

CARACTERIZAÇÃO DE SOLO PARA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM E SEM ADIÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Aluska Almeida Nascimento (1); Angélica Talita Benevides Freitas (2); Everaldo Vital Benvenuto (3); Igor Alberto Dantas (4); Yokiny Chanti Cordeiro Pessoa (5)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, aluska.almeida@gmail.com (1)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, angelicatbff@gmail.com (2)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, everaldo.benvenuto@gmail.com (3)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, igor.dantas@ifpb.edu.br (4)
Universidade Federal de Campina Grande, yokiny@hotmail.com (5)

Resumo: Reduzir o desperdício também significa diminuir o número de probabilidades de erro. Sabendo-se que a construção com terra sofreu várias mudanças para se adequar a região e a necessidade de cada localidade, suas propriedades físico-mecânicas podem ser melhoradas através de estabilizantes a fim garantir sua viabilidade e longevidade. O presente artigo tem por objetivo apresentar os resultados obtidos no processo de análise de solo para verificar a viabilidade do seu uso na fabricação de tijolos de solo-cimento com e sem adição de EVA. Analisando-se a alta demanda de matéria prima na fabricação de insumos e os altos impactos proporcionados pela produção de materiais de construção comuns, é importante buscar alternativas mais sustentáveis como o tijolo de solo-cimento. Este tijolo é uma alternativa interessante pela sua composição, pois consiste em maior parte de terra crua e uma outra reduzida de cimento. Ao diminuir sua quantidade, é possível minimizar a emissão de CO² na atmosfera. A emissão ocorre através da fabricação do cimento ou a queima do próprio tijolo do caso do bloco cerâmico. No entanto, para garantir a qualidade dos blocos foi preciso verificar as características do solo utilizado, baseando-se nas normas técnicas da ABNT. Os resultados obtidos através dos ensaios mostraram que o solo apresenta propriedades suficientemente satisfatórias para a produção dos tijolos, permitindo ainda a elaboração de traços (proporções do uso dos materiais) distintos. Por fim, é importante ressaltar que esse estudo faz parte de um projeto de extensão intitulado Incubadora para produção de materiais não convencionais, o qual busca incentivar a comunidade local de baixa renda a produzir materiais de construção sustentáveis.

Palavras-Chave: Caracterização de solo, tijolo ecológico, Sustentabilidade.

Introdução

Segundo Freitas (2017) o setor da construção civil é um dos que mais consomem recursos naturais, sendo possível perceber isso desde o processo de produção de materiais até a utilização dos mesmos na obra. Tal afirmação destaca a importância do desenvolvimento sustentável na indústria, buscando alternativas e técnicas construtivas eficientemente energéticas.

A utilização de materiais não convencionais é um caminho que pode ser utilizado para se chegar ao desenvolvimento sustentável na construção civil. Os materiais não convencionais são definidos como sendo materiais de baixo impacto ao meio ambiente. Estes utilizam, para sua própria fabricação, materiais como terra, pedras, madeiras reaproveitadas entre outros, o que é bastante interessante para obras civis devido ao fato de dispensar produção de resíduos sólidos, emissão de CO², entre outros fatores.

Um forte exemplo de material não convencional é o bloco de solo-cimento, em sua maior parte composta de terra crua comprimida. Esse tijolo possui como elemento ligante a argila e o cimento Portland, porém em proporções reduzidas. É possível ainda, utilizar solo proveniente das etapas de escavação e nivelamento do terreno, eliminando a logística de transporte até o local de obra.

Sabendo-se que a construção com terra sofreu várias mudanças para se adequar a região e as necessidades locais, é possível realizar melhoramento das propriedades físico-mecânicas através de estabilizantes. De acordo com Bardou e Arzoumanian apud Neves et al. (2005) a estabilização pode ser obtida através de: correção da granulometria, cimentação, armação, impermeabilização ou tratamento químico.

Sendo assim, o presente artigo tem por objetivo analisar o solo escolhido para confecção de tijolos de solo-cimento e verificar se o mesmo possui os requisitos mínimos estabelecidos pela ABNT para a fabricação dos blocos.

Metodologia

Por fins de logística, optou-se por uso de solo local, coletou-se aproximadamente 4m³ de solo do Atmospha Residence, localizado na saída de Campina Grande, na BR-104 à 30 minutos do IFPB Campina Grande. Inicialmente, o solo foi analisado táctil-visualmente para em seguida ser analisado quanto aos requisitos listados na NBR 10833 (ABNT,2013). Dentre elas:

- a) Passar 100% na peneira ABNT 4,8 mm (n° 4);
- b) Passar de 10% a 50% na peneira ABNT 0,075 mm (n° 200);
- c) Ter limite de liquidez menor ou igual a 45%;
- d) Ter índice de plasticidade menor ou igual a 18%.

As amostras de solo foram preparadas de acordo com a NBR 6457 (ABNT, 2016) para realização dos seguintes ensaios de caracterização:

- 1) Análise granulométrica e Sedimentação (NBR 7181/2016)
- 2) Determinação de Massa Específica (NBR 6458/2016);
- 3) Determinação do Limite de Liquidez (NBR 6459/2016);
- 4) Determinação do Limite de Plasticidade (NBR 7180/2016).

Para o ensaio de granulometria foi coletado um total de 4kg de solo que passa na peneira ABNT com abertura de 76 mm, esse solo foi secado em estufa. Após a secagem o

solo foi destorroado e em seguida, realizado quarteamento da amostra.

Duas partes da amostra quarteada foram submetidas à peneira com abertura de 2 mm, em seguida lavadas e secadas em estufa. Após a secagem, o material foi passado manualmente nas peneiras de 50 mm, 38 mm, 25 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,8 mm e 2,0 mm foi pesado e anotadas as massas acumuladas em cada peneira. Concluindo o peneiramento grosso.

Para o peneiramento fino, o material passado na peneira de abertura 0,075 mm foi lavado e secado em estufa. Após a secagem o material passado nas peneiras de 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,3 mm, 0,15 mm e 0,075 mm foi pesado e anotadas as massas acumuladas em cada peneira.

Para determinar o teor de umidade do solo em questão, foi coletado do material passado na peneira de 2,0 mm três amostras de 100g, essas amostras foram colocadas em capsulas e inseridas na estufa, por 24 horas à 110 °C.

Para a determinação da sedimentação foi tomado 70 g do solo passado na peneira 2,0 mm, esse material foi transferido para um béquer de 250 cm³ e juntado com hexametáfosfato de sódio na proporção de 45,7 cm³ do sal para cada 1000 cm³ de solução. O béquer foi agitado até que todo material ficasse imerso e em seguida, permaneceu em repouso por no mínimo 12h.

Toda a mistura foi vertida para o copo de dispersão, utilizando uma bureta para remover todo material do fundo do béquer e foi adicionado água destilada até que o nível fique 5 cm abaixo da borda do copo. A solução foi dispersada no aparelho por um período de 15 minutos. Logo em seguida, todo o material foi transferido para uma proveta, utilizando uma bisnaga para remover completamente o material do copo de dispersão. Foi adicionado água destilada até a marca de 1000 cm³.

A proveta foi energeticamente agitada fazendo movimentos circulares por 1 minuto para em seguida iniciar as leituras de densidade nos intervalos de 30 s, 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8h e de 24 h. As leituras foram feitas inserindo cuidadosamente o densímetro e verificando a densidade em sua gradação.

Para a determinação da massa específica do solo separou-se 50 gramas de amostra, deixando-o em seguida, imerso em água destilada por um período de 12 horas. Antes de inseri-la no picnômetro, o mesmo foi pesado a fim de obter uma massa tida como M1. Posteriormente, a amostra foi inserida no equipamento e com auxílio de uma bureta, preencheu-se com água até a metade da capacidade do

picnômetro. Este foi submetido à bomba de vácuo com intensidade de 88KMPa por um período de 15 minutos. Seguidamente, adicionou-se água até 1 cm abaixo da base do gargalo e novamente submeteu a vácuo nas mesmas condições, obtendo massa tida como M2. Por fim, descartou-se a amostra e preencheu-se com água o picnômetro até a base, obtendo uma massa M3.

Para determinar o limite de liquidez foi coletado 200 g de amostra passada na peneira com abertura de 0,42 mm. O solo foi homogeneizado por aproximadamente 30 minutos com água destilada fazendo uso de uma espátula. Em seguida, o material homogeneizado foi moldado no aparelho Casagrande, de modo a espessura central ser aproximadamente 10 mm, foi feita ainda, com auxílio do cinzel apropriado para solo com características argilosas, uma ranhura no centro nessa matéria.

Ao ligar o aparelho, foi constatada a quantidade de golpes necessários para fechar o a ranhura do solo em uma espessura aproximada de 13mm. Por fim, foi coletada uma quantidade pequena do solo moldado para medição e secagem em estufa. Esse procedimento foi repetido mais duas vezes afim de obter três resultados para determinação do limite de liquidez.

Para determinar o limite de plasticidade foi coletada 10 gramas do solo homogeneizado. Com essa amostra foi feita uma esfera utilizando as mãos em movimentos circulares, para em seguida, fazer movimentos de vai e vem sobre uma superfície de vidro até formar um cilindro e romper-se com 3 mm de espessura e 100 mm de comprimento, aproximadamente. Os fragmentos rompidos foram colocados em capsulas para secagem em estufa.

Resultados e discussão

Expõe-se a seguir os resultados obtidos a partir dos ensaios de caracterização do solo estudado.

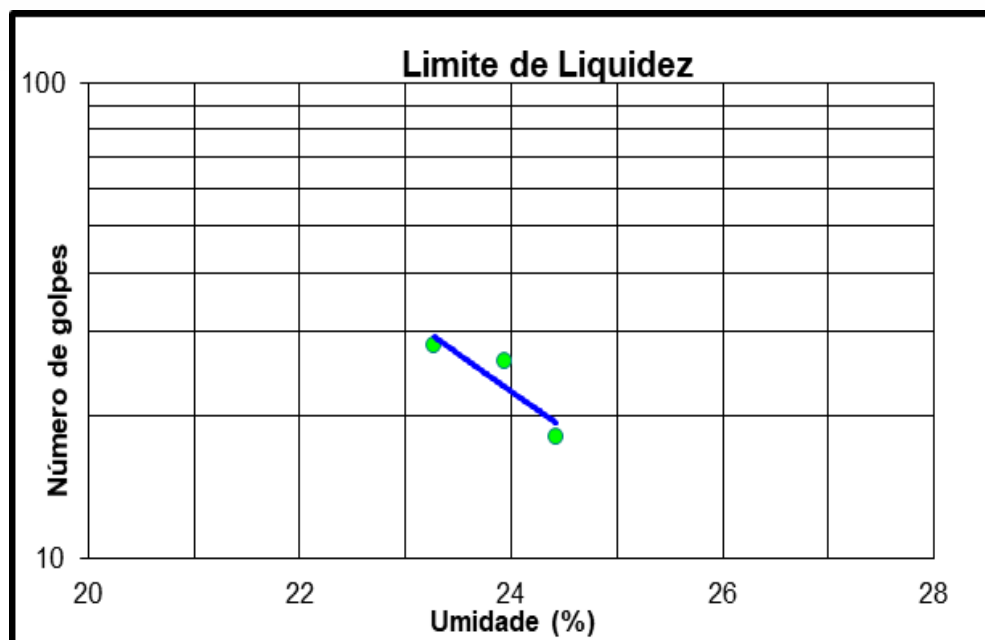
Tabela 1 - Limites de Liquidez e Plasticidade

Característica Física	Norma (NBR)	Valor (%)
Limite de liquidez	6459/2016	24

Coefficiente de plasticidade	7180/2016	18
------------------------------	-----------	----

Para compreender o solo quanto à sua moldabilidade foi analisada sua consistência. Através dos ensaios de limite de liquidez e do coeficiente de plasticidade foi possível constatar que o solo investigado possui as características necessárias à produção de tijolos de solo-cimento. Isso se dá pelo alto índice de material argiloso. O teor de umidade no qual o solo deixa de ser plástico é de 18%.

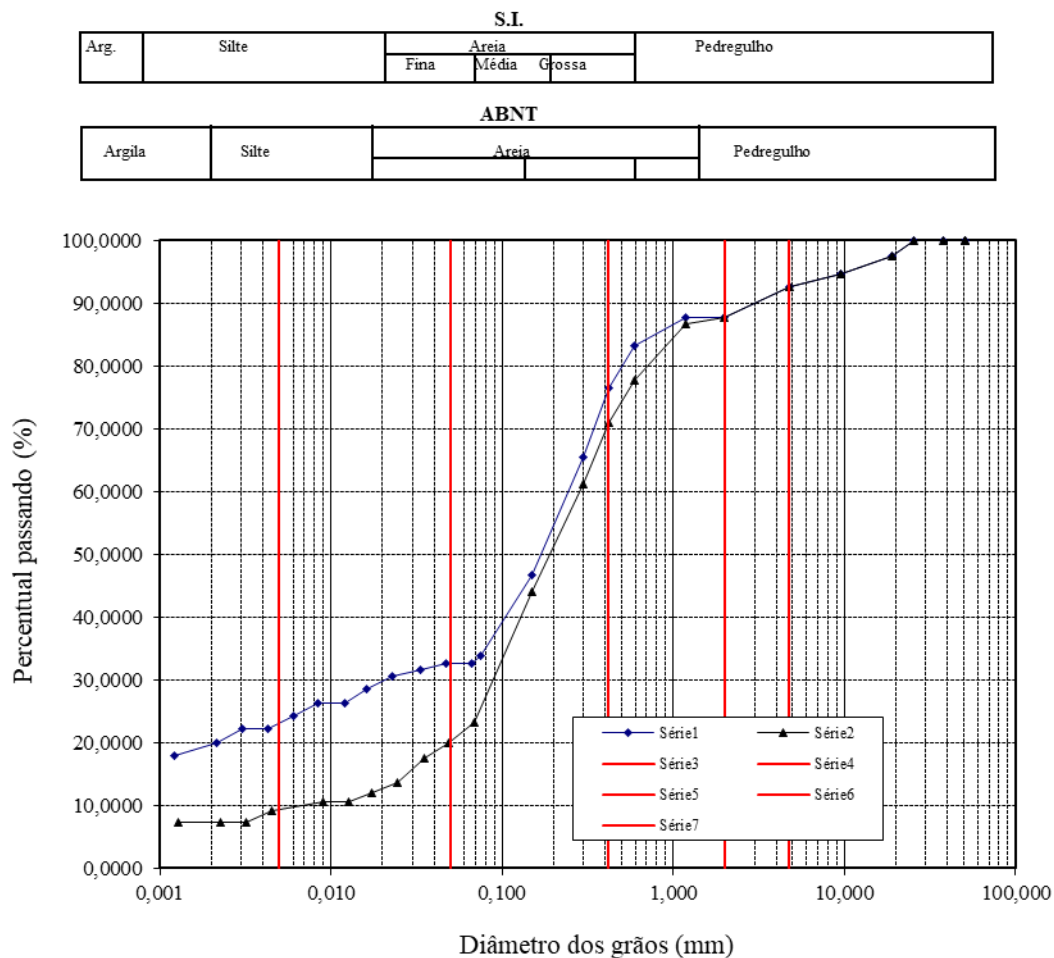
Gráfico 1 - Limite de Liquidez



No gráfico acima, apresenta-se a relação entre a umidade (%) e o número de golpes até que os solos separados pela ranhura se toquem. Nesse teste, o teor de umidade correspondente à 25 golpes é de 24%, essa é a umidade em que acontece a mudança do estado líquido para o estado plástico.

O tamanho das partículas existentes no solo foi determinado através da análise granulométrica. Os resultados foram expressos graficamente como mostra o Gráfico a seguir:

Tabela 2 – Curva Granulométrica



Conclusões

Com base nos parâmetros estabelecidos pelo Sistema Unificado de Classificação dos Solos (SUCS), é possível concluir que o solo em questão é adequado à fabricação dos tijolos de solo-cimento, tendo em vista o percentual de material areno-argiloso encontrado. Além da compreensão do solo-cimento e seu possível desenvolvimento e aplicação na construção civil, tanto pelo seu aspecto ecológico, social e econômico,

foi possível entender a dificuldade de obtenção de solo apropriado para a sua execução, pois a sua falta de homogeneidade interfere nos resultados de caracterização.

Referências

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10834: **Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2013.**
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10836: **Bloco de solo-cimento sem função estrutural – análise dimensional, determinação da resistência à compressão e a absorção de água - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2013.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457: Amostras de solo - Prepação para ensaios de compactação e ensaio de caracterização.** Rio de Janeiro, 2016.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6459: Solo Determinação do limite de liquidez.** Rio de Janeiro, 2016.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7180: Solo Determinação do limite de plasticidade.** Rio de Janeiro, 2016.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181: Solo Análise granulométrica.** Rio de Janeiro, 2016.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10833: Fabricação de tijolos e bloco de solocimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento.** Rio de Janeiro, 2013.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais.** 3.ed.rev.atual. São Paulo, ABCP, 2000. 16p. (BT-111)
9. FREITAS, A. T. B. *et al.* Caracterização do solo do IFPB Campus Campina Grande para a produção de tijolos de solo-cimento. **Revista Praxis: saberes da extensão**, [S.l.], v. 5, n. 9, p. 13-22, mai. 2017. ISSN 2525-5355. Disponível em: <<http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/praxis/article/view/1245>>. Acesso em: 27 Ago. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/2318-23692017v5n9p13-22>.
10. SILVA, E. P. NASCIMENTO, J. W. B. BARBOSA, N. P. *et al.* 5. Avaliação de painéis de tijolos prensados de solo-cimento incorporados com resíduos de calçados (EVA). **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 3, n. 2, 2008.

11. NEVES, C.; FARIA, O. B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. 79p. Disponível em <<http://www.redproterra.org>>. Acessado em 28/02/2017.
12. PROMPT, C. **Curso de Bioconstrução**. Brasília: MMA, 2008. Disponível em <<http://www.mma.gov.br>>. Acessado em 28/02/2017.
13. SPADOTTO, A.; DALLA NORA, D; TURELLA, E. C. L. et al. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência-ACSA**, v.2, n. 2, p. 173-180, 2012.
14. STACHERA, T., CASAGRANDE, E. (2007). Avaliação de emissões de CO2 na construção civil: um estudo de caso da habitação de interesse social no Paraná. **IX ENGEMA—Encontro Nacional sobre Gestão e Meio Ambiente**, Curitiba.
15. BARBOSA, N. P. S; GHAVAMI. K. Terra Crua para Edificações. In: **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010, 2ª.Ed. v.2. Cap.25.p.1565–1598.