

DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSAS DE REBOCO COM A INCORPORAÇÃO DE CAULIM NATURAL

Hudson Santos Menezes Júnior
hudsonjunior2003@gmail.com

Antonio José da Silva Filho
antonysilva001@gmail.com

Beatriz Rocha Silva
biazinharocha97@gmail.com

Any Manuela Soares Santos
anyrusso5000@gmail.com

RESUMO - O caulim é um silicato de alumínio hidratado isento plasticidade de cor branca usado para diversas aplicações entre eles na fabricação de papel, tinta e outros. Nesse trabalho a proposta é avaliar o uso do caulim na produção de argamassa de reboco. O caulim foi submetido aos ensaios de caracterização: difratometria de raio X, análise química por FRX, e análise granulométrica. A partir de um traço de 1:5 (cimento, areia) o mesmo foi utilizado para substituir a areia 20 a 80%. Os resultados apresentados mostram que o caulim melhorou muito a trabalhabilidade no estado fresco, e após cura houve acréscimo da resistência, massa específica e redução da absorção de água. Portanto, o caulim pode ser utilizado na produção de argamassa.

Palavras-chave: argamassa, caulim, resíduo, reciclagem

INTRODUÇÃO

Caulim é um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, como a caulinita e a halosita, e apresenta características especiais que permitem sua utilização na fabricação de papel, cerâmica, tintas. Este apresenta baixa plasticidade e resistência mecânica, a seco. O mineral é formado pela caulinita, em geral de cor branca ou quase branca, devido ao baixo teor de óxido de ferro. É um dos seis minerais mais abundantes da crosta terrestre e ocorre à profundidade até 10 metros. Funde-se a 1.800°C (temperatura nominal). O caulim é um bem mineral que apresenta inúmeras propriedades

tecnológicas a) quimicamente inerte; b) macio e não abrasivo; c) branco ou quase branco (alvura); d) tem capacidade de cobertura quando usado como pigmento; e) reforçador para as aplicações de carga; f) apresenta baixa condutividade térmica e elétrica (DA LUZ & DAMASCENO, 1993).

As reservas de caulim no mundo são consideradas abundantes e bem distribuídas geograficamente. Cerca de 95% das reservas estão concentradas em apenas quatro países, um total de aproximadamente 15 bilhões de t: Estados Unidos (53%), Brasil (28%), Ucrânia (7%) e Índia (7%). As reservas brasileiras concentram cerca de 24,5 bilhões de t, no qual 9,4 bilhões são medidas. Os Estados do Pará, Amazonas e Amapá são as Unidades da Federação com maior destaque, participando, respectivamente, com 56%, 41% e 2% do total. Esses são depósitos do tipo sedimentar, sendo assim grandes reservas com propriedades para diversas aplicações industriais.

O caulim tem muitas aplicações industriais e constantemente novas formas de utilização estão sendo pesquisadas e desenvolvidas. É considerado um mineral de características especiais, por ser quimicamente inerte em uma ampla faixa de pH; quando usado como pigmento ou como extensor em aplicações de cobertura e carga, apresenta um ótimo poder de cobertura, conduz pouco calor e eletricidade e tem um baixo custo comparado com maioria dos materiais concorrentes.

O caulim é um mineral de várias aplicações de segmentos, no entanto em argamassas existem poucos relatos da sua utilização na

forma natural, porém o caulim calcinado é amplamente estudado devido a sua atividade pozolânica; que é a capacidade de se combinar com o Hidróxido de cálcio (Oliveira; Barbosa, 2005). Nóbrega (2007) estudou in natura o resíduo de caulim argiloso como material plastificante em argamassas de múltiplos usos, e quanto as propriedades mecânicas avaliadas ele se mostrou satisfatório.

Independente da origem do caulim, é possível obter um metacaulim de boa qualidade usando um tratamento adequado, como moagem e calcinação com temperaturas entre 700°C e 900°C segundo estudos realizados por Péra e Amrouz (1998), Oliveira e Barbosa (2005) e Shvarzman et al. (2003). (apud Nóbrega, 2012).

Segundo a NBR – 7200, a argamassa é definida como mistura de aglomerante e agregados com água, possuindo capacidade de endurecimento e aderência. As funções das argamassas estão diretamente associadas ao fim que se destinam. Segundo Nascimento (2008) as funções podem ser definidas como: Unir com solidez elementos de alvenaria e ajudar a resistir a esforços horizontais; Absorver deformações que ocorrem naturalmente nas alvenarias; Selar as juntas contra infiltrações de água; Colar materiais de revestimento; Dar acabamento em tetos e paredes, em regularização de pavimentos, na reparação de obras de concreto, etc. Sua denominação é em função do aglomerante utilizado. Assim têm-se argamassas de cimento, cal ou misturas de cimento e cal (Fiorito, 2005).

Existem pesquisas de argamassas, com adição de outros materiais com o objetivo de melhorar determinadas características, e para tanto se adicionam na composição de outros produtos como polímeros, vermiculitas, rejeitos de caulim, carvão vegetal e etc.

Nesse trabalho foi estudado a incorporação de caulim no estado natural em uma argamassa de reboco com fim de melhorar suas propriedades e encontrar uma aplicação para o caulim existente na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matérias primas

O caulim utilizado neste trabalho é originado de depósitos, no município do Cabo de Santo Agostinho – Pernambuco nordeste brasileiro. Originado de uma rocha granulométrica fina, constituída de material argiloso, normalmente com baixo teor de ferro, de cor branca ou quase branca passado na peneira 1mm (GRIM, 1958)

O agregado miúdo, areia originalmente natural, adquirido em uma jazida, que se localiza no entorno do município de Estância/SE. Através de uma análise visual foi possível constatar que esta apresentava impurezas e, que possuía granulometria não uniforme através dos ensaios, por essa razão, o material utilizado foi o passante na peneira 2mm.

O cimento utilizado foi do tipo CP II F 32- RS, esse tipo de cimento foi escolhido por apresenta melhor relação água/cimento, por ter resistência a sulfatos e ter uma estrutura mais compacta, reduzindo assim, a incidência de fissuras.

2.2 Ensaios tecnológicos de caracterização das matérias primas

Distribuição do tamanho de partículas

O agregado miúdo e caulim foi caracterizado por peneiramento seguido de sedimentação foi utilizado para determinação da distribuição de tamanhos das partículas, em conformidade com a norma, NBR 7181,2016 e ASTM D422-63(1998).

Análise química

Os percentuais dos óxidos constituintes da argila foram determinados através de medidas semiquantitativas pela técnica de fluorescência de raios X (FRX). As medidas foram realizadas em vácuo, em um equipamento da marca Bruker, modelo S4 Pioneer, utilizando amostras com massa em torno de 10 g que foram prensadas no formato de corpos cilíndricos com diâmetro de 20 mm e espessura de 3 mm, aproximadamente.

Análise mineralógica

A difratometria de raios X foi utilizada para a identificação das fases cristalinas de acordo com os padrões obtidos no banco de dados do ICSD (Inorganic Crystal Structure Database) e a análise foi realizada utilizando o software Match.

Os padrões de difração foram obtidos em um equipamento Rigaku D-MAX 100 usando radiação Cu K α 1 ($\lambda=1,5418 \text{ \AA}$) em modo de varredura contínua, em intervalo angular de 5 a 70 $^\circ$ com velocidade de varredura de 1 $^\circ$ /min. Para confirmação da fase montmorilonita uma amostra foi saturada com etileno glicol por 1 h a fim de observar o aumento da distância interplanar e outra amostra foi calcinada a 550 $^\circ$ C por 2 h. Em seguida, ambas foram analisadas por DRX, no intervalo de varredura de 2 a 15 $^\circ$ (CELIK, 2010).

2.3 Preparação das formulações e argamassa

As argamassas utilizadas neste estudo foram produzidas no Laboratório de Materiais de Construção Civil do IFS/SE conforme apresentado na Tabela 1. Essas misturas foram formuladas a partir da variação de diferentes porcentagens de cimento, de areia e do caulim, conforme apresentado na tabela 01. Inicialmente foi produzida uma argamassa padrão utilizando cimento e areia, posteriormente foi introduzindo o caulim em substituição a areia de forma gradual.

Tabela 1- Formulações de argamassa, traço em volume

Matérias Primas	Padrão	A	B	C	D
Cimento	1	1	1	1	1
Areia	5	4	3	2	1
Caulim	-	1	2	3	4
a/c	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2

Na produção das argamassas, os materiais utilizados foram apropriadamente pesados em balanças eletrônicas calibradas. Na pesagem do cimento, areia, caulim e água, foi feito o uso de uma balança com uma capacidade de carga de

2100 g e resolução de 0,01g, modelo JH2102.

Neste experimento, as argamassas foram produzidas utilizando-se um misturador mecânico (argamassadeira) de eixo vertical com capacidade de 5 litros, da marca Edutec ilustrado na Figura 1.



Figura 1: Argamassadeira para mistura das matérias primas

2.4 Ensaio com argamassa no estado fresco Índice de consistência

Para realização deste ensaio foi utilizada a NBR 13276 (ABNT, 2005), visto que, prescreve o método de determinação do teor de água na preparação de argamassas, para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos. O princípio do ensaio consiste em medir o espalhamento da argamassa após ser submetida a 30 golpes na mesa de consistência.

O princípio do ensaio consiste em medir o espalhamento da argamassa após ser submetida a 30 golpes na mesa de consistência. A Figura 2, ilustra as etapas do ensaio.

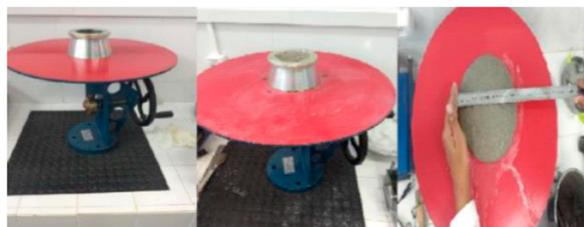


Figura 2: Ensaio de Índice de consistência da argamassa no estado fresco

Densidade aparente

Realizado conforme norma NBR 13278

2.5 Ensaios com os corpos de prova no estado curado

Absorção de água

Para realização deste ensaio seguiu-se o método de ensaio descrito na NBR 15259 (ABNT, 2005). Em que m_2 é o peso da amostra saturada e m_1 é o peso da amostra seca Eq 1

$$AA = (m_2 - m_1 / m_1) \cdot 100 \quad (1)$$

Resistência mecânica a compressão

A resistência à compressão foi determinada na idade de 28 dias, conforme procedimento descrito na NBR 13279 (ABNT, 2005).

Densidade Aparente no estado endurecido

O ensaio de densidade de massa aparente no estado endurecido foi realizado na idade de 28 dias, em conformidade com a NBR 13280 (ABNT, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 3, A difratometria de raios X foi determinada do caulim. O mesmo é constituído de feldspato muscovita, quartzo e o argilomineral caulinita. (celik,2010)

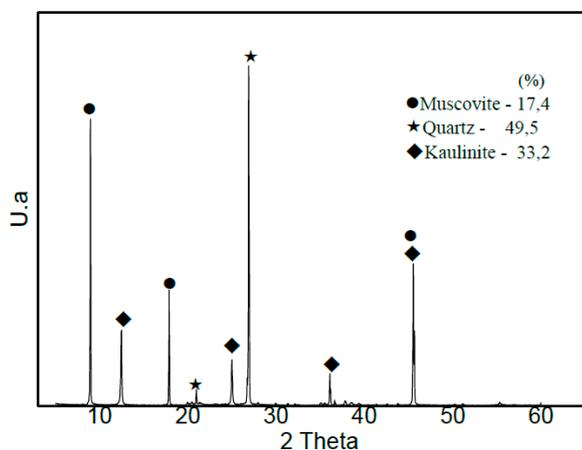


Figura 3 - Difratometria de raios X do caulim

Na Figura 4 é apresentada a análise granulométrica da areia e caulim. O caulim apresenta na abertura 0,4 mm 20% passante enquanto a areia zero. Portanto, o caulim é mais fino.

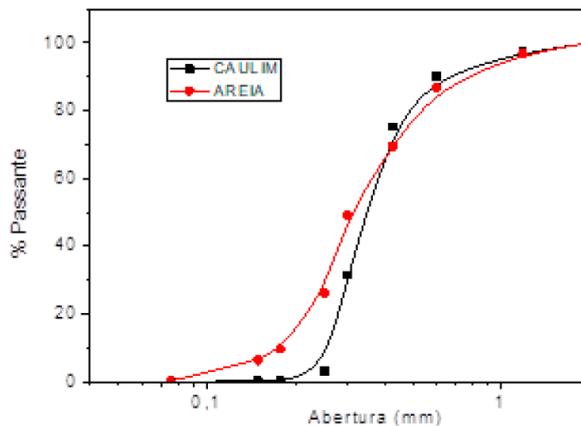


Figura 4 - Análise granulométrica dos solos

Na Tabela 2 é apresentada a caracterização das matérias primas. De acordo com a densidade aparente, o resíduo de caulim apresenta-se mais fino do que o cimento e areia e, portanto deve ser mais reativo.

Tabela 2 - Caracterização das Matérias primas

Matérias Primas	DA (g/cm ³)	DR (g/cm ³)	Finura (%)	MF
Cimento	1,19	3,26	0,96	-
Caulim	0,84	2,60	0,80	-
Areia	1,52	2,61	-	2,54

DA- densidade aparente; DR- densidade real

Os resultados das formulações no estado fresco estão apresentados na Tabela 3. A consistência permaneceu constante em todas as formulações. Com relação a densidade aparente ela foi menor nas formulações C e D, provavelmente devido a maior quantidade de caulim que apresenta menor densidade aparente.

Tabela 3 - Resultados de ensaio no estado fresco

Formulações	Padrão	A	B	C	D
Consistência (mm)	200	210	201	196,5	200
Dens. aparente (g.cm ⁻³)	1,97	2,0	2,09	2,00	1,95

Na Figura 5 é apresentada a resistência mecânica das formulações. O caulim incorporado

melhorou a resistência mecânica, provavelmente por ser mais fino e melhorou o empacotamento.

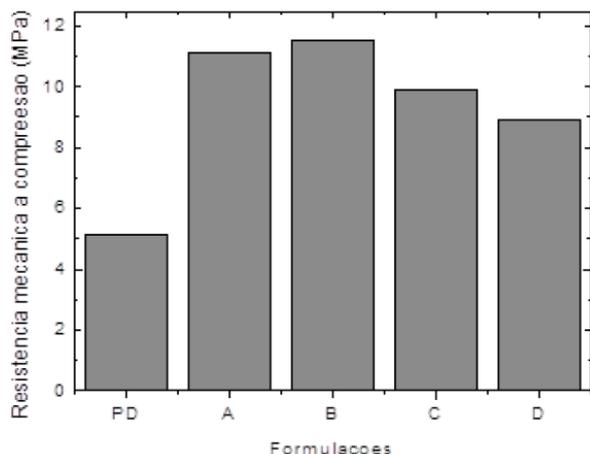


Figura 5 - Resistência mecânica das formulações com caulim

Os resultados da caracterização estão apresentados na Tabela 4. A absorção de água não sofreu alterações significativas.

Tabela 4 - Resultados de resistência mecânica a compressão e absorção de água

Formulações	Pd	A	B	C	D
RMC (MPa)	5,16	11,12	11,55	9,92	8,98
AA (%)	7,1	6,0	5,7	7,4	8,8
Mea (Kg/m ³)	2,22	2,24	2,22	2,20	2,14
Porosidade (%)	13,6	11,8	11,4	12,5	16,6

RMC – Resistência Mecânica a compressão (MPa);
Mea – Massa específica aparente
AA-absorção de água

CONCLUSÕES

O Caulim é uma opção para aplicação em argamassas sobretudo em regiões onde a matéria prima está disponível. Ela melhora a trabalhabilidade e a superfície de acabamento fica bem melhor. Além disso aumenta a resistência mecânica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6459, Determinação do limite de plasticidade de solos, Rio de Janeiro (2016).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento, Rio de Janeiro, 1998

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado. Rio De Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180, Determinação do limite de liquidez de solos, Rio de Janeiro (1984).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181, Determinação do índice de granulometria (2016).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR MN 67/1998 Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone;

ASTM D 4318-10e1, 2014. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. Annual Book of ASTM Standards, ASTM International, West Conshohocken, PA.

CAPUTO, H. P. Mecânica Dos Solos e suas aplicações - Mecânica Das Rochas, Fundações e Obras da Terra - Vol. 2 - 7ª Ed. 2015.

CELIK, H., 2010. Technological characterization and industrial application of two Turkish clays for the ceramic industry, Appl. Clay Sci., 50, 245-254. doi:10.1016/j.clay.2010.08.005.

COUGNY, G., Specifications for clayey raw materials used to produce expanded lightweight aggregates, Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 41 (1990) 47–55, <https://doi.org/10.1007/BF02590206>.

DA LUZ, A. B.; DAMASCENO, E. C. (1993)
Caulim um Mineral Industrial Importante.
CETM/CNPq, Série Tecnologia Mineral No.
65, Rio de Janeiro, RJ. 29p.

FIORITO, A.J.S., Manual de argamassas
de revestimento: estudos e procedimento de
execução. 2 ed. São Paulo, Pini, 2005

NASCIMENTO, M.C.B., Argamassa térmica
produzida com resíduos da exploração e
processamento mineral de caulim e vermiculita
expandida. In: Tese de Pós-Graduação,
Universidade Federal de Pernambuco, 2008

NÓBREGA, A.F., Potencial de aproveitamento
de resíduo de caulim paraibano para o
desenvolvimento de argamassas de múltiplo uso.
In: Tese de Mestrado, Universidade Federal da
Paraíba, 2007

OLIVEIRA, M. P. e BARBOSA, N. P.,
Potencialidades de um caulim calcinado como
material de substituição do cimento Portland
em argamassas. Rev. Bras. de Eng. Agrícola e
Ambiental, vol. 10, p. 490-496, 2005.

PERA, J.; AMROUZ, A. Development of
Highly Reactive Metakaolin from Paper Sludge.
Advanced Cement Based Materials, vol. 7, 1998.

SHVARZMAN, A.; KOVLER, K.; GRADER,
G. S. AND SHTER, G. E. The effect of
dehydroxylation/amorphization degree on
pozzolanic activity of kaolinite, Cement and
Concrete Research, Vol. 33, p. 405-416, 2003.