

Caracterização física e química de solo para uso em tijolos ecológicos

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.018-037>

Maria de Lourdes Xavier de França Neta Alves
Mestrado em Materiais e Processos Construtivos
Aluna de Doutorado da Universidade Federal da Paraíba
(UFPB), João Pessoa/PB, Brasil
E-mail: maria_xavier@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4736-857X>

E-mail: sameavalensca@ufersa.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9035-486X>

Sâmea Valensca Alves Barros
Pós-Doutorado em Ciências e Engenharia dos Materiais
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA),
Mossoró/RN, Brasil

Fabrcia Nascimento de Oliveira
Doutorado em Fitotecnia/Agronomia
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA),
Mossoró/RN, Brasil
E-mail: fabrcia@ufersa.edu.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0333-0035>

RESUMO

O uso dos recursos naturais na confecção de materiais para atender as demandas da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) deve ocorrer conforme as normativas estabelecidas para cada tipo de material. Um dos fatores determinantes para uso do solo na produção de tijolos ecológicos é conhecer suas propriedades físicas. Neste contexto, a caracterização física e química do solo é de extrema importância por permitir verificar a viabilidade técnica dos seus parâmetros físicos para tal utilização. Este trabalho tem como objetivo caracterizar o solo coletado no município de Itaipaba/CE e identificar se atende as especificações da ABNT NBR 10833 para ser utilizado na produção de tijolos de solo-cimento. A caracterização física e química foi realizada fazendo uso das seguintes técnicas: análise granulométrica por peneiramento; limites de Atterberg; determinação da umidade ótima; peso específico seco máximo e composição química por fluorescência de raios X (FRX). Os resultados indicaram que o solo atende as especificações técnicas exigidas para uso em tijolos ecológicos, apresentando na sua composição química presença minerais filossilicatos, que o permitem caracterizá-lo como solo argiloso. Ademais, sua coloração avermelhada ocorre devido ao teor de óxido de ferro encontrado na sua composição química.

Palavras-chave: Solo-cimento, Coloração característica, Medianamente plástico.



1 INTRODUÇÃO

As metas estabelecidas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS's) da Organização das Nações Unidas (ONU) intentam tornar a produção das diversas cadeias produtivas em produções sustentáveis (OLIVEIRA; BARROS, 2022). Nesta perspectiva, Rodrigues e Holanda (2015) destacam a importância dos tijolos de solo-cimento como materiais alternativos para atender a demanda da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) à medida que estes dispensam o processo de queima, evitando a liberação de gases poluentes.

Ademais, podem funcionar como método de destinação adequada de alguns resíduos sólidos que podem ser processados e inseridos em matrizes cimentícias. Milani e Freire (2006) destacam a possibilidade da incorporação de resíduos sólidos no traço utilizado na produção de tijolos de solo-cimento. Fato que tornam estes produtos mais ecoeficientes e sustentáveis.

Danso *et al.* (2015) afirmam que nas últimas décadas o processo produtivo dos materiais para atender a demanda da indústria da construção civil começou a utilizar a “terra crua” devido algumas técnicas construtivas terem adotado medidas sustentáveis, como o uso de tijolos ecológicos em habitações. Estes são conhecidos, também, como tijolo de solo-cimento, Bloco de terra comprimida-BTC e tijolo modular.

Neste contexto, verifica-se a importância de se conhecer as técnicas de caracterização do solo para verificar se um determinado tipo de solo é adequado para confeccionar tijolos de solo-cimento, conforme parâmetros que a ABNT NBR 10833 (2013) preconiza.

A presente pesquisa teve como objetivo realizar a caracterização química e física de solo oriundo de Itaiçaba/CE para identificar se pode ser utilizado na produção de tijolos de solo-cimento. Contribuindo para popularização das técnicas de caracterização do solo para fins de utilização em produtos eco sustentáveis e, conseqüentemente, dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável que preconizam assegurar padrões de consumo e produção sustentáveis.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO NAS HABITAÇÕES

Silva *et al.* (2018) afirmam que os tijolos de solo-cimento são produtos que passaram a ser utilizados em algumas habitações porque proporcionam melhor conforto térmico a elas. Enquanto, Motta *et al.* (2014) já destacam a viabilidade econômica da utilização destes tijolos ao ser comparado com o tijolo convencional e a pegada ambiental por não utilizar a queima.

As vantagens dos tijolos de solo-cimento em relação aos convencionais (tijolos cerâmicos) que os fazem ser usados na construção de habitações, são: fácil obtenção sustentável de solo; possibilidade de serem confeccionados com formato auto encaixável (simplifica a colocação dos tijolos e

evita o desperdício), e a alvenaria levantada com os tijolos de solo-cimento tem consumo reduzido de argamassa por não demandar reboco ou outros revestimentos (EUPHROSINO *et al.* , 2022).

Outro aspecto positivo de tijolos de solo-cimento é a possibilidade serem confeccionados com adição de resíduo sólido processado/beneficiado (ANGELO; SIMÕES, 2023). Oliveira e Barros (2024) verificaram que quando os resíduos de cinza de algaroba e cajueiro são processados e usados na granulometria de pó em substituição parcial ao solo podem promover o efeito *Filler* na mistura e promover ganho na resistência, usaram concomitante com Perlita Expandida como Material Cimentício Suplementar ao Cimento Portland (OLIVEIRA; BARROS, 2022).

Para que se alcance estas vantagens com o uso destes tijolos, a produção deles deve ocorrer em conformidade com as especificações da norma que traz os aspectos técnicos a serem seguidos em relação ao solo. E quando se buscar a eficiência ambiental deles por meio da adição de resíduos beneficiados se deve realizar a investigação das características deles após processamento através das técnicas de caracterização para se garantir o bom desempenho dos tijolos.

2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUE O SOLO DEVE APRESENTAR PARA SER USADO EM TIJOLO DE SOLO-CIMENTO

O solo para ser utilizado na produção de tijolos de solo-cimento, de acordo com a ABNT NBR 10833 (2013), não pode conter matéria orgânica em quantidade que prejudique a hidratação do cimento e apresentar as características físicas listadas na Tabela 1. Com relação a presença de matéria orgânica na identificação tátil visual do solo no momento da coleta já se verificou que não ocorria esta presença.

Tabela 1: Características físicas que o solo deve apresentar para solo-cimento

Parâmetros	Valores
4,8 mm	100 %
0,075 mm	10% a 50%
Limite de Liquidez	≤ a 45%;
Índice de Plasticidade	≤ a 18%.

Fonte: ABNT NBR 10833 (2013)

Na Tabela 1, verifica-se que o uso do solo para este fim específico se encontra condicionados a atingirem os percentuais estabelecidos para cada parâmetro, pois os tijolos de solo-cimento, segundo Souza (2006), correspondem a mistura homogênea e proporcional de solo, cimento e água, que é compactada ao teor de umidade ótima do solo utilizado, sob a máxima densidade em prensas hidráulicas ou manuais, apresentando formato de paralelepípedo e podem ser maciços ou vazados.

Quando o solo não atende aos valores estipulados pela norma compromete a qualidade dos tijolos, à medida que não proporcionará na mistura a ocorrência das reações de hidratação entre os silicatos e aluminatos presentes no cimento, que confere a ela uma maior resistência mecânica (MILANI; FREIRE, 2006).

A granulometria do solo aliada as condições de cura, são fatores que influenciam na qualidade dos tijolos de solo- cimento (FERREIRA *et al.*, 2003; CANCIAN, 2013). Principalmente, porque o solo é o principal material que apresenta maior porcentagem na mistura de tijolos, influenciando diretamente na qualidade e no custo final do produto (PECORIELLO; BARROS, 2004).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados nessa pesquisa foram: Cimento Portland CP V ARI MAX (Nacional, Sociedade Brasileira de Cimento Portland), solo coletado no município de Itaiçaba/CE e água potável, fornecida pela companhia local, CAERN (Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte), para o sistema de abastecimento de Angicos/RN.

Após coletado, o solo foi seco ao ar, desagregado, quarteado e peneirado em peneira ABNT nº 4 (4,8 mm). Para realizar a caracterização química, o solo foi peneirado em peneira de malha ABNT Nº 200 (0,0074mm).

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Caracterização química do solo

A composição química foi determinada por espectrometria de fluorescência de raios X (FRX), esta técnica se baseia no princípio da absorção de raios X pelo material que provoca a ionização interna dos átomos, gerando uma radiação característica conhecida como “fluorescência”. Enquanto, a análise química foi realizada através de espectrometria de fluorescência de raios X (EDX), com detector EDS (Shimadzu EDX 720) para obter os óxidos presentes na composição das amostras.

3.2.2 Determinação dos parâmetros físicos do solo para verificação da viabilidade de seu uso em tijolos de solo-cimento

Os limites de consistência do solo foram determinados de acordo com as metodologias propostas pelas normas ABNT NBR 6459 (2016) e NBR 7180 (2016). Enquanto, o ensaio de compactação foi realizado conforme o procedimento proposto pela norma ABNT NBR 7182 (2016) e a análise granulométrica ocorreu por peneiramento, de acordo com a norma da ABNT NBR 7181 (2016).

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO SOLO

A Tabela 2 apresenta a composição química do solo de Itaiçaba/CE que foi utilizado nesta pesquisa.

Tabela 2: Composição química do solo

Determinações (%)	Solo
SiO ₂	56,16
K ₂ O	2,57
Al ₂ O ₃	34,45
Fe ₂ O ₃	4,77
MgO	1,10
Óxidos	0,95

Fonte: Autores (2024)

Os resultados obtidos (Tabela 2) demonstram que o solo estudado apresenta alto teor de óxido de alumínio (34,45%), que pode ser um indicativo da presença minerais filossilicatos (caulinita, vermiculita, clorita, mica, entre outros), que são minerais característicos de solos argilosos.

Vale ressaltar, que a cor avermelhada apresentada pelo solo estudado é justificada pela presença do teor de óxido de ferro (4,77%) presente em sua composição química. Outra característica específica dos solos argilosos.

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO SOLO

A Tabela 3 apresenta os limites de Atterberg e a fração que passa na peneira da ABNT N° 200 que foram determinados para o solo estudado.

Tabela 3: Limites de Atterberg do solo

Determinações (%)	SOLO	Limites NBR 10833 (2013)
Limite de Liquidez (LL)	22,75	≤ a 45%
Limite de Plasticidade (LP)	19,69	-
Índice de Plasticidade (IP)	8,06	≤ a 18%
Passando na peneira ABNT N° 200	32,86	10% a 50%

Fonte: Autores (2024).

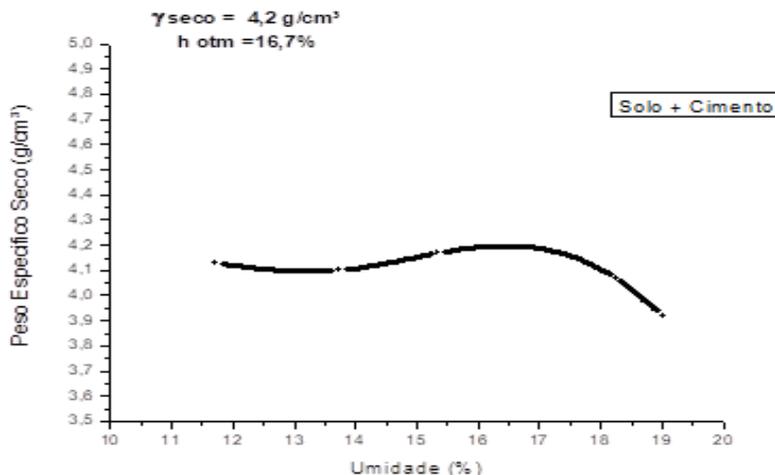
Os resultados (Tabela 3) mostram que o limite de liquidez (22,75%) e o índice de plasticidade (8,06%) obtidos atendem as exigências da ABNT NBR 10833 (2013). O valor do IP alcançado pelo solo o classifica, conforme a metodologia de Caputo (2013), como medianamente plástico (por se enquadrar no intervalo $7 < IP < 15$) e esta plasticidade média confere uma melhor trabalhabilidade a mistura na hora da confecção dos tijolos de solo-cimento. Corroborando com os resultados da caracterização química, permitindo classificá-lo como solo argiloso.

O critério da granulometria quanto a fração do solo passante na peneira ABNT N° 200 também foi alcançado, e como destacam Ferreira et al. (2003) e Cancian (2013) a granulometria é de extrema importância para qualidade dos tijolos a medida que estes em termos de proporção presente na mistura é o maior constituinte.

Logo, os valores obtidos para os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 10833 (2013) indicam que o solo estudado pode ser utilizado na confecção de tijolos de solo-cimento.

A Figura 1 apresenta a curva de compactação obtida para o solo com 10% de cimento.

Figura 3: Curva de compactação do solo



Fonte: Autores (2024).

Através da imagem da Figura 1, verifica-se que o peso específico seco máximo foi $4,2 \text{ g/cm}^3$ e umidade ótima de $16,7\%$. Valores estes importantes na hora de confeccionar os tijolos de solo-cimento para se obter a quantidade de água ideal e garantir a boa compactação em prensa hidráulica ou manual de tijolos ecológicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que o solo apresenta plasticidade média, fato este que corrobora com a composição química obtida permitindo classificar o solo como argiloso. Ademais, atende a todos os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 10833 (2013), logo pode-se afirmar que o solo coletado no município de Itaiçaba/CE é indicado para ser usado na confecção de tijolos de solo-cimento.

Em relação ao consumo e produção sustentáveis propostas pelas metas estabelecidas pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, esta pesquisa corrobora com a popularização dos ODS's demonstrando que as boas práticas pelas empresas que atuam na fabricação de materiais de construção são alcançadas quando se investe em pesquisas capazes de demonstrar materiais alternativos sustentáveis de qualidade conforme as especificações normativas fazendo uso das técnicas de caracterização dos materiais.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10833: “Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica”. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: “Solo - Determinação do limite de liquidez”. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: “Solo - Determinação do limite de plasticidade”. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7182: “Solo - Ensaio de compactação”. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: “Solo - Análise Granulométrica”. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ANGELO, F. A.; SIMÕES, G. F. Tijolos ecoeficientes de barro cru com resíduos sólidos e efluente industrial utilizando tecnologias não convencionais. *Ambiente Construído*, 23(2), 131-148. 2023.

CANCIAN, M. A. Influência do teor de umidade, porosidade e do tempo de aplicação na mistura solo-cimento para pavimento rodoviário de um solo da bacia do Paraná. 201f. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2013.

DANSO, H.; MARTINSON, D. B.; ALI, M.; WILLIAMS, J. B. “Physical, mechanical and durability properties of soil building blocks reinforced with natural fibres”. *Construction and Building Materials*, v. 101, n.1, p.797-809, Dez, 2015.

EUPHROSINO, C.A. et al. Tijolos de solo-cimento usados para Habitação de Interesse Social (HIS) em mutirão: estudo de caso em olaria comunitária. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, 2022.

FERREIRA, R. C.; SILVA, E. M. FREIRE, W. J. Tijolos prensados de solo-cimento em alvenaria aparente auto-portante no “Conjunto Nossa Morada, In: III Encontro nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis, 2003, São Carlos. Anais... São Paulo/SP: ENECS, 2003.

MILANI, A. P. S.; FREIRE, W. J. Características Físicas e Mecânicas de Misturas de Solo, Cimento e Casca de Arroz. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 26, n. 1, p. 1-10. 2006.

MOTTA, C. J.; MORAIS, W. P.; ROCHA, N. G. Tijolo de Solo Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. *Revista E-xata*, v.7, n.1, p.13-26, 2014.

MOURA, E. M.; SALES, J. N. B.; NASCIMENTO, N. C.; SOUSA, V. M. Z.; SILVA, D. D. C.; JUNIOR, V. D. L. “Caracterização e uso da cinza do bagaço de cana-de-açúcar em tijolos de solo-cimento”. *Ambiente Construído*, v.21, n.1, p. 69-80, Jan/mar. 2021.

OLIVEIRA, L. A. A.; BARROS, S. V.A. Tijolos de solo-cimento com perlita como MCS e cinza de algaroba e cajueiro como Filler. *Intern. Journal of Profess. Bus. Review*. Miami, v. 9, n.5, p. 01-18, e04629. 2024.

PECORIELLO, L. A.; BARROS, J. M. de C. Alvenarias de tijolo solo-cimento. *Revista Técnica*, São Paulo-SP, 87ed, Abril de 2004.



RODRIGUES, L. P. & HOLANDA, J. N. F. Recycling of Water Treatment Plant Waste for Production of SoilCement Bricks. *Procedia Materials Science*, 8,197-202. 2015.

SILVA, L.O.; SANTOS, G.N.; SARAIVIS, W.K. TIJOLO SOLO-CIMENTO: Fabricação e Utilização em Construções que Visam o Equilíbrio Ambiental. *Revista Conexão Eletrônica*, v.15, n.1, p. 446-455, 2018.

SOUZA, M. I. B. Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento. 116 f. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.