



Avaliação da reatividade do metacaulim reativo produzido a partir do resíduo do beneficiamento de caulim como aditivo na produção de argamassa

Márcia Jordana Campos dos Santos¹, Renata Maria Sena Brasil¹, Evilane Cássia de Farias², Nathaly Santana Leal de Souza¹, Márcio Luiz Varela Nogueira de Moraes³.

¹ Graduandas do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios – IFRN/Campus Natal – Central. Bolsistas PIBIC-IFR. e-mail: marciajordanna@hotmail.com; senabrasil.renata@gmail.com; na.leal@hotmail.com.

² Graduanda do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios – IFRN/Campus Natal – Central. Bolsistas do CNPq. e-mail: evilane_cassia@globo.com

³ Professor Doutor orientador da pesquisa – IFRN/Campus Natal – Central. e-mail: marcio.varela@ifrn.edu.br

Resumo: O avanço tecnológico nos vários setores industriais vem acompanhado com o aumento da produção de matérias primas e conseqüentemente o aumento dos resíduos gerados durante o processo de seu beneficiamento. No setor mineral do Rio grande do Norte não é diferente, um exemplo dessa situação é a quantidade de resíduo gerado nas indústrias de exploração e beneficiamento do caulim, cerca de 7500 toneladas de resíduos por mês. Isso se dá por que o rendimento do processo de beneficiamento do caulim é de aproximadamente 25%, ou seja, para cada tonelada de caulim beneficiado são gerados 750 kg de resíduo e apenas 250 kg de caulim comercializável. A construção civil é considerada um mercado bastante atrativo para a reciclagem de resíduos, porque consome grande quantidade de materiais que não requer grandes sofisticações técnicas, essa iniciativa é bastante interessante no ponto de vista de minimizar os impactos ambientais negativos causados pela indústria de exploração e beneficiamento do caulim do Rio Grande do Norte. Sob esse ponto de vista, este trabalho avaliou a potencialidade do metacaulim reativo (MR) produzido a partir do resíduo de beneficiamento do caulim em argamassas para construção civil, com adições de 5%, 10% e 20% da massa do cimento. Foi constatado que os traços com a presença do MR apresentaram um aumento considerável nas suas propriedades mecânicas quando comparado ao traço padrão e ao traço de 10% de adição do metacaulim industrial na massa de cimento (MI).

Palavras-chave: adição, argamassa, metacaulim, resíduo, resistência

1. INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos demanda o desenvolvimento de tecnologias de processamento aplicadas a cada caso. Para os resíduos provenientes da exploração e beneficiamento do caulim, uma aplicação racional é sua utilização na indústria da construção civil, como aditivos para concretos e argamassas, após tratamento térmico adequado, pois o mesmo possui características químicas que indicam um grande potencial pozolânico, se tratado termicamente, à produção de metacaulim reativo (MR). Esse procedimento teria reflexos econômicos e sociais positivos para as indústrias geradoras de resíduos e para as indústrias da construção civil, pois seu descarte teria uma destinação correta, diminuindo assim os impactos ambientais negativos causados por esses rejeitos e no âmbito da construção civil esse tipo de adição em argamassa teria seu valor de custo bastante reduzido. Segundo Metha e Monteiro (1994), o concreto mais utilizado no mundo é o composto por cimento portland, areia, brita e água, o consumo mundial de concreto no ano de 1994 foi de 3 bilhões de toneladas. Com isso, o concreto se tornou o insumo mais consumido pelo homem depois da água. Diante desta situação, este trabalho tem por objetivo estudar a influência da adição do metacaulim produzido a partir do tratamento térmico do resíduo de beneficiamento do caulim gerado no Rio Grande do Norte, para produção de argamassas de assentamento e revestimento na construção civil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do tratamento térmico, o resíduo do beneficiamento de caulim foi submetido a alguns procedimentos. Primeiro, o resíduo de caulim foi passado na peneira de malha #300 para a retirada fração grosseira constituída por mica, biotita e quartzo, depois a porção passante foi moída em moinho de bola cerâmica por via úmida por 12 horas contínuas, após a moagem a barbotina resultante

foi levada a secagem por 24 horas em estufa a 110 °C. Nesta etapa foram realizadas análise química por fluorescência de raios X (FRX), apresentado na Tabela 1 e análise mineralógica por difração de raios X (DRX) tanto para o resíduo de caulim quanto para o metacaulim industrial, para verificação dos percentuais de óxidos e das fases constituintes respectivamente, apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Análise química do resíduo de caulim

Amostra	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O(%)	CaO(%)	Na ₂ O(%)	MgO(%)
Resíduo Caulim	44,25	48,66	1,02	5,24	0,0	0,0	0,44

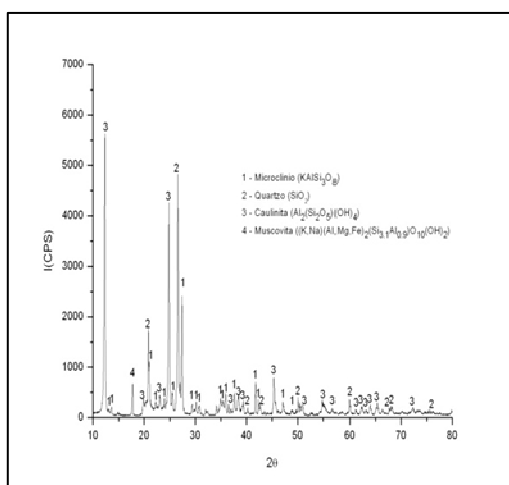


Figura 1 - DRX do resíduo de caulim

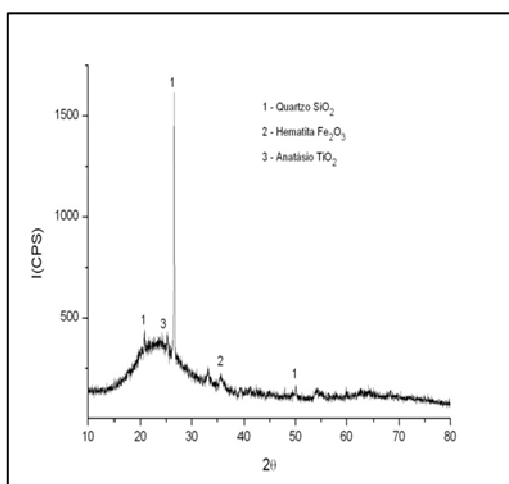


Figura 2 - DRX do Metacaulim Industrial

Depois de seco, o resíduo foi destorroado passado novamente em peneira de malha #300 e em seguida o material foi levado ao forno elétrico, onde foi submetido a tratamento térmico nas seguintes condições, temperatura de 600 °C com patamar de 2 horas e taxa de aquecimento de 10°C/min. Em seguida foi submetido novamente a ensaios de DRX, Figura 3 e FRX, para verificação das fases presentes e percentuais mássicos dos óxidos constituintes, respectivamente. Os resultados da análise racional, Tabela 2, indicam que o resíduo é constituído de caulim, mica moscovita e um pequeno

percentual de quartzo e feldspato, o que viabiliza a produção do metacaulim através da calcinação deste.

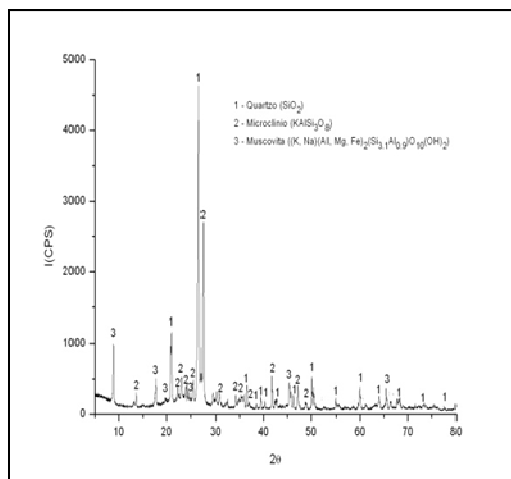


Figura 3 - DRX do resíduo de caulim calcinado

Tabela 2 - Análise racional do resíduo de caulim

Amostras	Quartzo	Hematita	Mica Moscovita	Caulinita	Feldspato	Acessórios*
Resíduo Caulim	4.0	1.0	40.0	49.0	5.0	1.0

Após a preparação das matérias primas foram confeccionados os traços de argamassas segundo a NBR 7215 - 1996 - Resistência a Compressão do Cimento Portland, sendo um traço padrão (cimento:areia:água); 3 traços, variando o percentual de adição do metacaulim industrial na argamassa e 3 traços variando o percentual de adição de metacaulim reativo, sendo eles com 5%, 10% e 20% de adição, apresentados na Tabela 3. Tal procedimento com o objetivo de comparar a resistência à compressão das argamassas com adição de metacaulim reativo produzido a partir do resíduo do beneficiamento de caulim com as resistências das argamassas padrão e as produzidas com o metacaulim industrial.

Tabela 3 - Composição de traços

TRAÇOS					
TRAÇO	CIMENTO	AREIA	M.I./M.R.	ÁGUA	S.PLASTIF.
Padrão	0,810	3,928	0,000	0,388	0,008
Adição 5 %	0,810	3,928	0,040	0,408	0,008
Adição 10 %	0,810	3,928	0,081	0,427	0,009
Adição 20%	0,810	3,928	0,162	0,466	0,009

M.I = Metacaulim Industrial; M.R = Metacaulim reativo; S. PLASTIF. = Super plastificante.

Foram confeccionados 10 corpos de prova para cada traço segundo a NBR-5738/1994 – Modelagem e Cura de Corpos de Prova Cilíndrico, os corpos de prova foram divididos em dois lotes de 5 unidades por traço. Após o período de cura os lotes foram submetido ao ensaio de compressão axial aos 7 e 28 dias de idade segundo a NBR 7215 - 1996 - Resistência a Compressão do Cimento Portland.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que um material seja considerado pozolânico, é necessário que a soma dos óxidos SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 , seja igual ou superior a 70%, segundo as Normas ASTM C-618:1989 e ABNT NBR 12653:1992. Após a análise por fluorescência de raios X feita no metacaulim reativo, verificou-se que o mesmo possui a soma dos óxidos supracitados igual a 90,06%, superando a porcentagem sugerida pela norma, o que pode indicar de um material com alto potencial de atividade pozolânica, Tabela 4.

Tabela 4 - Fluorescência de Raios - X do resíduo do beneficiamento de caulim

Óxido	%
Dióxido de silício - SiO_2	56,38
Óxido de alumínio - Al_2O_3	32,88
Óxido de ferro III - Fe_2O_3	0,80

Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão axial e suas resistências verificadas, Tabela 5, para os traços aos 7 dias de cura e na Tabelas 6 para os traços aos 28 dias de cura.

Tabela 5 - Resistência à compressão aos 7 dias

TRAÇO	MÉDIA DA RESISTENCIA (MPa)
Padrão	13,09
M.I. - adição de 5%	18,66
M.R. - adição de 5%	17,76
M.I. - adição de 10%	20,79
M.R. - adição de 10%	22,28
M.I. - adição de 20%	31,61
M.R. - adição de 20%	22,64

Tabela 6 - Resistência à compressão aos 28 dias

TRAÇO	MÉDIA DA RESISTENCIA (MPa)
Padrão	16,36
M.I. - adição de 5%	23,36
M.R. - adição de 5%	22,20
M.I. - adição de 10%	25,99
M.R. - adição de 10%	27,85
M.I. - adição de 20%	39,51
M.R. - adição de 20%	28,30

A partir dos resultados de resistência apresentados, verificou-se que tanto os traços com metacaulim industrial (MI) quanto com o metacaulim reativo (MR) atingiram altas resistências, superando a resistência do traço padrão. Os resultados foram melhorando à medida que a idade dos corpos de prova aumentou e os percentuais de metacaulim reativo e metacaulim industrial foram incrementados, Figura 4.

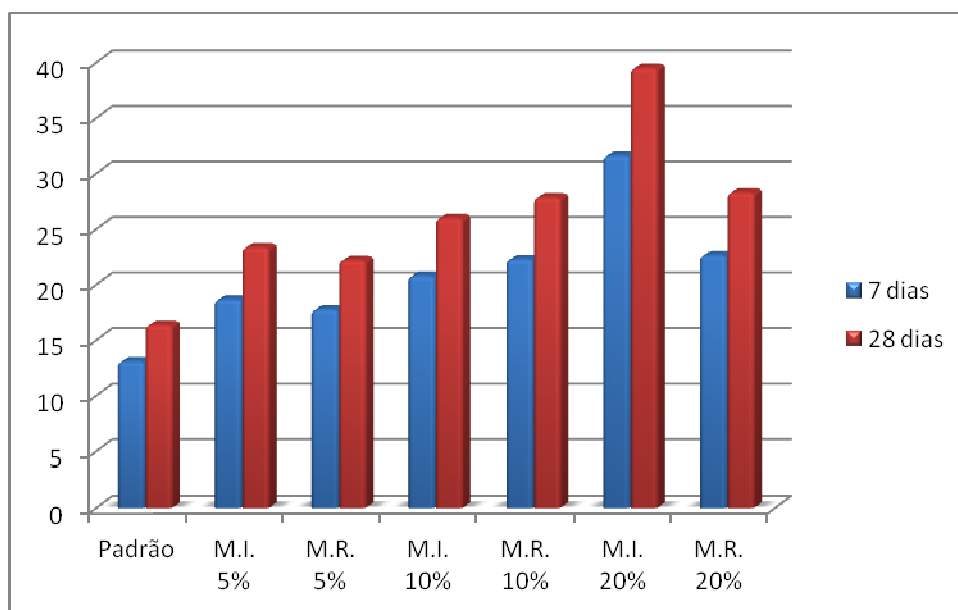


Figura 4 - Gráfico das resistências aos 7 e 28 dias

4. CONCLUSÕES

O método escolhido de avaliação da atividade pozolânica, apesar das limitações, deu indícios que o metacaulim reativo, produzido a partir do resíduo de beneficiamento do caulim estudado possui uma elevada reatividade com o cimento Portland empregado, tendo em vista o incremento de resistência a compressão axial proporcionado pela presença deste no traço de argamassa. Isto é atribuída a sua elevada área superficial e à grande quantidade de metacaulim (caulinita desordenada), o que vem a indicar que essa adição mineral se comporte da mesma forma que a sílica ativa, ou seja, apresente os mesmos mecanismos de reação da sílica ativa, só que em tempo mais reduzido. As resistências obtidas com a adição do metacaulim reativo foram inferiores as obtidas com a adição do metacaulim industrial, isso se deve a quantidade de quartzo presente em cada matéria prima, ou seja, no resíduo de beneficiamento do caulim ele ainda está presente, sendo necessário um melhor processamento no mesmo antes de seu tratamento térmico, esse procedimento não se caracteriza como um problema, pois é facilmente sanado com uso de peneiras de menores diâmetros. Portanto, os resultados apresentados, apesar de preliminares, indicam que o resíduo do beneficiamento do caulim, após tratamento térmico adequado e moído em condições controladas, se comporta como um material pozolânico de alta reatividade e provavelmente poderá ser empregado na produção de argamassas estruturais como um insumo de alto valor agregado. Contribuindo assim de maneira efetiva para a minimização dos impactos ambientais negativos causados pelo descarte desordenado do mesmo e diminuindo o passivo da empresa geradora.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11578 – Cimento Portland, Rio de Janeiro, 1991.

_____. NBR 11768 – Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos, Rio de Janeiro, 2011.

_____. NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova, Rio de Janeiro, 2002.



_____. NBR 12653 – Materiais pozolânicos, Rio de Janeiro, 1992.

BARATA, M. S.; MOLIN, D. C. C. D. **Avaliação preliminar do resíduo caulínico das indústrias de beneficiamento de caulim como matéria-prima na produção de uma metacaulinita altamente reativa.** Ambiente Construído, v. 2, n. 1, p. 69-78. 2002.

LACERDA, C. S.; HELENE, P. R. L. **Estudo da influência da substituição de cimento portland por metacaulim em concretos.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MARILIA P. O.; NORMANDO P. B. **Potentialities of a calcined kaolin as material of partial replacement of portland cement in mortars.** v.10, n.2, p.490–496, 2006.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: **Estrutura, Propriedades e Materiais.** São Paulo: PINI, 1994.

VARELA, M. L. N. M, **Aproveitamento de resíduo de beneficiamento do caulim na produção de porcelanato cerâmico.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Tese de doutorado. Natal, 2007.