cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Carbonatação Acelerada em Argamassas: Desenvolvimento e Controle de uma Câmara com Baixo Consumo de CO_2

Sofia Scheffel Wink[1]; Roger Franco Baldissera[1,2]; Marçal José Rodrigues Pires[1,2]
1 - Escola Politécnica, 2 - Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais (PGETEMA), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Av. Ipiranga 6681, Porto Alegre, CEP 90619-900, RS. mpires@pucrs.br

Introdução

Cenário: A construção civil gera altas emissões de Dióxido de Carbono (CO_2), mitigáveis pela absorção do gás em compostos cimentícios (carbonatação).

Limitação: Câmaras de Carbonatação Acelerada (CCA) convencionais operam em sistema aberto, desperdiçando gás e sem controle ambiental.

Objetivos

- **Desenvolver e validar** um sistema fechado de automação de baixo custo para controle de CO_2.
- **Reduzir** o consumo e a emissão do gás utilizado em ensaios no meio ambiente.

Metodologia

Calibração:

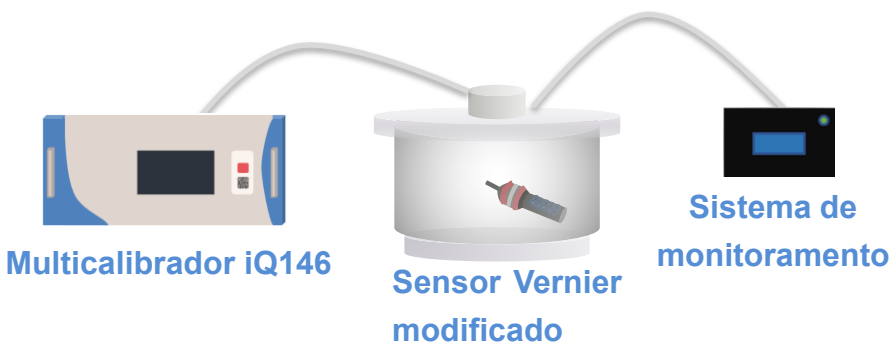


Figura 1. Esquemático de calibração do sensor de CO_2.

Preparação de Corpos de Prova:

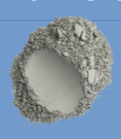
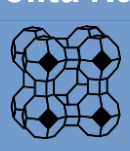
Traço	Substituição cimento – Zeólita e Cinza	
1 Cimento	Cinza Volante	Zeólita NaA
2 Cal		
9 Areia	10%	10% e 20%

Figura 2. Esquemático de substituições.

Montagem do sistema e validação do teste de carbonatação acelerada (7 dias):

T: 25 °C
UR: 60%
CO_2: 5%

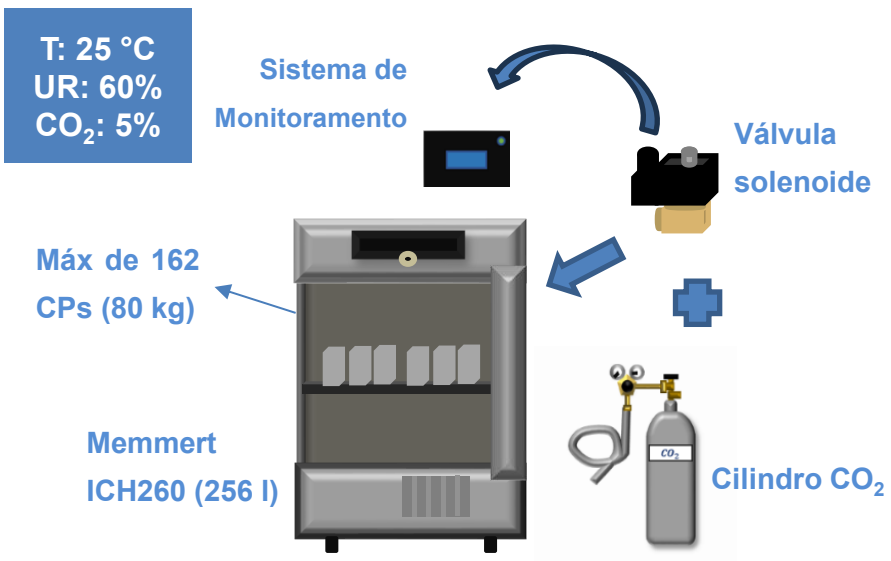


Figura 3. Esquemático do sistema desenvolvido.

Resultados e Discussão

Parâmetro de Avaliação	Sistema Aberto Convencional	Sistema Fechado Desenvolvido
Modo de Operação	Fluxo Contínuo	Controlado
Vazão de Gás Constante	1,0 L/min	Acionamento Solenoide (5 s a 6,5 L/min)
Autonomia máx de Ensaio	12 dias	1.300 dias
Emissão de CO_2 na atmosfera	100 vezes maior	Reduzida (Retenção no sistema)
Custo do cilindro (33 kg)	R$ 300,00	R$ 300,00
Custo Implementação	-	R$ 700,00

Tabela 1. Comparação do sistema de CCA.

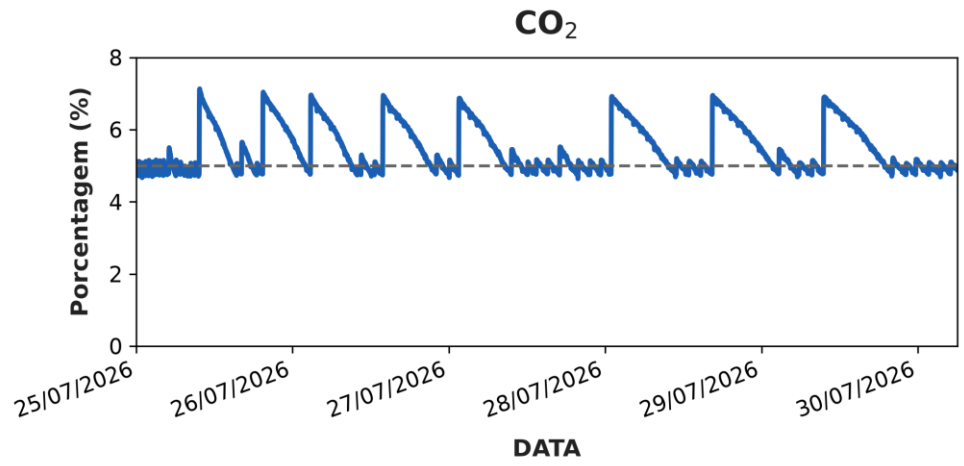


Figura 4. Perfil de concentração de CO_2 durante a carbonatação.

Concentração média de 5,4% de CO_2 no período.

	pH alcalino	Perda de alcalidade
AMOSTRA	0 DIAS	7 DIAS
LQR		

Tabela 2. Avanço da frente de carbonatação aos 0 a 7 dias de exposição.

O teste com fenolftaleína demonstrou carbonatação total aos 7 dias para a amostra de referência (LQR). O mesmo comportamento foi observado para todas as demais substituições avaliadas (LQC, LQZ10 e LQZ20).

Conclusões

- O sistema fechado demonstrou **controle eficaz** e **estável** da concentração de CO_2 e com baixo custo de implementação (R$ 700,00).
- Acionamentos acima de 5 segundos geraram picos mais elevados, aumentando a concentração, mas dentro da faixa de ±10%. O desvio ocorreu devido ao travamento da válvula solenoide.
- O acionamento controlado reduziu em **100 vezes** as emissões de CO_2 para a atmosfera e ampliou a autonomia de um cilindro de 33 kg de 12 para até **1.300 dias**.

Referências e Agradecimentos

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16541: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — preparo da mistura para a realização de ensaios. 2016.
HAMMERSCHMITT, Marta Eliza. Escalonamento da síntese de zeólitas a partir de resíduos de carvão e da produção de alumínio. 2018. Dissertação (Mestrado). https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/8393
SILVA, B. A. Effects of natural and accelerated carbonation on the properties of lime-based materials. Journal of CO2 Utilization, v. 49, 101552, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101552;

Agradecimentos ao CNPq pelas bolsas concedidas e a FAPERGS pelo apoio financeiro.