

APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE CAULIM NA PRODUÇÃO DO CONCRETO SEM FINS ESTRUTURAIS

Aline de Andrade Barbosa (*), Catharina Figueiredo Sarmento de Sá, Josany Vieira Barroso, Rosa do Carmo de Oliveira Lima, Jéniffer Paloma da Cruz Leal

* UNIFACISA, alineandrade1995@hotmail.com.

RESUMO

O caulim é extraído da caulinita, que é um dos seis minerais mais abundantes da crosta terrestre, tem como característica a granulometria fina, elevada plasticidade e alvura. Esse material está presente em diversos produtos como por exemplo: esmaltes, produtos farmacêuticos, materiais cerâmicos, entre outros. Para ser obtido o caulim é necessário que as indústrias separem do minério das suas impurezas, tais como mica, óxidos de ferro, feldspato, titânio, dentre outros, esse processo pode gerar inúmeros impactos ambientais, desde a queima de lenha nativa em fornos até a geração de milhares de toneladas de resíduo ou rejeito do beneficiamento, que pode alcançar 80% de todo o material extraído. Para viabilizar a sustentabilidade deste processo, diversos estudos vêm sendo realizados acerca do aproveitamento do resíduo de beneficiamento do caulim. Neste viés, o objetivo desta pesquisa foi o de produzir concreto de cimento portland com a incorporação do resíduo de caulim, substituindo o agregado miúdo areia. Para a obtenção do concreto foram utilizados os seguintes materiais: água, areia, brita, cimento e o resíduo de caulim. Inicialmente as matérias primas foram caracterizadas quanto à granulometria e módulo de finura. Foi estabelecido o traço 1:3:3 empregado usualmente na construção civil, em seguida foram preparados mais quatro traços incorporando o resíduo de caulim nas proporções de 75% e 100% e moldados corpos de prova conforme a ABNT NBR 5738 e rompidos aos 28 dias de cura. Os resultados mostraram que o concreto pode ser utilizado para fins não estruturais, e apresentou uma melhor trabalhabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de caulim, concreto, impactos ambientais.

INTRODUÇÃO

O termo caulim é empregado para denominar a rocha que contém a caulinita, seu principal componente, assim como, o produto obtido do seu beneficiamento (LUZ, 2016). É um dos seis minerais mais abundantes da crosta terrestre e pode ser encontrado com até 10 metros de profundidade, apresenta como característica a granulometria fina, que permite maior plasticidade e a cor branca ou quase branca, devido ao baixo teor de ferro (SILVA, 2001). Em função de suas propriedades, pode ser utilizado na fabricação de diversos produtos, como produtos farmacêuticos, materiais cerâmicos, esmaltes para revestimento cerâmico, tintas, papéis, dentre outros, sendo assim, a extração desse mineral contribui diretamente com a economia do país. Cerca de 28% das reservas mundiais de caulim são encontradas no Brasil, sendo 8% destas localizadas na região do nordeste brasileiro, nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia, estes se destacam quanto as suas reservas.

Para obtenção do caulim utilizado pelas indústrias, é necessário que este passe pelo processo de beneficiamento, que segundo Lima (2011) consiste na separação do minério de suas impurezas, tais como mica, óxidos de ferro, feldspato, titânio, dentre outros que podem interferir na sua alvura, comprometendo sua qualidade. Contudo, o processo de beneficiamento do caulim é um dos responsáveis por gerar inúmeros impactos ambientais, provenientes da queima em fornos que por vezes podem ser alimentados por mata nativa e pela geração de milhares de toneladas de resíduo do beneficiamento, também chamado de rejeitos de produção, que se caracterizam por ser um material que fica retido no peneiramento do caulim, inerte e granular que correspondem a 80 % de todo o material extraído. Segundo Lima (2011), cerca de 1100 toneladas de resíduo é descartada por mês, apenas na cidade do Equador – RN. O resíduo é descartado sem critérios, disposto diretamente na natureza, em vazadouros a céu aberto ou próximo ao local onde foi gerado, o que pode provocar problemas ao meio ambiente e a saúde pública.

A construção civil é um dos setores que contribui efetivamente com a economia do país, logo, está diretamente ligado ao PIB nacional, portanto seu crescimento ou estagnação podem refletir a atual situação financeira do país. Entretanto, estas contribuições diretas a economia não revelam outro aspecto, segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016) a construção civil é uma das atividades humanas que mais consome recursos naturais e uma das que mais consome energia de forma intensiva. No Brasil cerca de 35% do que é extraído da natureza anualmente, como areia, madeira, pedras, dentre outros, é utilizado pelo setor, afirma Veronezzi (2016), o que o torna um dos setores que mais causam impactos no meio ambiente.

Na busca pela redução de tais impactos, surge o que se denomina construção sustentável, que segundo o Ministério do Meio Ambiente (2016) consiste em um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica. Com a propagação da necessidade da implantação de medidas sustentáveis em todos os setores, a construção civil adotou providências para se adequar a esta nova realidade. A sustentabilidade deste setor deve passar por todos os estágios da construção da edificação, uma das medidas que podem ser adotadas é a utilização de materiais ecológicos, que podem contar com a utilização de materiais alternativos com a incorporação de resíduos.

Segundo o Ibracon (2009) O concreto é um dos materiais construtivos mais utilizados do mundo, é composto basicamente pela mistura de cimento, pedras britadas, areia e água. A produção de concreto com a incorporação do resíduo obtido no processo de beneficiamento do caulim, prevê a substituição do agregado miúdo areia, pelo resíduo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram o resíduo do caulim, coletado na cidade do Equador – RN, cuja principal atividade econômica gira entorno da extração do caulim, areia graduada e pedras britadas do tipo 1, obtidas no comércio local. A princípio a areia e o resíduo foram submetidos ao ensaio de granulometria, segundo a ABNT NBR 7181/84. O ensaio de granulometria é utilizado para determinar a percentagem em peso que cada faixa especificada de tamanho de grão, representa na massa seca total utilizada para o ensaio (ALVES,2016), ainda segundo o mesmo, o objetivo é conhecer a distribuição granulométrica do agregado e representá-la através de uma curva, para que seja possível a determinação de suas características físicas. A composição granulométrica tem grande influência nas propriedades das argamassas e concretos (VARELA, 2016).

Após o ensaio de granulometria e da análise dos resultados obtidos através do mesmo, foi determinado que o traço empregado seria o utilizado regularmente na construção civil, portanto seria o traço de 1:3:3 e o fator água/cimento (fa/c) seria o de 0,7, para obtenção de um concreto mais fluido. Foram realizadas 5 misturas e para cada mistura foram produzidas 3 amostras, para obtenção de dados mais precisos. A primeira mistura sem adição do resíduo de caulim, a segunda substituindo a areia em 25% por resíduo de caulim, a terceira por 50% de resíduo de caulim, a quarta por 75% de resíduo de caulim e a quinta substituindo em 100% a areia, por resíduo de caulim.

Após a produção da mistura, foram moldados corpos de prova, este processo consiste no preenchimento de moldes cilíndricos, com a mistura em volumes iguais, em cada camada são aplicados 30 golpes, distribuídos uniformemente por toda superfície do concreto (ABBATE, 2009) em seguida, dá-se acabamento dos topos com uma régua. Processos realizados de acordo com a ABNT NBR 5738/2003 que prescreve os procedimentos necessários para moldagem e cura dos corpos de prova, como revestir internamente os moldes e bases com uma fina camada de óleo mineral, a maneira de introduzir a mistura nos moldes para assegurar uma distribuição simétrica para nivelar o concreto, antes de iniciar seu adensamento, que tem por finalidade a eliminação do ar e dos vazios contidos na massa, que se executado de maneira correta pode contribuir com o aumento da impermeabilidade e melhora da resistência mecânica do concreto. A norma também estabelece as dimensões dos moldes. Estes procedimentos se executados corretamente, asseguram a qualidade do concreto e veracidade dos resultados obtidos.

Depois da realização destes processos, os corpos de prova foram rompidos em prensa manual aos 28 dias de cura. O tempo de cura é fundamental para o concreto alcançar um melhor desempenho, caso este processo seja realizado de maneira inadequada, pode haver comprometimento da resistência e durabilidade do concreto, podendo provocar fissuras em sua superfície, assim como torna-la porosa e permeável. Após o tempo de cura os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão simples que de acordo com a NBR 12770/1992 consiste em determinar a resistência a compressão simples sem confinamento lateral, que é o valor da pressão correspondente a carga que rompe um cilindro de solo submetido à um carregamento axial.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 1 e 2 apresentam as curvas granulométricas da areia e do resíduo de caulim utilizados, respectivamente.

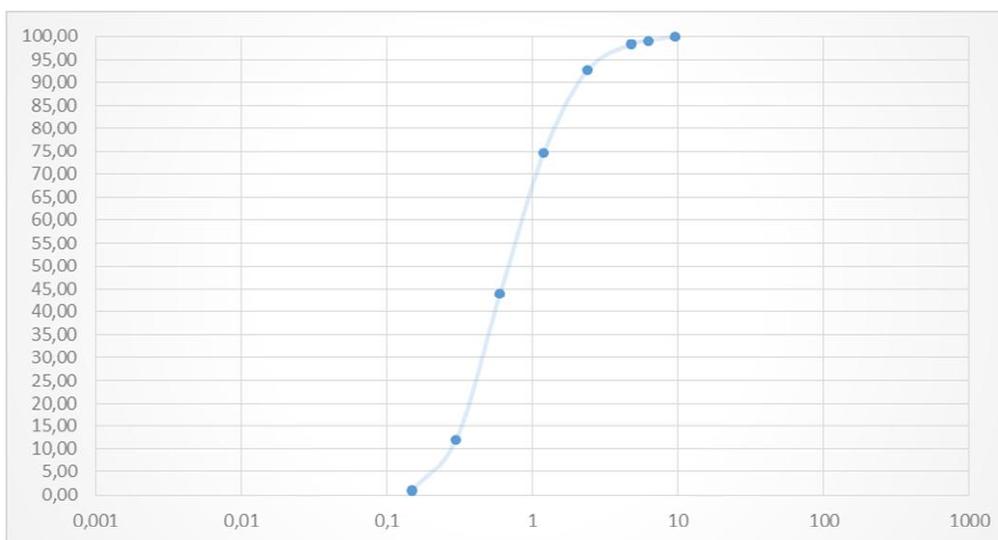


Figura 1: Curva granulométrica da areia. Fonte: Autor do trabalho.

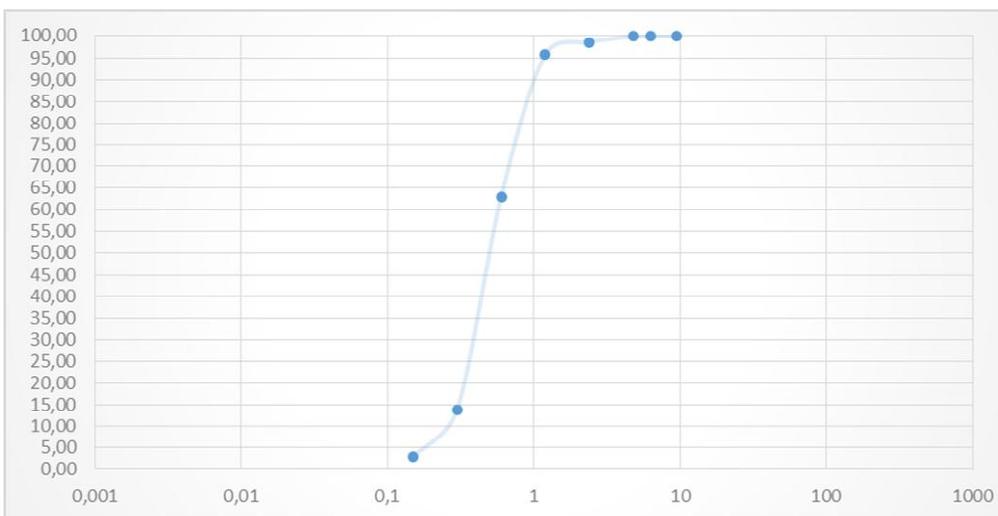


Figura 1: Curva granulométrica da caulim. Fonte: Autor do trabalho.

Ao analisar as Figuras 1 e 2 verificou-se que a distribuição granulométrica do resíduo de caulim, não difere significativamente da distribuição granulométrica da areia, o que justifica o uso do resíduo como agregado miúdo. Estes representam cerca de 80% do peso do concreto, podem influenciar benéficamente quanto à retração e a resistência, o tamanho, a densidade, a forma dos grãos podem definir características desejadas em um concreto (PORTAL DO CONCRETO, 2016). O ensaio ainda indicou o módulo de finura de ambos. Segundo Oliveira (2007) o módulo de finura é a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras série normal, dividida por 100. Portanto, a areia apresentou módulo de finura igual a 2,91 e o resíduo de caulim apresentou módulo de finura igual a 2,21.

A tabela 1, mostra os valores de resistência a compressão, através do ensaio de resistência a compressão simples.

Tabela 1. Teste de resistência. Fonte: Autor do trabalho.

TRAÇO	1	2	3
0%	11,98 MPa	-	-
75%	5,24 MPa	4,99 Mpa	5,24 Mpa
100%	5,16 MPa	4,49 Mpa	5,11 MPa

Com a realização do ensaio de resistência a compressão simples, foi possível a análise e a verificação dos baixos valores obtidos com o aumento da concentração do resíduo. Segundo Alves (2016) a resistência a compressão é o valor da carga máxima de ruptura do material ou o valor da pressão correspondente à carga na qual ocorre deformação específica do cilindro. Os corpos de prova cujo não continha o resíduo de caulim, apresentaram resistência a compressão média de 10 MPa, no entanto essa resistência caiu gradativamente com o aumento da concentração do resíduo de caulim, para as amostras com 75% de resíduo a resistência atingiu 5,24 MPa e para as amostras com 100% de resíduo, a resistência baixou consideravelmente, atingindo 5,15 MPa. Esse comportamento era esperado, já que a mica presente no resíduo de caulim, dificulta a homogeneização dos materiais devido a sua forma lamelar característica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de concreto com a incorporação do resíduo obtido no processo de beneficiamento do caulim, beneficia o meio ambiente, no sentido da retirada de toneladas de resíduo de caulim, tendo em vista que o concreto é um material construtivo muito utilizado, assim como o setor construtivo, que carece de estratégias para se adequar as novas necessidades de redução dos impactos ambientais causados. Este estudo, constatou que nas proporções utilizadas de resíduo, o concreto produzido não seja adequado para fins estruturais, pois com o aumento da concentração do resíduo do beneficiamento do caulim, a resistência a compressão diminuía. Devido a diminuição no módulo de finura, mesmo que a diferença seja pequena, o concreto apresentou melhor trabalhabilidade, possibilitando sua utilização em acabamentos e outros usos com fins não estruturais. Esta pesquisa é a indicação para a realização de novos experimentos, com novas composições e aplicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBATE, Vinicius. **Moldagem de corpo de prova influencia no resultado do ensaio:** Coleta de corpos de prova exige roteiro. 2009. Disponível em: <http://www.upf.br/cetecservicos/index.php?option=com_content&view=article&id=12:corpo-de-prova&Itemid=8>. Acesso em: 10 jun. 2016.
2. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5738 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Janeiro, 2003.
3. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Janeiro, 1984.
4. ALVES, Andressa. **Ensaio de granulometria.** Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ezequielborges7/ensaio-de-granulometria>>. Acesso em: 15 jul. 2016.
5. CONSTRUFÁCIL RJ. **Adensamento do concreto.** 2016. Disponível em: <<http://construfacilrj.com.br/adensamento-concreto-definicao/>>. Acesso em: 12 jun. 2016.
6. COSTA, Mirian de Almeida. **Cura do concreto.** 2009. Disponível em: <<http://www.divisiengenharia.com.br/site/cura-do-concreto/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.
7. CHING, Francis D. K. **Dicionário Visual de Arquitetura.** São Paulo: Wmf Martinsfontes, 2014.
8. ENSAIO DE COMPRESSÃO SIMPLES (NBR 12770/1992). Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2012/03/2-06-teoria-sobre-ensaio-de-compressc3a3o-simples.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2016.
9. FAZFÁCIL REFORMA & CONSTRUÇÃO. **CURA do CONCRETO que é, como deve ser feita?** 2016. Disponível em: <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cura-concreto-como-fazer/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.
10. IBRACON. **Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem.** Disponível em: <http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.
11. LIMA, R. C. O. **Diagnóstico dos impactos ambientais decorrentes do beneficiamento de caulim no município de Equador – RN.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. V. 10 – N. 2 – 2010.
12. LUZ, Adão Benvindo da. **Argila – Caulim.** Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/handle/cetem/1101/12_CAULIMmarço_Revisado_Bertolino_e_Scorzelli.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 jul. 2016.
13. Ministério do meio ambiente. **Construção Sustentável.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>>. Acesso em: 15 jul. 2016.
14. OLIVEIRA, Prof. Aldo de Almeida. **Determinação da Composição Granulométrica de Agregados para Concretos e Argamassas.** 2007. Disponível em:

- <http://www.deecc.ufc.br/Download/TB788_Materiais_de_Construcao_Civil_I/Apostilha_materiais_I.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.
15. PORTAL DO CONCRETO. **Agregados para Concreto.** 2016. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/agregado.html>>. Acesso em: 16 jun. 2016.
 16. SILVA, Sebastião Pereira da. **Caulim.** Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/balanco-mineral/arquivos/balanco-mineral-brasileiro-2001-caulim>> Acesso em: 13 jul 2016.
 17. VARELA, Marcio. **Granulometria.** 2016. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/marciovarela/disciplinas/materiais-de-construcao/granulometria-1/granulometria>>. Acesso em: 16 jun. 2016.
 18. VERONEZZI, Felipe. **O Impacto da Construção Civil no Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=1827>>. Acesso em: 14 jul. 2016.