

## **ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA E TEMPO DE PEGA DE MISTURAS DE ARGILAS CALCINADAS E CAL EM SUBSTITUIÇÃO AO CIMENTO EM PASTAS.**

Cinthia L. F. Gomes<sup>1\*</sup>, Jayron X. Gomes<sup>1</sup>, Marcos A. Padilha Jr<sup>2</sup>, André L. S. Patriota<sup>3</sup>

1. Estudante de IC do Curso Técnico em Edificações, IF Sertão PE

2. IF Sertão PE - Coordenação de Edificações / Orientador

3. IF Sertão PE - Coordenação de Edificações / Co-Orientador

### **Resumo:**

A busca por aglomerantes alternativos, em substituição ao cimento, tem se tornado a pauta de diversas discussões na construção civil. Com a temática do desenvolvimento sustentável se firmando a cada dia, formas de produção mais limpas ou que agridam menos o meio ambiente estão se tornando mais adequadas com a visão do esgotamento das fontes não-renováveis de matérias-primas.

O uso de pozolanas, de argilas calcinadas misturadas com a cal, vem desde a antiguidade, os romanos utilizavam-se desta técnica e produziram obras que perduram até hoje.

Este estudo, analisa o comportamento de pastas com a substituição do cimento nas proporções de 10% e 20% por uma mistura de argila calcinada e cal. Foram executados ensaios de massa específica, consistência normal e início e fim de pega, para o material de referência e para as misturas de argila calcinada e cal.

Os resultados demonstraram que houveram alterações nas características das pastas com a introdução da mistura de argila calcinada e cal.

**Palavras-chave:** Consistência, Tempo de Pega, Pastas de Cimento e Misturas.

**Apoio financeiro:** IF Sertão PE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano.

**Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição:** IF Sertão PE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano.

### **Introdução:**

Os minerais de argila têm uma estrutura cristalina. Portanto, as argilas na forma bruta não possuem propriedades pozolânicas. No entanto, por tratamento térmico, as argilas tornam-se altamente pozolânicas. O tratamento térmico destrói a estrutura cristalina das argilas e forma uma estrutura de silicato de alumina quase amorfa ou desordenada. Verificou-se que os hidratos de silicato produzidos em reações assemelham-se ao produto de hidratação de cimento Portland. (AY; ÊT; NAL, 2000).

A ABNT NBR - 12.653 (2014) define pozolana como sendo materiais silicosos ou silicoaluminosos que possuem pouca atividade aglomerante, mas que, quando finamente divididos e na presença da água, reagem com o hidróxido de cálcio à temperatura ambiente para formar compostos com propriedades aglomerantes.

Neste sentido, Mehta e Monteiro (2008), evidenciam que os efeitos benéficos das adições minerais ao concreto ocorrem pelo fato de que, tanto as quimicamente ativas quanto as não ativas, quando em contato com o resíduo gerado pela reação de hidratação do cimento, formam produtos hidratados que fortalecem a microestrutura da pasta.

Atualmente têm se intensificado, em todo o mundo, pesquisas visando a obtenção e o beneficiamento de pozolanas de baixo custo a partir de subprodutos industriais, com vistas à sua utilização como substitutas parciais do cimento Portland em argamassas e concretos. Segundo estes estudos, estas substituições implicam em um duplo benefício para o meio ambiente, uma vez que agrega valor a resíduos cuja exposição na natureza é fonte de degradação ambiental e reduz o consumo de cimento (VIEIRA, 2005).

Pinheiro (2008) avaliou a substituição de resíduos da indústria cerâmica vermelha como adição pozolânica em argamassas, cimentos e concretos. Os resultados obtidos mostraram-se promissores quanto à utilização dos resíduos como adições pozolânicas,

apresentando índices físico-químicos e de atividade pozolânica dentro dos valores permitidos pelas normas brasileiras.

O objetivo deste trabalho é analisar como a introdução de pozolanas de argilas calcinadas, obtidas através de resíduos da indústria cerâmicas, quando misturadas com a cal interferem nas propriedades de pastas, em substituição ao cimento.

### Metodologia:

As pozolanas foram obtidas a partir de resíduos de argilas calcinadas, da produção de tijolos, de uma indústria de cerâmica vermelha do Sertão Central Pernambucano, Conforme figura 01.

Figura 01 - Coleta do material na indústria de cerâmica vermelha.



Após triagem e redução do tamanho das partículas os resíduos de cerâmica vermelha foram reduzido a pó com a utilização de um aparelho de abrasão Los Angeles com ciclos de 700 rotações. Foi executado um peneiramento mecanizado com malha de 150  $\mu\text{m}$ , com o material passante foi executado um beneficiamento adicional, assim todo o material passante foi moído num moinho de bolas por 5.000 rotações e passado por uma peneira com abertura de 45  $\mu\text{m}$ . Enquanto que para a cal foi utilizado o material passante na peneira de 150  $\mu\text{m}$ , a cal utilizada foi do tipo CH1 e o cimento foi o CP II F 32.

Após estes beneficiamentos os materiais foram submetidos a ensaios para determinação da massa específica, foi utilizada a ABNT NBR NM - 23 (2001) - Cimento portland e outros materiais em pó. Foi determinada a massa específica para o cimento e para as misturas Tipo 01 (90 % cimento + 10% (resíduo de cerâmica vermelha+cal)) e Tipo 02 ( 80 % cimento + 20% (resíduo de cerâmica vermelha +cal)).

Para cada mistura de resíduo de cerâmica vermelha com cal, foi obedecida a relação em massa de materiais proposta pela ABNT NBR - 5.751 (2015), conforme equação 01:

Hidróxido de cálcio: 104 g

Material Pozolânico:  $2 \cdot \frac{\delta_{poz}}{\delta_{cal}} \cdot 104 \text{ g}$

Equação 01

A partir desta relação, foi substituída a massa do cimento em 10 e 20% pela mistura de resíduo de cerâmica vermelha com cal, respeitando a proporcionalidade das misturas quando relacionado a quantidades maiores.

Posteriormente, foram analisados a consistência normal para as pastas contendo cimento e as misturas, conforme a norma ABNT NBR NM - 43 (2003) - Cimento Portland - Determinação da pasta de consistência normal. Bem como os tempos de pega de acordo com a norma ABNT NBR NM - 65 (2003) - Cimento Portland - Determinação do tempo de pega.

### Resultados e Discussão:

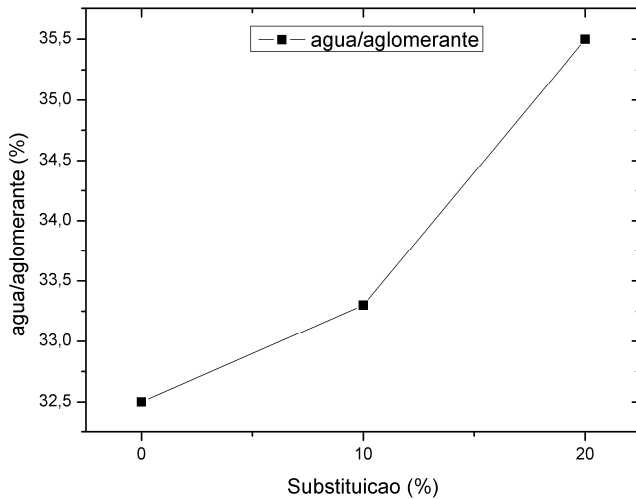
Os resultados da massa específica das misturas são bem próximos da amostra de cimento, para a amostra Tipo 01 tem-se um massa específica com cerca de 99,48% da amostra de referência, enquanto que para o Tipo 02 o valores são da ordem de 96,92%, tabela 01.

Tabela 01 - Massa específica do cimento e das misturas

Amostra	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )
Cimento	3,061
Tipo 01	3,045
Tipo 02	2,967

Para obter-se a consistência normal para as misturas de resíduo de cerâmica vermelha com a cal, foi necessário um aumento na relação água / aglomerante, pode-se perceber que este acréscimo não segue uma tendência linear, figura 02.

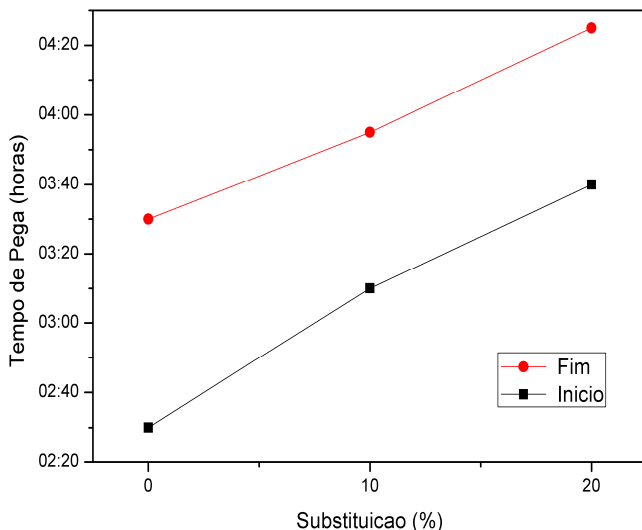
Figura 02 - Evolução da consistência normal das pastas do cimento e das misturas



Fonte: Arquivo do autor (2016).

O tempo de pega é um dos principais parâmetros a serem observados na utilização de concretos, argamassas e pastas, o mesmo é fator crucial na viabilidade de determinados tipos de empreendimentos. Como houve a substituição de parte do aglomerante foi conveniente estudar como a substituição por outro material afetaria tal parâmetro. As pastas foram moldadas com os dados obtidos pelo ensaio de consistência normal. A figura 03, demonstra a evolução do tempo de pega para as misturas Tipo 01 e Tipo 02.

Figura 03 - Evolução do tempo de pega das pastas do cimento e das misturas



Fonte: Arquivo do autor (2016).

Como pode ser observado há um aumento tanto no início quanto no fim dos tempos de pega para ambas as misturas, quando comparado com a amostra de referência. Para o início de pega a amostra Tipo 01 retardou o início da pega em cerca de 40 minutos, enquanto que para a amostra Tipo 02 o retardo foi de 01 hora e 10 minutos.

Quando analisamos os tempos de fim de pega, a amostra Tipo 01 tem um tempo de retardo de 25 minutos e a amostra Tipo 02 tem um tempo de retardo de 55 minutos. Contudo, para ambas as amostras o tempo total de pega é de 45 minutos, porém a amostra de referência tem um tempo total de pega de 01 hora. Tal propriedade é bastante benéfica na utilização em concretos, argamassas e pastas uma vez que o material poderia substituir aditivos retardadores de pega.

### Conclusões:

O estudo demonstrou que a massa específica das misturas decaíram em relação à do cimento, contudo os valores são bem próximos.

Com relação à consistência normal, a introdução das misturas demandaram uma quantidade de água/aglomerante um pouco maior que o material de referência. Mesmo com um aumento linear da quantidade de material a consistência não segue a mesma tendência.

Os tempos de início e fim de pega foram alterados, postergando os mesmos, tal fato pode ser explicado pelo efeito de nucleação, onde as partículas de cimento são envolvidas pelo materiais que foram introduzidos na mistura.

### Referências bibliográficas

AY, N.; ÈT, M.; NAL, U. È. **The use of waste ceramic tile in cement production.** Cement and Concrete Research, v. 30, p. 497–499, 2000.

ABNT NBR - 12.653. **Materiais pozolânicos — Requisitos.** ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ - Brasil, 2014.

ABNT NBR - 5.751. **Materiais pozolânicos - Determinação da atividade pozolânica com cal aos sete dias.** ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ - Brasil, 2015.

ABNT NBR NM - 23. **Cimento portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica.** ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ - Brasil, 2001.

ABNT NBR NM - 43. **Cimento portland - Determinação da pasta de consistência normal.** ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ - Brasil,

2003.

ABNT NBR NM - 65. **Cimento Portland - Determinação do tempo de pega.** ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro - RJ - Brasil, 2003.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto - Microestrutura, propriedades e materiais.** 3a Edição ed. Rio de Janeiro - RJ: [s.n.].

PINHEIRO, I. S. **Beneficiamento e caracterização de resíduos gerados na produção de blocos cerâmicos visando à aplicação como adição pozolânica.** [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

VIEIRA, A. DE A. P. **Estudo do aproveitamento de resíduos de cerâmica vermelha como substituição pozolânica em argamassas e concretos.** [s.l.] Universidade Federal da Paraíba, 2005.