

COMPARAÇÃO DE ARGAMASSAS CIMENTÍCIAS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND POR ARGILAS CALCINADAS DO ESTADO DE RONDÔNIA

CAMPOS, Amanda Monteiro¹; LOPES, Raduan Krause²

1. Discente, Centro Universitário São Lucas (UNISL – PVH)
2. Professor Orientador, Centro Universitário São Lucas (UNISL – PVH)

1. INTRODUÇÃO

A produção de concreto e argamassa é de suma importância para a construção civil e para a economia, devido as mudanças expressivas ao longo dos anos na arquitetura e obras de engenharia seu uso tornou-se muito difundido. Para Neville (2016), o cimento é um material originado a partir da calcinação de uma mistura de calcário e óxidos de ferro, de alumínio e de silício, com propriedades adesiva e coesiva, o que lhe permite unir fragmentos minerais em um sólido compacto.

Produzido por matérias primas de ampla disponibilidade e baixo custo, o cimento é considerado o segundo material mais utilizado pelo homem ficando atrás apenas da água (CSI, 2012). Segundo a IEA, CSI (2018), no ano de 2014, foram produzidos 4,2 bilhões de toneladas de cimento, com emissão total de 2,2 Gt de Dióxido de Carbono (CO₂) e a previsão para a produção de cimento a nível global em relação a esse indicador está entre 12 a 23% até 2050.

Diante da alta produção de cimento, a indústria em questão tornou-se responsável por uma grande parte da emissão de gases de efeito estufa (GEE), com origem na etapa de sua produção chamada de clínquerização, na qual ocorre a conversão da principal matéria prima, o calcário (CaCO₃), em óxido de cálcio (CaO) (WBCSD, 2018).

Para o Sindicato Nacional da Indústria do Cimento (SNIC, 2019), a estimativa de gases de efeito estufa gerados pelo processo produtivo dessa indústria representa aproximadamente 7% em escala mundial. Para o SNIC (2019), a redução nas emissões decorrente da etapa de fabricação do cimento pode ser alcançada com a diminuição do teor de clínquer presente no cimento. Dentre as alternativas, sugere-se a aplicação de materiais cimentícios suplementares (MCS) em compósitos cimentícios, como escórias de alto forno, cinzas volantes e argilas calcinadas, assim como filer calcário como adição ao clínquer, reduzindo simultaneamente o consumo de energia (SCRIVENER, JOHN e GARTNER, 2016).

A argila quando submetido a um tratamento térmico com altas temperaturas de 600 a 900°C, passam por um rearranjo em sua estrutura cristalina tornando-se um material reativo (SABIR, WILD e BAI, 2001). Durante esse tratamento térmico, ocorre uma reação química, designada desidroxilação, resultando na eliminação da água estrutural, transformando o material com estrutura cristalina em amorfo, isto é, um material instável em meio básico e desordenado, conferindo-lhe características pozolânicas (MEHTA e MONTEIRO, 2008).

O autor Zampieri (1989), considera pozolana todo material natural ou superficial, que contém a sílica ou a combinação deste com o alumínio, com ineficiência em estabelecer atividade hidráulica, mas quando finamente moída se mostra com a capacidade de interagir com o hidróxido de cálcio em contato com a água, possibilitando a origem de novos compostos insolúveis estáveis e com propriedades aglomerantes.

Nesse sentido, a pesquisa teve como propósito averiguar as argilas calcinadas do estado de Rondônia através da reação com o hidróxido de cálcio durante a hidratação em substituição parcial do cimento Portland por diferentes porcentagens em argamassas, com foco nas propriedades do estado fresco e endurecido, especialmente, o potencial pozolânico desses solos, a resistência à compressão e o percentual de substituição adequado para essas argilas calcinadas. Com o intuito de gerar uma aplicabilidade maior para as argilas e minimizar os impactos ao meio ambiente causados pelo homem na indústria cimenteira.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para confecção das argamassas dessa pesquisa foram utilizados os seguintes materiais: Cimento Portland Tipo II-F-40, areia lavada fina oriunda do município de Candeias do Jamari/ RO, aditivo superplastificante, água e as argilas dos municípios de Ji-Paraná, Cacoal, Pimenta Bueno, Porto Velho, Candeias.

2.2 Métodos

Para avaliação das propriedades, as argilas coletadas foram destorroadas por processo mecânico em um triturador, afim de desaglutinar as partículas. Posteriormente, passaram por um processo térmico de calcinação a 750°C, para terem a reatividade pozolânica avaliada. A confecção das misturas de argamassas com substituição parcial de cimento Portland por argilas calcinadas foram nas faixas de 5%, 10%, 15% e 20%, comparadas com uma mistura padrão de argamassa sem argila calcinada.

Os demais materiais como areia, água e o superplastificante foi adotado um valor fixo para a confecção das argamassas. Para o fator a/c foi adotado 0,5, 2kg de areia e 0,2% da massa do cimento para o superplastificante.

Para o preparo e homogeneização dos materiais foi utilizada a norma 7215:2019. No estado fresco foi avaliada a trabalhabilidade das misturas por meio do índice de consistência com base no ensaio da NBR 13276:2016.

Para a moldagem dos corpos de prova foi utilizada a norma 7215:2019.

No estado endurecido, foi avaliada a resistência à compressão da NBR 7215:2019.

Paralelo aos ensaios anteriores a fim de caracterizar as argilas quanto a sua composição química foi realizado o ensaio de fluorescência de Raios-X na máquina Oxford Instruments Twin-X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

• Fluorescência de Raios-X (FRX)

Foi realizada a análise da composição química das argilas calcinadas conforme tabela 1, constatou-se de modo geral que possuem relativamente uma boa quantidade de alumínio (Al₂O₃), que confere uma textura um pouco compacta, tipo argila. Assim, como maior a quantidade de ferro (Fe₂O₃) presente na argila, mais viva será a cor, tom avermelhado.

Tabela 1: Composição química em óxidos presentes nas argilas calcinadas

	Ji-Paraná	Cacoal	Pimenta Bueno	Porto Velho	Candeias
Al₂O₃ (%)	18,210	19,420	23,160	26,210	21,100
SiO₂ (%)	73,600	70,680	64,430	62,640	72,900
K₂O (%)	1,820	2,060	1,580	1,640	0,150
CaO (%)	0,230	0,190	0,430	0,150	0,090
TiO₂ (%)	0,940	0,950	1,010	1,240	1,480
Fe₂O₃ (%)	5,170	5,430	8,150	7,270	4,320
Caulinita (%)	46,102	49,163	58,644	66,354	53,409

Fonte: CAMPOS, A.M., 2023.

Importante salientar que a caulinita é a fase mineral responsável pela atividade pozolânica da argila, decorrente do desarranjo estrutural de seu retículo cristalino e

consequente formação de metacaulinita. Assim como, a sílica (SiO_2) é importante pois quando hidratada forma o C-S-H (silicato de cálcio hidratado) que é a principal fase hidratada na determinação da matriz cimentícia, conferindo resistência e durabilidade.

- Índice de Consistência

Para este ensaio foi considerada a média dos resultados no eixo “x” e “y” de cada traço de argamassa. Percebeu-se de modo geral, as argamassas que contêm argila calcinada apresentaram trabalhabilidade inferior a argamassa referência assim como, o aumento gradativo da faixa de substituição influencia diretamente na queda da trabalhabilidade.

- Resistência a compressão

Para a resistência a compressão com idade de 7 dias, as argamassas apresentaram resistência superiores a 20 MPa, com exceção de Cacoal 5%. A argamassa Candeias apresentou melhor comportamento conforme aumentava a porcentagem de substituição, mesmo que a resistência esteja inferior a argamassa referência que apresentou 27,44 MPa. No entanto, teve argamassas que ficaram superiores aos 27,44 MPa da argamassa referência como Pimenta Bueno 20% e Cacoal 10%.

Para a resistência aos 28 dias houve um decréscimo na resistência da argamassa referência de 7,54 MPa, ou seja, 27,47%. Com isso, as demais argamassas nesta idade ficaram com resistência superiores à referência, com exceção de Cacoal 5%. No entanto, tiveram argamassas que apresentaram resistência inferiores ao que foi verificado com 7 dias.

4. CONCLUSÃO

Verificou-se por meio do FRX que as argilas não apresentaram um teor de caulinita expressivo, podendo ter influenciado na atividade pozolânica, mas que apresentam requisitos químicos para materiais pozolânicos acima de 70% ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) exigidos pela norma NBR 12653/2018 para a classe N de materiais pozolânicos.

Constatou-se que, o aumento da porcentagem de substituição do cimento Portland pela argila calcinada diminui a trabalhabilidade e que o fato de utilizar a argila calcinada independentemente da porcentagem também é inferior a argamassa referência.

Quanto a resistência, as argamassas com argilas calcinadas apresentaram uma boa resistência aos 7 dias, mas com 28 dias a resistência a compressão não foi expressiva, em algumas porcentagens de substituição a resistência chegou até ser inferior do que verificada aos 7 dias.

Com base no exposto acima, é sugerido que se realize uma análise minuciosa acerca da interação das argilas com o cimento Portland como por exemplo, a utilização de difração de Raios-X (DRX) e termogravimetria (TGA) que demonstram os picos de hidratação e compostos químicos formados entre os produtos hidratados como também, verificar se na temperatura escolhida de 750°C, ocorreu a desidroxilação completa, isto é, a transformação da caulinita em metacaulinita, para melhor entendimento dos resultados da resistência a compressão.

5. AGRADECIMENTOS

Programa de Apoio à Pesquisa e à Iniciação Científica (PAP/PIC) N° 01/2022, por meio da Pró – Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão, Inovação e Internacionalização – PROPEXII, pelo Centro Universitário São Lucas (UNISL) Grupo Afya Educacional de Porto Velho, Rondônia.

Palavras Chave: Argamassa, Cimento Portland, Pozolana.

E-mail: amandamoncam@gmail.com, raduan.lopes@saolucas.edu.br