



ESTABILIZAÇÃO DE TRÊS SOLOS ARGILOSOS PARA A PRODUÇÃO DE BLOCOS ECOLÓGICOS (SOLO-CIMENTO)

T.V. Lima ⁽¹⁾, J. Alexandre ⁽²⁾

⁽¹⁾ UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro Depto de Engenharia Civil, Laboratório de Estruturas.

Av. Alberto Lamego, 2000, CEP 28013-602 - Campos dos Goytacazes - RJ - Brasil – thigocivil@yahoo.com

⁽²⁾ UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense – Darcy Ribeiro Depto de Engenharia Civil, Laboratório de Estruturas.

Av. Alberto Lamego, 2000, CEP 28013-602 - Campos dos Goytacazes - RJ - Brasil – jonas@uenf.br

RESUMO

A utilização de blocos ecológico como material para alvenaria de vedação, produzidos a partir da estabilização do solo com cimento, é considerado um método construtivo mais barato do que o convencional (bloco cerâmico ou de concreto), visto que uma das matérias-primas é abundante (o solo) e as edificações podem ser erguidas com certa facilidade por regime de mutirão. Baseado nestes fatos, o presente trabalho teve como objetivo determinar o melhor traço para a produção de blocos ecológicos utilizando o solo de três bairros carentes do núcleo urbano do município de Campos dos Goytacazes – RJ. Estas áreas foram escolhidas por apresentarem construções precárias, isto é, casas com mínimas condições de infra-estrutura feitas de papelão, madeira e restos de construções. Após a identificar o solo foram confeccionados blocos vazados no formato 19,5x10x5 cm com uma área útil de 80%, utilizando uma prensa manual, com traço contendo a adição de 10% de cimento em volume, e como parâmetro de qualidade foram medidas a absorção d'água e a resistência à compressão de blocos e primas sem grauteamento, seguindo as Normas da ABNT; e ensaio de durabilidade por ciclo de secagem e molhagem utilizando como parâmetro as normas do DNER. Os blocos com 10% de adição são indicados para a construção de casas, apresentando bons resultados perante todas as normas. Essa técnica apresenta como vantagem o baixo custo de produção, bem como um resgate de cidadania nesta comunidade, onde os moradores podem construir suas próprias casas, assim agregando mais valor a elas.

PALAVRAS-CHAVE: solo-cimento, solo argiloso, habitação popular, blocos ecológicos, resistência de prisma.

SUMMARY

The use of blocks ecological as material for masonry of prohibition, produced from the stabilization of the soil with cement, is considered a constructive method more cheap of what the conventional (ceramic block or of concrete), since one of raw materials is abundant (the ground) and the constructions can be raised with certain easiness for regimen of will mutual. Based in these facts, the present work had as objective to determine optimum trace for the production of ecological blocks being used the ground of three devoid quarters of the urban nucleus of the city De Campos of the Goytacazes - RIO DE JANEIRO. These areas had been chosen by presenting precarious constructions, that is, houses with minimum cardboard done infrastructure conditions, work with wood and remaining portions of constructions. After to identify the ground blocks leaked in the format had been confectioned 19,5x10x5 cm with a useful area of 80%, using a manual press, with trace I contend the addition of 10% of cement in volume, and as quality parameter had been measured the absorption of water and the compressive strength of blocks and cousins without grauteamento, following the Norms of the ABNT; e assay of durability for drying cycle and mileages using as parameter the norms of the DNER. The blocks with 10% of addition are indicated for the construction of houses, presenting good resulted before all the norms. This technique presents as advantage the low cost of production, as well as a rescue of citizenship in this community, where the inhabitants can construct its proper houses, thus adding more value they.

WORD-KEY: argillaceous soil-cement, ground, popular habitation, ecological blocks, resistance of prism

1) INTRODUÇÃO

Na busca de soluções para os sistemas construtivos são estudadas novas alternativas de métodos e materiais, os quais buscam a redução de custo, menor impacto ambiental, desenvolvimento sustentável, reaproveitamento de material, canteiro de obras mais limpos e eficientes. Dentre essas alternativas pode ser destacado o uso de solo estabilizado com a adição de cimento (solo-cimento).

A utilização de blocos de solo-cimento é considerado um método construtivo mais barato do que o convencional (bloco cerâmico ou de concreto), visto que uma das matérias-primas é abundante (o solo) e as edificações podem ser erguidas com certa facilidade por regime de mutirão.

Logo sua aplicação é vista como benéfica às famílias de baixa renda que sonham com a casa própria melhorando a qualidade da moradia com efetiva redução dos custos, pois as famílias podem fabricar seus blocos e erguer sua própria casa, fazendo assim, um resgate de cidadania pessoal e da própria comunidade.

Com base em técnicas de utilização de materiais não convencionais, o presente trabalho apresenta um procedimento aplicado à produção de blocos de solo-cimento, com a utilização de solos argilosos, com a finalidade de melhorar a qualidade do material empregado e reduzir os custos das obras.

Baseado nestes fatos, o trabalho teve início com a identificação dos solos dos bairros carentes Parque Aldeia, Parque Aeroporto, Parque Codin localizados no núcleo urbano do município de Campos dos Goytacazes – RJ. Após a identificação fora feito o estudo da viabilidade do uso do solo, assim determinado o melhor traço para a produção de blocos de solo-cimento. Nesta área se constata construções precárias típicas de favelas, isto é, casas com mínimas condições de infra-estrutura feitas de papelão, madeira e restos de construções e superlotadas, como podem ser vistas nas figuras 01 e 02.



Figura 01

Moradias de Favela



Figura 02

Casa em péssimo estado

2) REVISÃO DA LITERATURA

Sabe-se que o uso abundante da terra crua pelo homem vem desde a Antigüidade e é confirmado nos sítios arqueológicos das antigas civilizações do mundo. Segundo FASSONI (2000), as mais remotas construções datam cerca de 10.000 anos atrás em Jericó no vale do rio Jordão. O seu emprego tornou-se mais intensivo a partir de 3.000 a.C. por povos que se instalaram em vales com áreas argilosas e inundáveis de grandes rios.

Na literatura são encontradas como exemplos as civilizações que se instalaram nos vales dos rios Tigre e Eufrates, os egípcios no vale do Nilo, as civilizações das cidades de Harapa e de Mohenjo Daro no vale do Indo, atual Paquistão, e a cultura Lo-chan que floresceu no vale do rio Huang (Amarelo) na China.

O uso do solo-cimento para fabricação de tijolos vem sendo pesquisado no Brasil há muito tempo, constituindo-se um dos elementos principais da construção com solo, daí a necessidade de se conhecer os materiais utilizados, principalmente o solo, que deve ser física e mecanicamente caracterizado, estudando a resistência à compressão simples do material solo-cimento, determinada experimentalmente em corpos-de-prova, tijolos e painéis de alvenaria, analisando-se a deformabilidade (ROLIM et al., 1999).

SILVA (1994) comenta que o emprego de solo-cimento na construção de habitações no Brasil teve início em 1948, com a construção das casas do Vale Florido, na Fazenda Inglesa, em Petrópolis (RJ). As qualidades dos produtos e técnicas construtivas são atestadas, principalmente, pelo bom estado de conservação em que estas casas se encontram.

Vários autores consideram que o seu uso foi ampliado, devido às vantagens técnicas e econômicas oferecidas, tal como o baixo custo, pois utiliza-se material do próprio local da obra reduzindo o gasto com transporte, desta forma, o próprio dono da obra pode fazer seus blocos para a construção de sua casa, barateando também o custo da mão-de-obra, que hoje é um dos maiores encarecedores em uma construção. O solo-cimento na construção de habitações populares, usado adequadamente, permite uma grande economia, com redução de custos que podem atingir até 40% do valor da alvenaria de acordo com a ABCP (1987).

As propriedades mecânicas dos solos, de maneira geral, apresentam melhorias quando os solos são misturados com cimento e submetidos a processos de compactação. Existem, porém, limitações ao uso de determinados solos, geralmente vinculadas a trabalhabilidade e ao consumo de cimento (SEGANTINI, 2000). Os limites de consistência; LL – limite de liquidez e LP – limite de plasticidade, são as variáveis que melhor expressam as condições de trabalhabilidade.

O solo-cimento é o produto resultante da mistura íntima de solo, cimento portland e água que, compactados ao teor ótimo de umidade e sob a máxima densidade, em proporções previamente estabelecidas, adquire resistência e durabilidade através das reações de hidratação do cimento, formando uma mistura homogênea que recebe um pouco de água (ABCP, 1986; SILVA, 1994; GRANDE, 2003).

A mistura solo-cimento resulta num material parecido com uma farofa, que depois de compactado e curado, torna-se mais rígido, menos permeável, formando um conjunto de estrutura densa, representando um produto de massa específica superior a dos componentes dos solos puros, que lhe dá maior resistência e impermeabilidade relata SENÇO (2001), ocorrendo uma diminuição ou anulação quase total do índice de plasticidade e da expansão volumétrica em relação ao solo original como descreve PITTA (1995).

O solo-cimento é tido como uma evolução dos materiais de construção comparado com a taipa de pilão, o adobe e o pau-a-pique. Estas obras são à base do aglomerante natural (argila), podendo ter alguma adição (fibras, óleos...), no entanto substitui-se por um aglomerante artificial de qualidades uniformes e conhecidas que foi o cimento (MYRRHA, 2003).

De acordo com a ABCP (1985), os solos mais arenosos são os que se estabilizam com menores quantidades de cimento, sendo necessária a presença de argila na sua composição, visando dar à mistura, quando umedecida e compactada, coesão suficiente para a imediata retirada das formas.

Os solos granulares estabilizam-se pela cimentação nos pontos de contato entre os agregados que os compõem (areia pedregulho ou pedras). A estrutura cimentada do solo-cimento forma-se por um processo similar ao do concreto, nesta estrutura, a pasta não ocupa todos os vazios pela pequena quantidade de cimento e água empregada, como descreveu PITTA (1995), dando a ela uma menor resistência quando comparada ao concreto, por ter um maior número de vazios e menor densidade.

Os solos finos necessitam de mais cimento para a sua estabilização comparados aos solos grossos, pelo fato de apresentarem maior superfície específica, afirma LOPES (2002).

3) MATERIAIS E MÉTODOS

3.1) Localização, coleta e análises.

A amostragem foi realizada de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1999), sendo retirada uma quantidade para moldagens de blocos, e outra para à análise de caracterização físicas, mineralógicas, e químicas.

3.2) Preparo da mistura

Para a fabricação dos blocos, o solo foi peneirado utilizando-se uma peneira de malha de 4,8mm segundo o item 4.1.1 da NBR 10832/1989, conhecida usualmente como “peneira de feijão”. Estes solos apresentam uma grande fração fina; logo, foram peneirados novamente utilizando-se uma peneira de malha de 2,4mm, buscando a diminuição de torrões e uma melhor homogeneização. O material retido entre as peneiras foi todo ele destorroado e reaproveitado.

Depois de peneirado o solo foi pesado, assim como o cimento, para se realizarem as misturas em massa. As proporções em volume do traço de 10% em volume foi de 1 : 10 (solo : cimento), o que em massa significou 1kg de cimento para 6 kg de solo.

A mistura foi feita da seguinte maneira: o solo foi colocado na betoneira acrescentou-se água, através de um borrifador. O uso do borrifador mostrou-se eficiente por espalhar a água de forma uniforme, e também evita a formação de grumos de solo. Quando o solo estava homogeneizado e umedecido colocou-se então o cimento, este foi colocado por ultimo por ser aglomerante, isto é, em contato com a água ele entra em reação. Tomando essas precauções espera-se que o processo de hidratação do cimento comece de forma uniforme em toda a mistura. Esses cuidados ajudam também o tempo de pega do cimento, visto que o processo de umedecimento e homogeneização é um pouco lento.

A umidade da mistura deve ser observada, pois não pode ficar encharcada e nem muito seca a mistura, por que atrapalharia muito a prensagem e a boa compactação dos blocos. Caso a mistura esteja seca acrescenta-se mais água, e se estiver muito úmida recomenda-se manter a betoneira funcionando, pois isto provocará a perda do excesso da umidade, isto é válido para pequenas porcentagens. A utilização do borrifador ajuda também garantir que a água seja distribuída em pequena quantidade, e de forma uniforme, assim ajudando no controle de umidade e na não formação de grumos.

3.3) Confeção de blocos

Para a moldagem a mistura foi retirada da betoneira e colocada num carrinho de mão, este carinho fora coberto com sacos umedecidos para evitar a perda de umidade para o meio durante o transporte e, a espera para a prensagem, pois o processo manual é um pouco lento. Os blocos foram moldados com ajuda de uma prensa manual do tipo MTS-010, onde se colocou a mistura do solo-cimento dando o formato do tijolo de 19,5x10x5 cm com uma área útil de 80% seguindo as Normas da ABNT (NBR 10834; NBR 10835).

3.4) Cura

Após a prensagem dos blocos foram levados até uma câmara úmida para o seu processo de cura, que durou 28 dias. Essa câmara úmida foi feita utilizando-se: lona plástica e tubos de PVC, para a montagem da estrutura e para umedecimento, utilizou-se um sistema de mangueiras de irrigação do tipo gotejamento. Os blocos ficaram em prateleiras no seu interior, com umidade média de 88,0% \pm 3,5.

Esta câmara úmida pelo material utilizado e forma de montagem se torna prática e barata, as figuras 05 e 06 mostram o seu interior e uma vista externa, respectivamente.



Figura 05

Câmara Úmida Interior



Figura 06

Câmara Úmida Vista Externa

3.5) Método de ensaios

Neste trabalho foram confeccionados blocos com adição de 10% de cimento para serem ensaiados aos 7, 14 e 28 dias. Os blocos foram ensaiados quanto à sua resistência à compressão e à sua absorção d'água, segundo o método de ensaio da NBR 10836/1994.

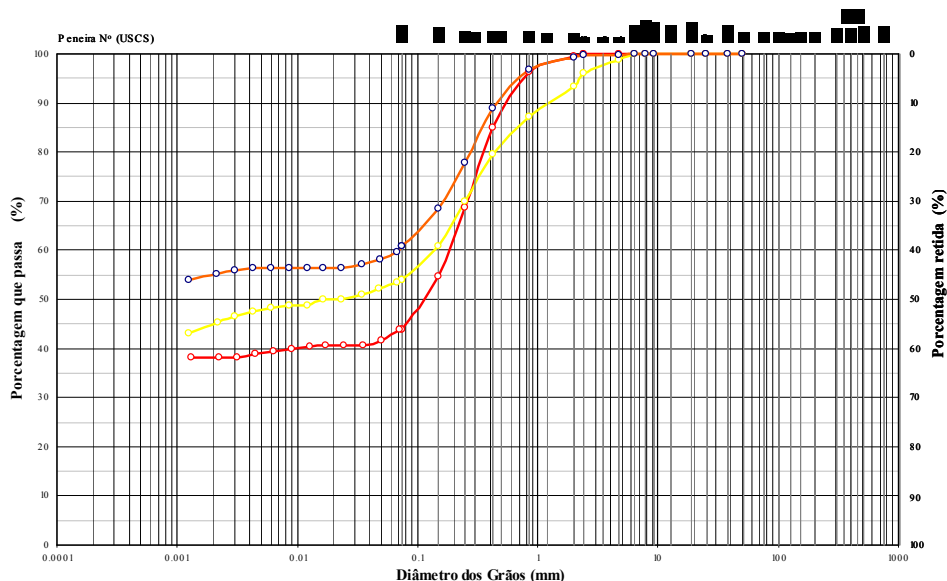
No ensaio de resistência à compressão, os corpos-de-prova foram capeados utilizando uma nata de cimento, estes foram rompidos por uma prensa eletrônica com velocidade constante de carregamento de 50 kgf/s, obedecendo às especificações da norma NBR 10836/1994. O ensaio de absorção de água, também regido pela mesma norma, utilizou uma estufa ($100^{\circ}\text{C} \pm 5$), e uma balança eletrônica de precisão 0,5g, ambas atendendo a norma de ensaio.

Quanto à durabilidade os blocos foram ensaiados adaptando a Norma DNER-ME 203/94. Após completarem os 28 dias de cura, foram pesados, secos em estufa ($105^{\circ}\text{C} \pm 5$) por 24h, novamente pesados e mergulhados em um tanque com água por mais 24h, depois pesados. Obtendo, assim, massa inicial natural, massa inicial seca e a massa úmida. No final do ensaio foram realizados 12 ciclos de 48h, entre secagens e molhagens, tendo sido pesados todos os CPs entre as etapas dos ciclos. Após o último ciclo, secou-se o bloco por 24h em estufa ($105^{\circ}\text{C} \pm 5$) e pesou-se obtendo, desse modo, a massa final seca.

Também estes blocos, após o ensaio de desgaste, foram ensaiados quanto à resistência à compressão (NBR-10836) tanto da forma tradicional quanto seco. Este ensaio começou após 24h da última pesagem do ensaio de desgaste. Os CP ensaiados a seco foram moldados e capeados da forma tradicional para o ensaio de determinação da resistência à compressão (NBR-10836); após o período de 24h, dentro de um tanque com água, eles foram retirados e colocados em uma estufa ($105^{\circ}\text{C} \pm 5$) por 24h e só depois rompidos.

4) RESULTADOS

A figura 07 mostra a curva granulométrica do solo local, abaixo desta a tabela que quantifica os valores da curva granulométrica.



Pq. Aldeia	-----
Pq. Aeroporto	-----
Pq. Codin	-----

Localidades em Estudo	Fração Areia (%)	Fração Silte (%)	Fração Argila (%)	Passante na 200# (%)
2 - Parque Aldeia (B)	40,80	4,10	55,10	60,86
3 - Parque Aeroporto	57,30	4,60	38,10	43,9
5 - Parque Codin (Alto)	47,10	8,00	44,90	54,01

Figura 07: Curvas Granulométricas: Parque Aldeia (B), Parque Aeroporto, Parque Codin

Os três solos selecionados foram Parque Aldeia (B), Parque Aeroporto e Parque Codin. Após o processo de peneiramento tiveram sua densidade e umidade determinada (Tabela 01), pois esses dados servem na conversão do traço em volume para massa.

Índices dos Solos	02	03	05
Densidade Aparente do Solo Peneirado (g/cm^3)	1,18	1,34	1,3
Umidade Média Natural do Solo (%)	7,32	7,79	3,61

Tabela 01: Dados iniciais do solo

Para o ensaio de resistência à compressão (NBR 10836) foram confeccionados 30 blocos por localidade. Sendo 10 blocos ensaiados com idade de 7 dias, 10 para 14 dias e 10 para 28 dias. O número de 10 unidades para cada ensaio foi determinado buscando com isso uma melhor disposição estatística dos resultados. A norma pede para a determinação de traços seja ensaiadas 5 unidades para os 28 dias.

Obtendo assim os valores da resistência média para cada localidade como mostra a Tabela 02.

Ensaio de Resistência a Compressão Simples (MPa)			
Idades	02	03	05
7	1,38	2,06	1,72
14	1,63	2,51	1,86
28	2,30	3,21	2,63

Tabela 02: Resumo das médias dos ensaios de resistência à compressão

O gráfico 01 mostra que foi observado durante os ensaios a evolução da resistência com o tempo.

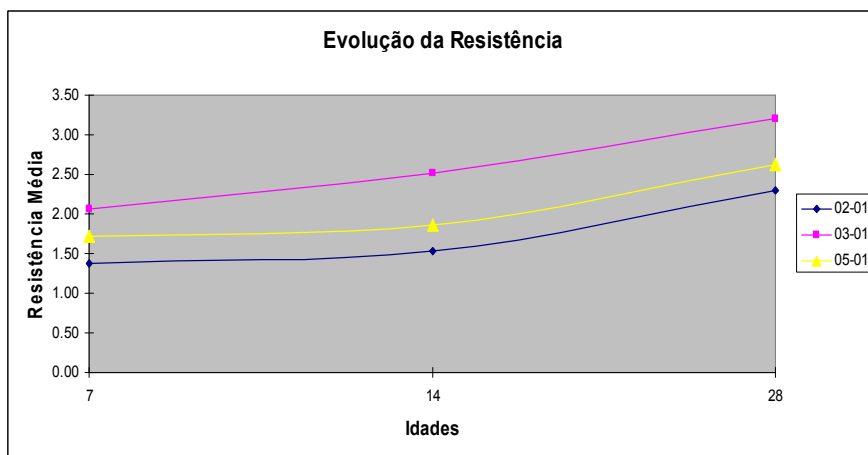


Gráfico 01: Evolução das médias dos ensaios de resistência à compressão

Como podem ser observados no gráfico os blocos continuaram a o seu ganho de resistência com o passar do tempo, isso ocorre pela continuação da hidratação do cimento que aumenta sua característica.

Para o ensaio de absorção de água (NBR 10836) foram confeccionados 15 blocos por localidade. Sendo 5 blocos ensaiados com idade de 7 dias, 5 para 14 dias e 5 para 28 dias. O número de 5 unidades para

cada ensaio foi determinado pela norma NBR 10834.

Obtendo assim os valores da umidade média para cada localidade como mostra a Tabela 03.

Médias do Ensaio de Absorção (%)			
Idades	02	03	05
7	27,43	18,30	22,42
14	22,81	17,60	21,15
28	19,64	16,14	20,00

Tabela 03: Resumo das Médias do Ensaio de Absorção

O gráfico 02 mostra que durante os ensaios pode ser observada a redução da absorção de água nos blocos com o aumento da idade destes.

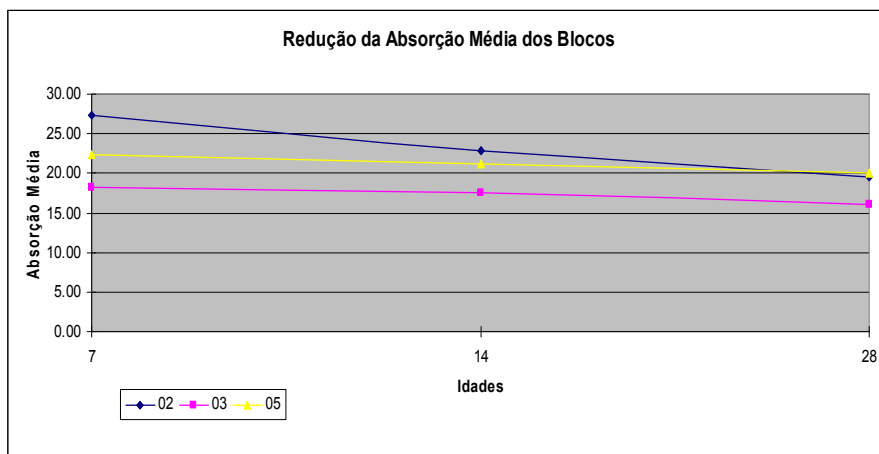


Gráfico 02: Redução da absorção de água dos blocos

A queda de absorção apresentada pelo gráfico mostra a continua evolução da hidratação do cimento, que reduz os vazios entre as partículas.

O gráfico 03 mostra a resistência dos prismas com área total dos blocos e a área líquida com sua área descontando a área dos furos. Foram utilizados prismas com três blocos.

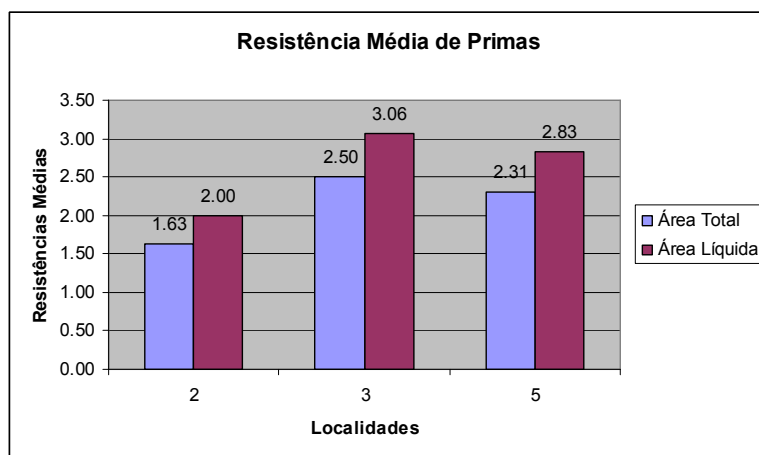


Gráfico 03: Resistência média dos prismas.

Os blocos após completarem os 28 dias de cura na câmara úmida foram pesados e separados em 3 lotes de 5 unidades (Gráfico 04).

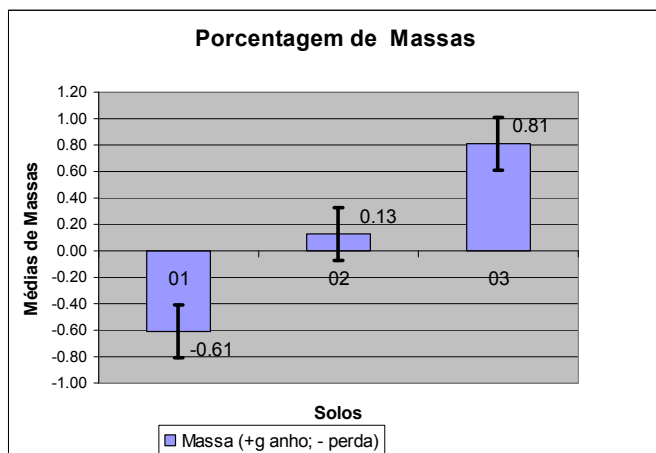


Gráfico 04 - Resumo das médias dos ensaios de desgaste

Como resultado deste ensaio houve um ganho médio de massa de 0,81% e 0,13% nos blocos dos bairros Parque Codin e Parque Aeroporto, enquanto uma perda média de 0,61% nos blocos do Parque Aldeia. O pequeno ganho de massa pode ser justificado pela água adsorvida na superfície dos argilominerais que é liberada próxima a 160°C e no ensaio a temperatura máxima foi de 105°C \pm 5.

Os blocos utilizados no ensaio de desgaste foram colocados em descanso por 24h sobre a bancada do laboratório em ambiente aberto protegidos do sol (Temperatura 23°C, umidade 63%). Foram ensaiados quanto à resistência a compressão seguindo a Norma NBR 10836 e também a seco, isto é, os CP ensaiados a seco foram moldados seguindo a Norma NBR 10836 e colocados em uma estufa (105°C \pm 5) por um período de 24h e após o fim desse período é que foram rompidos.

Este ensaio foi realizado para verificar o que ocorreria com os blocos após o ensaio de desgaste, se a perda ou ganho de massa afetaria a sua resistência. Utilizou três dos CPs do ensaio anterior para a compressão seguindo a Norma NBR-10836 e os outros dois para a forma a seco. Todos os blocos ensaiados apresentaram ganho de resistência, sendo que nos CPs secos o ganho foi maior (Gráfico 05).

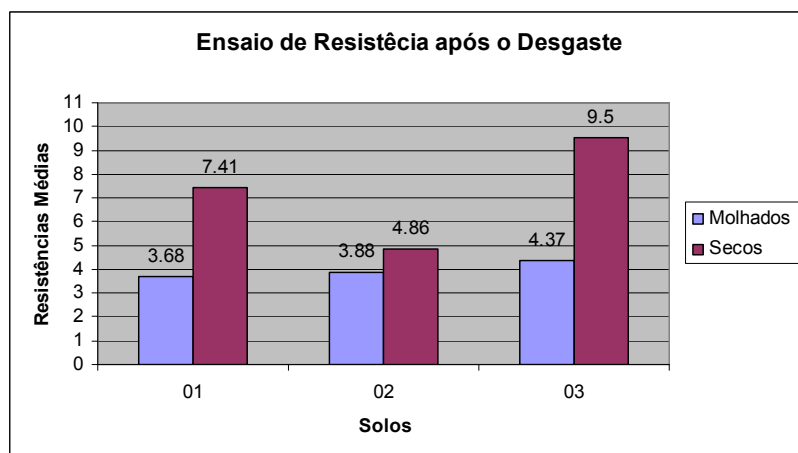


Gráfico 05 - Resumo das médias dos ensaios de resistência à compressão após desgaste da forma tradicional quanto seco

O gráfico 05 apresenta como valores de resistência média para o ensaio com os CPs molhados (NBR 10836) o valor de 3,68 MPa Parque Aldeia, 3,88MPa Parque Aeroporto e 4,37MPa Parque Codin. No ensaio com os CPs secos apresentaram como valores de resistência media de 7,41 MPa Parque Aldeia, 4,86MPa Parque Aeroporto e 9,5 MPa Parque Codin. O valor mais baixo do ensaio com os CPS molhados ocorre porque a água dentro dos poros influencia negativamente a resistência final.

5) DISCUSSÃO

As Normas estipulam o valor aos 28 dias de 2,0 Mpa e a absorção média máxima aos 28 dias de 20,0%, utilizando a adição de 10% de cimento, estes blocos atenderam a todos os requisitos previstos nas normas da ABNT, concordando com a afirmação de vários autores que o solo argiloso necessita de um teor maior de cimento. A resistência dos prismas foi boa em relação ao valor da resistência dos blocos, tendo como média um valor superior a 85% da resistência dos blocos. Também atenderam ao ensaio de desgaste do DNER, apresentando um ganho de resistência.

Foi observado o baixo desperdício de material, pois no caso de quebra ou sobra, ele pode ser novamente utilizado como matéria-prima para a prensagem, desde que o tempo de pega do cimento seja respeitado. Caso o tempo de pega do cimento tenha já esgotado, as sobras possam também ser usadas novamente, mas agora como “solo”.

Os resultados obtidos para as amostras não devem ser extrapolados para outras regiões do município, pois vários estudos sobre os solos que compõem estas regiões mostram variadas formações geológicas.

6) CONCLUSÃO

Os blocos vazados moldados com 10% de adição de cimento atenderam a todos os requisitos previstos nas normas da ABNT e do DNER, embora esta adição seja considerada alta para materiais deste tipo, ele ainda é um produto barato e viável.

Para a melhor compreensão deste material devem ser feitas pesquisas quanto sua durabilidade ao longo do tempo, pois só estes parâmetros não dão base para sua total confiança para seu uso diário.

7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP (1985). **Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais**. Publicações ABCP, São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP (1986). **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio**. São Paulo, SP, ABCP, ET-35, 51p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – ABCP (1987). **Solo-cimento na habitação popular**. São Paulo, SP. ABCP, 2.a edição, EC-4, 14p.

DNER-ME 203/94 **Ensaio Determinação da durabilidade através da perda de massa por molhagem e secagem**: Norma Rodoviária, Método de Ensaio. MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM, 4p.

EMBRAPA (1999) **Sistema brasileiro de classificação de solos** - Brasília. Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 412p.

FASSONI, D. P. (2000). **Fabricação Artesanal de Tijolos de Terra Crua – Adobe**. Curso 64, 71ª Semana do Fazendeiro, 16 a 20 de outubro de 2000, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 10p.

GRANDE, F. M. (2003) **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 165p.

LOPES, W. G. R. (2002). **Solo-cimento reforçado com bambu: características físico-mecânicas**. Dissertação de Doutorado, Campinas, SP, UNICAMP, 158p.

MYRRHA, M. A. L. (2003). Guia de Construções Rurais à Base de Cimento, Fascículo 2: **Como usar os materiais**. São Paulo, SP. ABCP, 54p.

NBR-6459 (1984): Solo - determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de

Normas Técnicas, 3p.

NBR-7180 (1984): Solo - determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1p.

NBR-7181 (1984): Solo - análise granulométrica. Rio de Janeiro. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 13p.

NBR-10832 (1989) Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com utilização de prensa manual. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 3p.

NBR-10834: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994. 3p.

NBR-10835: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Forma e dimensões. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994, 2p.

NBR-10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994, 2p.

PITTA, M. R. (1995). Estabilização com solo-cimento. **Revista Techne**, Editora Pini, São Paulo-SP, Nº 17, Julho/Agosto, 96p.

ROLIM, M. M.; FREIRE, W. J.; BERALDO, A. L. (1999). Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos-de-prova, tijolos e painéis de solo-cimento, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.89-92, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB.

SEGANTINI A. A. S. (2000) **Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira - SP**, Tese de Doutorado, Campinas, sp, FEAGRI, UNICAMP, 176p.

SENÇO, W. (2001). **Manual de Técnicas de Pavimentação**, Capítulo 4, Volume II, 1ª Edição, Pini, São Paulo, p.46-143.

SILVA, M. R. (1994) O solo-cimento, In: Bauer L. A. F., 5ª Edição, **Materiais de Construção**, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1994, Cap. 24, p. 704-729.

8) AGRADECIMENTOS

A UENF e Faperj que financiaram todo este projeto.