

ENGENHARIAS

ESTIMATIVA DA CAPTURA DE CO₂ DEVIDO À CARBONATAÇÃO DE CONCRETO E ARGAMASSAS

ANTONIO, Isabela de O.

Engenharia Civil de Infraestrutura - ILATIT

E-mail: isabela.antonio@aluno.unila.edu.br

POSSAN, Edna

Engenharia Civil de Infraestrutura - ILATIT

E-mail: edna.possan@unila.edu.br

1 Introdução

O setor cimenteiro é responsável por 5 a 7% das emissões globais de dióxido de carbono (CO₂) (SINIC, 2010), um dos principais gases do efeito estufa. Principalmente em países em desenvolvimento, o consumo mundial médio de cimento é crescente, visto que é o principal constituinte de concretos e argamassas, matéria prima fundamental para obras de infraestrutura e habitação (POSSAN; FRIGO, 2012), o que têm levado a indústria cimenteira a buscar soluções para mitigar/reduzir suas emissões.

Assim, várias formas de captura e estocagem de CO₂ vêm sendo estudada recentemente, em especial, os métodos físicos como armazenamento em formações geológicas, oceanos e fundo de mares e métodos químicos, como a carbonatação, (POSSAN; FRIGO, 2012). Esta última ocorre pela reação entre o CO₂ da atmosfera e o hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) existente nas matrizes cimentantes à presença de água, em um processo reverso ao da produção do cimento, capturando CO₂ da atmosfera.

Neste contexto, o presente trabalho busca estimar a quantidade de gás carbônico que pode ser capturado pelas estruturas de concreto e argamassas de revestimento, verificando se esta pode ser considerada uma medida compensatória na análise do ciclo de vida das construções.

2 Metodologia

Na avaliação da captura de CO₂ devido à carbonatação do concreto, foram simulados concretos produzidos com diferentes tipos e consumos de cimento e níveis de resistência, comparando as metodologia de cálculo de Possan et al. (2016) e da norma Europeia BRE EM 15804 (2012). Para o a estimativa da captura de CO₂ devido à carbonatação de revestimentos argamassados foi desenvolvida uma metodologia de cálculo específica, dada à inexistência da mesma na literatura.

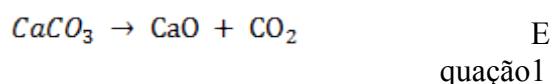
Para os dois casos, inicialmente fez-se um levantamento de dados junto ao Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SINIC) e do Balanço Energético Nacional (BNE) a fim de levantar dados de emissões de CO₂ referentes à indústria do cimento.

No presente estudo foi mantido fixo o tempo de exposição ao CO₂, sendo que para o concreto utilizou-se 50 anos de vida útil e 10 anos de período pós-demolição e para os revestimentos de argamassas considerou-se 240 dias de fase construtiva²⁰.

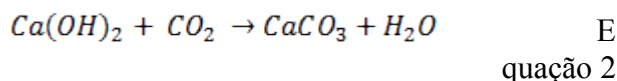
Como resultado da aplicação das metodologias se obteve o balanço das emissões de CO₂ tanto para concreto quanto para os revestimentos de argamassa.

3 Fundamentação teórica

Ao longo do ciclo de vida do cimento, 95% das emissões ocorrem no processo de produção, devido ao processo de descarbonatação da rocha calcária, de acordo equação 1, e à queima de combustíveis fósseis para a produção do clíquer (PADE, GUIMARÃES 2007).



No entanto, atualmente tem se discorrido sobre a potencialidade do concreto e argamassas em capturar o CO₂ pelo processo denominado de carbonatação (PADE; GUIMARÃES, 2007). Este processo é um fenômeno físico químico que ocorre entre o CO₂ dissolvido em água e o hidróxido de cálcio presente na matriz cimentante resultando em carbonato de cálcio e água (equação 2).



A frente de carbonatação tem início na superfície e avança progressivamente para o interior da estrutura, reduzindo o pH do concreto, despassivando o aço imerso, deixando a armadura vulnerável a corrosão, o que não é desejável para estruturas armadas (POSSAN; FRIGO, 2012).

Porém, em estruturas não armadas, artefatos de concreto, revestimentos argamassados, entre outros, essa reação aprisiona o CO₂ da atmosfera em um processo reverso ao da produção do cimento (equação 1), podendo atuar como medida compensatória das emissões do processo de produção do cimento na Análise do Ciclo de Vida (ACV) das construções.

4 Resultados

²⁰ Tempo em que o revestimento de argamassa pode permanecer exposto ao meio ambiente, em contato com o CO₂, sem pintura ou outro revestimento impermeabilizante.

Serão apresentados os resultados mais relevantes obtidos nesta pesquisa. Assim, as figuras 2 “a” e 2 “b” demonstram a correlação entre a resistência à compressão do concreto com o consumo de cimento, a profundidade de carbonatação e a captura de CO₂.

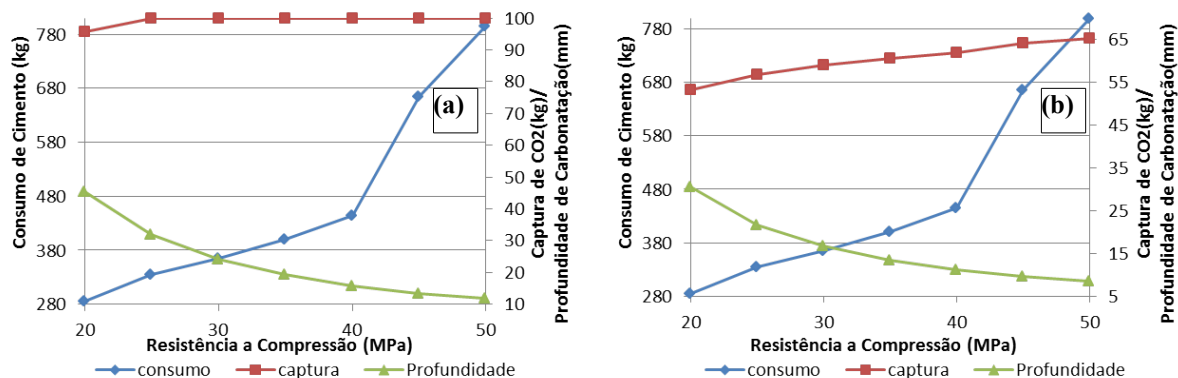


Figura 2: Correlação entre resistência à compressão, consumo de cimento, profundidade de carbonatação e captura de CO₂ para os cimentos (a) CP III e (b) CPI V.

Pode-se notar que quanto maior o consumo de cimento, maior a resistência e maior o captura de CO₂, no entanto a profundidade de carbonatação é menor. Isto acontece, pois o concreto com maior resistência apresenta menor quantidade e diâmetro de poros, dificultando a entrada do dióxido de carbono, reduzindo a profundidade de carbonatação ao longo do tempo, e conseqüentemente, a captura de CO₂.

Comparando os gráficos entre si, percebe-se que o cimento CP III possui maior potencial de captura de CO₂ (chegando até 100%), uma vez que apresenta maior porcentagem de adição (de 35 a 75% de escória). Desta maneira, as emissões (CO₂) para a produção do CP III é menor, pois a adição de escória provém de subprodutos de industriais (produção ferro), ocorrendo no final do processo de produção do cimento, o que reduz consideravelmente o teor de clínquer deste cimento e conseqüentemente as emissões. Por outro lado, o concreto produzido com esse cimento possui menor reversa alcalina o que eleva a taxa de carbonatação e, conseqüentemente, a captura de CO₂. Esses dois fatores contribuem para o balanço positivo das emissões deste tipo de cimento.

Para as argamassas, primeiramente tentou-se aplicar o modelo de previsão da carbonatação indicado na metodologia de Possan et al (2016) para o cálculo da profundidade de carbonatação. Como esta metodologia foi desenvolvida para concretos, ela não se adequou ao comportamento em argamassas. Assim, neste estudo foi desenvolvida uma metodologia de cálculo para argamassas (ver figura 3 “a”), sendo que para determinar uma equação que descrevesse a profundidade de carbonatação ao longo do tempo, fez-se a regressão linear dos dados de Ortolan, et al (2015) buscando a curva que melhor se adequasse aos dados (menor

R²).

A figura 3 “b” mostra a profundidade de carbonatação em argamassas expostas em ambiente interno por 240 dias. Com base nos dados obtidos por Ortolan et al (2015), a curva que melhor representou a profundidade de carbonatação ao longo do tempo foi a polinomial.

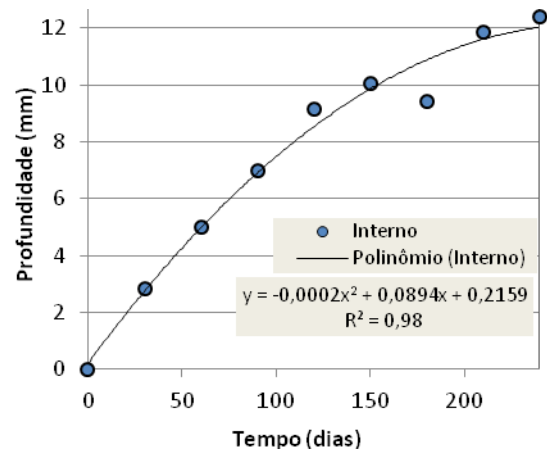
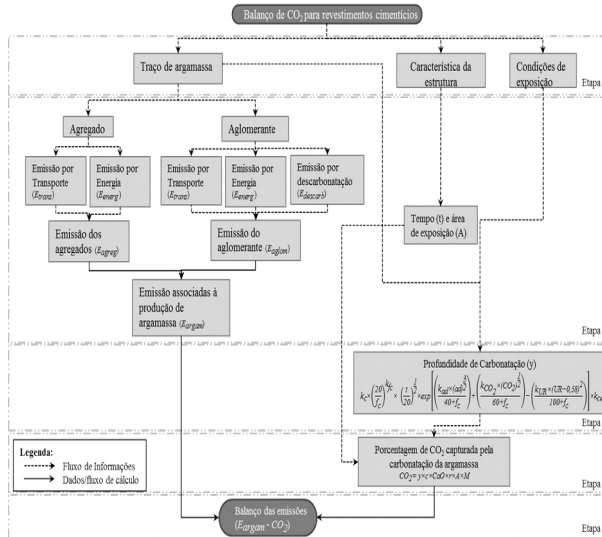


Figura 3: (a) metodologia para captura de CO₂ de argamassas (b) Regressão linear para profundidade de carbonatação de argamassas em ambiente interno.

5 Conclusões

O estudo da captura de CO₂ devido à carbonatação do concreto mostrou que existe uma relação entre consumo de cimento, resistência à compressão e profundidade de carbonatação, existindo um ponto ótimo de dosagem para a produção de concretos com baixas emissões de CO₂, onde o consumo de cimento é em torno de 360 a 380 kg/m³.

Com relação à captura de CO₂ em revestimentos de argamassa, foi desenvolvida uma metodologia de cálculo específica, porém encontrou-se dificuldade na modelagem da carbonatação, devido à carência na literatura de dados naturais de degradação e de modelos de previsão.

Como estudos que visam quantificar a captura de CO₂ por argamassas são recentes, o desenvolvimento de mais pesquisas tornaria possível à comprovação/adequação da metodologia proposta para a aplicação em argamassas.

6 Principais referências bibliográficas

BRE Global Product Category Rules for Type III environmental product declaration of construction products to EN15804:2012+A1:2013.PN514.

ORTOLAN, T.L.P.; SQUIAVON, J.Z.; ANDRADE, J.J.O. **Análise da carbonatação de argamassas de cimento Portland produzidas com agregados miúdos reciclados de construção e demolição**

(RDC) através de ensaios de exposição natural. Ibracon, 2015.

POSSAN, E.; FELIX, E, F.; THOMAZ, W, A. **Metodologia para estimativa da captura de CO₂ devido à carbonatação do concreto,** 2016.

POSSAN, E.; FRIGO, E.P.; **Mudanças climáticas: sequestro de CO₂ devido à carbonatação do concreto.** EduUnioeste, 2014.

PADE, C.; GUIMARAES, M. **The CO₂ uptake of concrete in a 100 year perspective.** *Cement and Concrete Research*, p. 1384–1356, 2007.

SNIC - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. *Relatório Anual, 2010.* Rio de Janeiro, SNIC; 2011.