavam 7 dias submersos e 7 dias secando.

### **Imagem 3 - Imersão em solução salina**



**Fonte:** Autores.

No método colorimétrico por aspensão de nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ), Cascudo (1997) afirma que no interior do concreto os cloretos podem ser encontrados quimicamente ligados ao aluminato tricálcico (C3A), formando cloroaluminato de cálcio ou sal de Friedel ( $\text{C}_3\text{A} \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Também podem estar adsorvidos nos poros do concreto ou podem estar na forma de íons livres. Haverá, entretanto, um equilíbrio entre as maneiras com as quais os cloretos são encontrados, ou seja, se houver cloretos combinados haverá também um teor de cloretos livres, que efetivamente contribuem para a iniciação e aceleração do processo de corrosão. O ensaio colorimétrico por aspensão de nitrato de prata é uma maneira de analisar qualitativamente a presença de cloretos livres em concreto, ou frente de contaminação por cloretos (Quadro 1). O método determina visualmente, por meio da mudança de coloração do corpo de prova, se a frente de cloretos alcança as armaduras. Para isso é aspergida sobre uma superfície de concreto recém-fraturada uma solução de  $\text{AgNO}_3$

normalmente na concentração de 0,1 mol/L. As reações químicas entre os íons  $\text{Ag}^+$  - presentes na solução - e  $\text{Cl}^-$  ou  $\text{OH}^-$ , presentes no concreto, resultam nos precipitados  $\text{AgCl}$ , e  $\text{Ag}_2\text{O}$  (Imagem 4).

### Quadro 1 – Reações químicas do método colorimétrico por aspersão de cloretos

Cores	Branco e marrom
Reações químicas na zona de cloretos livres	$\text{AgNO}_3 + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow + \text{NO}_3$ (branco)
Reações químicas na zona de cloretos combinados	$2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3$ (marrom)

Fonte: Jucá, 2002

### Imagem 4 - Corpo de prova após aspersão por nitrato de prata



Fonte: Autores.

## 3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após o procedimento ter sido executado conforme a metodologia, obteve-se os seguintes resultados para a penetração de cloretos nos CP's moldados com adição de pó de mármore (Imagem 5):

### Imagem 5 – CP 1 com adição de pó de mármore.



**Fonte:** Autores.

No primeiro Corpo de Prova houve uma penetração máxima de aproximadamente 1,4 cm de cloreto no corpo de prova. No segundo a penetração máxima de cloreto foi de aproximadamente 2,2 cm no CP. No terceiro CP a penetração máxima foi de aproximadamente 1,9 cm.

**Quadro 2 – Penetração de cloreto nos respectivos CP's com adição de pó de mármore**

<b>Pó de mármore</b>	
Corpos de Prova	Penetração de Cloretos (cm)
1	1,4
2	2,2
3	1,9

**Fonte:** Autores.

**Imagem 6 – CP 1 convencional**



**Fonte:** Autores.

Observou-se, conforme a imagem 6 acima que no CP 1 a penetração de cloretos máxima no concreto foi de 2,7 cm. No CP 2 a penetração máxima foi de 2,3 cm. Já no terceiro CP foi de 2,7 cm.

**Quadro 3 – Penetração de cloreto nos respectivos CP's convencionais**

<b>Convencional</b>
---------------------



Corpos de Prova	Penetração de Cloretos (cm)
1	2,7
2	2,3
3	2,7

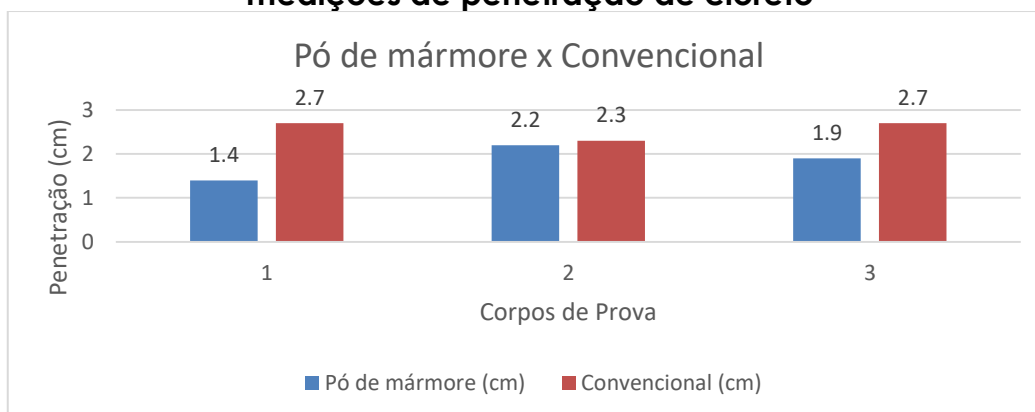
Fonte: Autores.

Comprovou-se, então, que, quando comparados com os CP's convencionais, os CP's moldados com adição de pó de mármore obtiveram resultados satisfatórios com relação à minimização da penetração de cloretos nos mesmos. O gráfico 1 demonstra a menor penetração de cloretos nos CP's moldados com pó de mármore.

A utilização de pó de mármore como adição para concretos tornará o elemento mais denso e com o mínimo de vazios, dificultando que agentes nocivos externos ataquem o material. (SANGALLI, 2013)

As adições como o pó de mármore, podem trazer benefícios ao concreto no estado endurecido por meio do efeito filer. Reduzindo a porosidade e as condições de permeabilidade, dificultando a penetração de íons e de elementos agressivos ao concreto. (KUMAYAMA, 2014)

**Gráfico 1 – Comparativo entre os diferentes CP's e suas respectivas medições de penetração de cloreto**



Fonte: Autores.

A resistência à compressão dos Corpos de Prova moldados com adição de pó de mármore e os Corpos de Prova moldados com concreto convencional foram observadas nas idades de 7 dias, 21 dias e 28 dias.

Comprovou-se então, que os CP's com adição de pó de mármore obtiveram resultados de resistência à compressão mais elevados, quando comparados com os CP's convencionais. Segundo Silva e Dominguez (2013) o aumento das regiões de vazios está relacionado com a redução da resistência mecânica. Portanto, quanto menos espaços vazios há no corpo de prova, melhor será seu desempenho mecânico, com relação à sua resistência à compressão uniaxial.

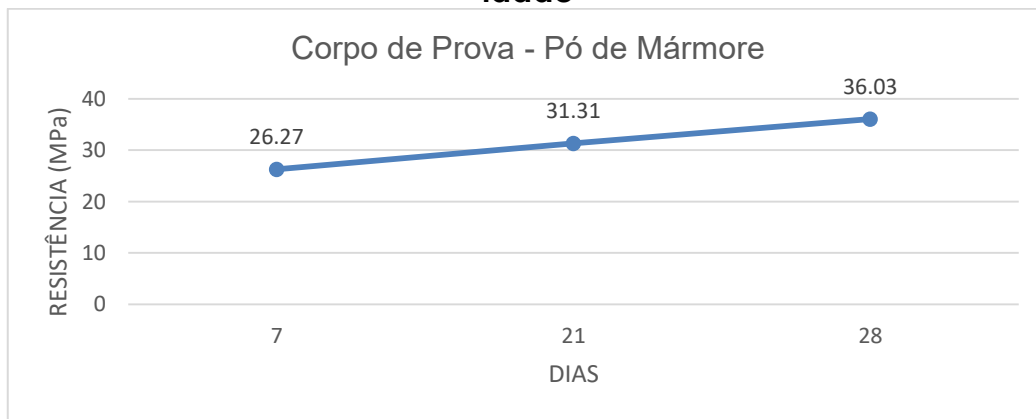
Como o resíduo, pó de mármore, não possui atividade pozolânica, seu efeito físico devido a sua alta finura promoveu um refinamento nas estruturas de poros. Este efeito contribuiu para uma maior densificação da

zona de transição e da Matriz cimentícia, e conseqüentemente um ganho de resistência à compressão (GOLDMAN e BENTUR, 1993).

Portanto, devido ao pó de mármore ser um material extremamente fino, o mesmo preenche com mais facilidade os poros do Corpo de Prova, tornando-o menos poroso e conseqüentemente aumenta sua resistência mecânica. O efeito fíler nos corpos de prova moldados com adição de pó de mármore ofereceu uma redução nos espaços vazios dos CP's melhorando seus respectivos desempenhos em relação à redução da penetração de íons cloretos nestes, além de aumentar sua capacidade de resistência mecânica.

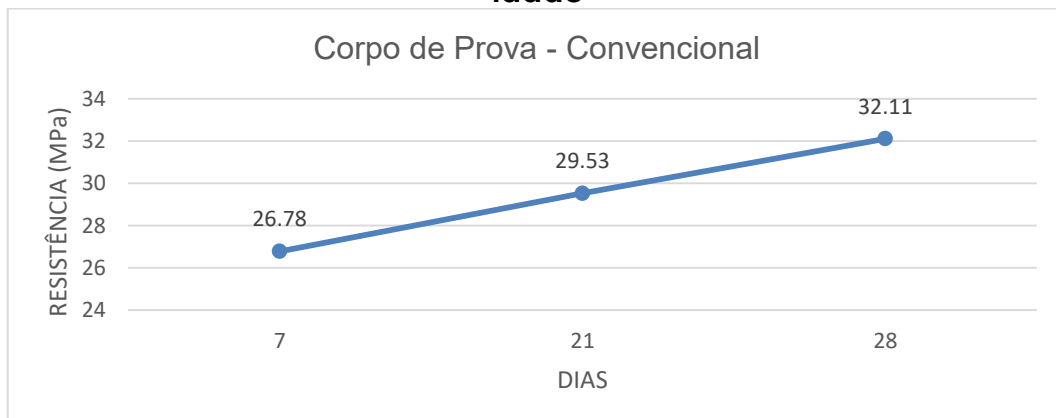
Houve uma visível elevação nos valores de resistência dos corpos de prova moldados com adição de pó de mármore representados nos gráficos 2 e 3 abaixo.

**Gráfico 2 – Resistência à Compressão dos CP'S nos respectivos dias de idade**



Fonte: Autores.

**Gráfico 3 – Resistência à Compressão dos CP'S nos respectivos dias de idade**



Fonte: Autores.

## 4 CONCLUSÕES

Portanto, de acordo com os resultados e a análise dos dados obtidos experimentalmente, comprovou-se que a adição do pó de mármore na concentração de 10% se mostrou eficiente no combate aos ataques por cloretos, afim de reduzir a penetração dos mesmos nos corpos de prova moldados. Além disso, a adição de pó de mármore nessa concentração resultou em um ganho percentual da resistência à compressão dos corpos de prova, principalmente, após 28 dias, fato que pode ser explicado devido ao pó de mármore ser um material extremamente fino, que provocou nos CP's moldados com sua adição, uma redução nos espaços vazios do concreto, tornando-os menos porosos e conseqüentemente, aumentando suas resistências à compressão uniaxial.

Portanto, comprovou-se que a utilização de pó de mármore na proporção estudada, como adição em concretos combateu de maneira eficaz os ataques por cloretos para este traço e corpos de prova moldados, revelando-se uma maneira de descarte para restos de mármore, sustentável e eficaz, principalmente para regiões litorâneas, onde os ataques por cloretos no concreto são mais impactantes. Destaca-se a importância do estudo de traço caso a caso, e diferentes porcentagens de adição do pó de mármore, não generalizando, portanto, o desempenho do uso de pó de mármore em todos os possíveis casos.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, CARMEN **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. Carmona, Antônio e Helene, Paulo R.L. São Paulo: Editora Pini, 1992. 104P.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738 - **Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto** – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739 - **Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **projeto de estruturas de concreto: procedimento**. Rio de Janeiro, 2003. 170 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6152 - **Concreto - Ensaio de tração de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211 – **Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.
- BAUER L.A.F. **Materiais de construção**, Rio de Janeiro: Ed. LTC, 1994, 5ª edição v.2.
- CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo: PINI, 1997. 237p.
- CRAUSS, Camila. **Penetração de cloretos em concretos com diferentes tipos de cimento**. 2010. 100 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Programa de Pós-

Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

- GENTIL, VICENTE **Corrosão**. 4ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003. 341 p.
- GOLDMAN, A., BENTUR, A., **Effects of pozzolanic and Non-Reactive Microfillers on The Transition Zone in High Strength Concretes**. In: MASO, J.C. (ed) RIELM, International Symposium on Interfaces Cementitious Composites. Toulouse, 1992, Proceedings, London, (RILEM Proceedings 18), 1993, p. 53-62.
- HELENE, PAULO R.L. **Tecnologia de edificações. Corrosão de armaduras para concreto armado**. São Paulo: Editora Pini, p. 597-602 1988.
- Jucá, T. R. P. (2002), **Avaliação de cloretos livres em concretos e argamassas de cimento Portland pelo método de aspersão de solução de nitrato de prata de prata**. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil.
- KUMAYAMA, Rosemarie. **Estudo da viabilidade do emprego do pó de mármore para produção de concreto autoadensável e substituição parcial dos agregados por pérolas de poliestireno expandido (EPS)**. 2014. 111 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/111145>>.
- MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J.M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. 2. ed. São Paulo: Editora Pini, 1994.
- NEVILLE, ADAN M. **Propriedades do concreto**. 2º ed. São Paulo: Editora Pini, 1997.
- REAL, L. V. OLIVEIRA, D. R. B. SOARES, T. MEDEIROS, M. H. F. **Método colorimétrico por aspersão de nitrato de prata para avaliação da penetração de cloretos em concreto: estado da arte**. Revista ALCONPAT, Mérida, México, v. 5, n. 2, p. 151-161, ago. 2015. Disponível em: . Acesso em: 6 out. 2016.
- ROMANO, F. S. **Estudo do ingresso de cloretos em concretos localizados no litoral norte do Rio Grande do Sul**. 2009. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009
- SANGALLI, Thyciano; BRITES, Bruno Gindri; NEIVOCK, Matheus Piazzalunga; FORMAGINI, Sidiclei. **Confecção de concreto autoadensavel com a utilização do resíduo proveniente do beneficiamento e mármore**. IBRACON, Rio Grande do SUL, 2013. Disponível em: < [www.docsity.com/pt/residuo-proveniente-do-po-de-marmore-e-granito/4884187/](http://www.docsity.com/pt/residuo-proveniente-do-po-de-marmore-e-granito/4884187/) >. Acesso em: 6 nov. 2019.
- SANTOS, Adriana Padilha dos; JÚNIOR, Nivaldo Lachowski. **Estudo experimental e análise da viabilidade do emprego do pó de mármore para a produção de concreto auto-adensável**. 2012. 89 f. TCC (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- SILVA, Guilherme Pereira; SOUSA, Douglas Alves de. **ESTRUTURAS DE CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO**. 2015. 137 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- SILVA, R. M.; DOMINGUEZ, D.S.; ALVIM, R.C.; IGLESIAS, S. M. **Análise da resistência mecânica e porosidade de um compósito cimentício leve com EVA e**

**reforçado com fibras de piaçava.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, [s. l.], ano 2013, v. 8, n. 1, p. 44-50, 2013. Disponível em: [www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/332/274](http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/332/274). Acesso em: 8 nov. 2019.