

ANÁLISE DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO INCORPORADOS COM PÓ DE BRITA.

Cybelle Thayane Medeiros Silva*
Samea Valensca Alves Barros**

* Graduanda em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos; cybellemedeiros@live.com;

** Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; Graduada em Serviço Social pela Universidade Estadual da Paraíba – UFPB; Professora Adjunta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos; sameavalensca@ufersa.edu.br;

RESUMO

O uso dos tijolos ecológicos ganhou destaque nos últimos anos na construção civil, devido às vantagens que apresentam em relação aos tijolos cerâmicos, fazendo com que essa utilização passe a ser uma alternativa para promover a gestão adequada dos resíduos sólidos, uma vez que o setor pavimentação é obrigado a mitigar os impactos ambientais negativos que causam ao meio ambiente. Como o processo de obtenção dos tijolos de solo-cimento permite a incorporação de matérias primas alternativas na sua composição e dispensa o processo de queima, percebe-se a importância de analisar a substituição parcial do solo pelo pó de brita. A absorção de água destes tijolos é um parâmetro norteador para indicar a viabilidade técnica destes, conforme a NBR 13555/2013.

OBJETIVO

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar os valores de absorção de água dos tijolos de solo-cimento produzidos com pó de brita em substituição parcial ao solo. O solo utilizado neste estudo foi um solo argiloso coletado em Caicó/RN.

METODOLOGIA

A caracterização física, química e mineralógica do solo foi realizada fazendo uso das seguintes técnicas: análise granulométrica por peneiramento; limites de Atterberg; composição química por fluorescência de raios X (FRX) e composição mineralógica por difração de raios X (DRX).

Palavras-chave: Tijolos Ecológicos. Resíduos Sólidos. Gestão Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A expansão da construção civil leva à uma crescente exploração dos recursos naturais, ocasionando impactos ambientais negativos. Pesquisadores buscam por alternativas capazes de tornar mais sustentáveis as atividades desenvolvidas pelo setor. Um dos mecanismos se dá através da incorporação de resíduos sólidos como matéria prima alternativa na confecção de tijolos ecológicos, concretos e/ou argamassas. Desta forma, é possível promover a gestão adequada dos resíduos gerados pelas indústrias que atendem tanto às demandas da construção civil, quanto de outros setores.

Morais (2014), afirma que a construção civil é o setor que mais faz uso dos recursos naturais, utilizando em torno de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, de forma que sua extração e manejo geram impactos negativos.

Um dos recursos naturais mais utilizados na construção civil há quase 5 mil anos como terra crua, é o solo, por ser um material abundante em todo o planeta (Pisani, 2006). No Estado do Rio Grande do Norte há uma exploração dos solos em grande escala, devido ao fato de ser um polo da indústria de cerâmica vermelha. Logo, como já existe comercialização de tijolos na região, verificou-se a necessidade de desenvolver técnicas de produção de materiais alternativos que possam atender a demanda existente com produtos ecológicos, e assim, contribuir com a cultura de tornar não só o setor da construção civil sustentável, como os demais setores produtivos. À medida que as próprias empresas da cerâmica vermelha podem ampliar sua abrangência em termos de materiais oferecidos, tornando-se ainda mais sustentável.

Outro material, que é extraído da natureza e muito utilizado na construção civil, é a brita. A brita é produzida em diversas faixas granulométricas para ser usada na execução de diversas construções da área civil, incluindo as de asfaltos e calçadas. Nos processos de extração e beneficiamento da brita para ser comercializada em diversos diâmetros, assim como após uso em pavimentação, gera-se o pó de brita, que é descartado de maneira inadequada no meio ambiente. Logo, passa a existir a necessidade de encontrar formas de reutilização desse resíduo sólido para contribuir com a promoção da gestão adequada desses resíduos oriundos da construção civil.

Vem ocorrendo no setor da construção civil um incentivo pela incorporação de rejeitos dos mais diversos setores econômicos na produção de materiais alternativos para atender suas demandas e tornar o setor sustentável. Nos últimos anos, tem-se investigado o uso do pó de brita em concretos e argamassas, a fim de verificar a viabilidade técnica desses na confecção de matrizes cimentícia (Menossi, 2019). Porém, como não se verifica estudos do uso do pó de brita em tijolos de solo-cimento na literatura, percebe-se a importância de investigar propriedades como a absorção de água dos tijolos incorporados com esse resíduo em substituição parcial ao solo.

Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa é investigar a utilização do pó de brita descartado inadequadamente nos entornos dos municípios de Caiçara do Rio do Vento/RN e Lajes/RN na confecção de tijolos ecológicos em substituição parcial ao solo, utilizando como parâmetro a absorção de água para avaliar a viabilidade técnica desse uso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tijolos de solo-cimento e as vantagens da sua utilização na construção civil

O tijolo de solo-cimento é definido como:

Uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial (SALA, 2006, p. 39)

A fabricação de tijolos em sistemas modulares não só gera menos resíduos, como pode absorver na sua confecção, resíduos sólidos gerados pelos mais diversos processos produtivos, além de sua estética mais agradável e economia no uso do reboco e do

assentamento. Como são moldados com dois furos, gera uma boa acústica e isolamento térmico, além de possibilitar a montagem por encaixe, que diminui não só o peso da alvenaria, como o tempo de execução e permite embutir a rede elétrica e hidráulica, dispensando o recorte em paredes, como dito por Motta (2019).

No Brasil, há uma grande variedade de tijolos de solo-cimento. A escolha de qual usar nas obras, vai de acordo com o projeto, a mão de obra que será utilizada, a disponibilidade no local, os equipamentos e outros condicionantes que levam a escolha do material. O Quadro 1 mostra alguns tipos de tijolos que já utilizam essa prática:

Quadro 1 - Tipos e dimensões de tijolos de solo-cimento produzidos no Brasil

Tipo	Tamanho	Características
Maciço comum	5 x 10 x 20 cm 5 x 10 x 21 cm	Assentamento similar ao do tijolo maciço comum.
Maciço com encaixes	5 x 10 x 21 cm 5 x 11 x 23 cm	O encaixe diminui o consumo da argamassa.
Metade do tijolo com encaixe	5 x 10 x 10,5 cm 5 x 11 x 11,5 cm	Elemento para quebras na formação e juntas desencontradas.
Tijolo com dois furos e encaixes	5 x 10 x 20 cm 6,25 x 12,5 x 25 cm 7,5 x 15 x 30 cm	Assentamento a seco, com cola branca ou argamassa bem plástica, as tubulações passam pelos furos verticais.
Metade do tijolo com furo e encaixe	5 x 10 x 10 cm 6,25 x 12,5 x 12,5 cm 7,5 x 15 x 15 cm	Elemento para acertar os aparelhos, para que não haja quebra.
Canaletas	5 x 10 x 20 cm 6,25 x 12,5 x 25 cm 7,5 x 15 x 30 cm	São empregados na execução de vergas, reforços estruturais, cintas de amarração e passagens de tubulações horizontais.

Fonte: Pisani (2006)

O tijolo de solo cimento tem que atender algumas regulamentações que vão desde sua fabricação, onde o solo é peneirado com duas aberturas de malhas obedecendo à NBR 10833 (2013), até os materiais, que são todos misturados até ficar de cor homogênea, sendo colocada a água de forma gradativa até chegar ao ponto de umidade ideal (umidade ótima). A mistura é colocada em prensas que resultarão nos tijolos que serão empilhados e colocados à sombra para a cura, sendo mantidos úmidos durante os sete primeiros dias para o melhor resultado. É essencial que esses sejam utilizados só 14 dias após a sua produção.

Outros parâmetros que devem ser atendidos para se produzir tijolos de solo-cimento ideais que visa o bom desempenho técnico dos mesmos, de acordo com a NBR 8491 (2012) e a NBR 8492 (2012), são menor absorção de água e maior RCS, determinam como limites para resistência à compressão e absorção de água os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros para RCS e absorção dos tijolos de solo cimento

	Resistência à compressão	Absorção de água
Média dos valores	≥ 2,0 Mpa	≤ 20%

Fonte: Adaptada da NBR 8491(2012) e da NBR 8491(2012)

Santos (2016) acrescenta que os tijolos de solo-cimento, quando atendem as especificações das normas, se tornam viáveis e vantajosos para uso na construção porque são espontaneamente encaixados, garantindo segurança, reduzindo tempo de execução e quantia de cola manipulada.

Motta (2019), cita como outra vantagem desses tijolos em relação aos tijolos convencionais a grande versatilidade que apresentam por possibilitar a execução de paredes expostas (não argamassadas) (Figura 1), contando apenas com uma proteção para evitar intempéries. Já em paredes estruturais, basta haver o preparo adequado na fabricação, pois os processos de moldagem e prensagem estão diretamente ligados à sua resistência.

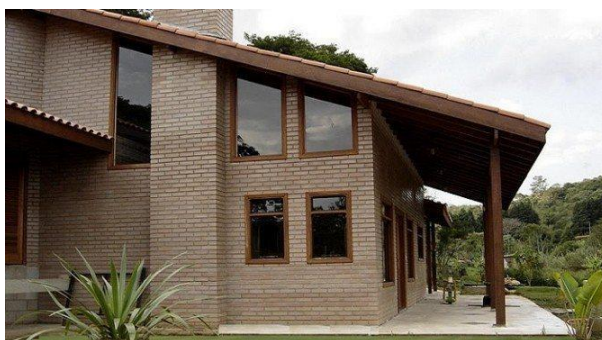


Figura 1: Casa construída com tijolo de solo cimento.

Fonte: (<https://dicasdearquitetura.com.br/tijolo-ecologico/>).

Por não haver necessidade de fornalhas para a combustão do tijolo, como é feito com os tijolos cerâmicos, o tijolo de solo-cimento pode ser fabricado também *in loco* (no local que a obra é executada) com o auxílio de prensas manuais ou hidráulicas, seguindo o procedimento da NBR 10833 (2012).

No Brasil, já são encontradas empresas que fabricam as prensas para fabricação dos tijolos de solo cimento, com capacidades produtivas de 500 a 2000 peças por dia. As variedades vão de prensas manuais e móveis às prensas motorizadas. Com um processo simples de execução, uma pessoa pode operar a prensa com algumas horas de aprendizado, sendo considerada outra vantagem em relação aos tijolos cerâmicos, que possuem um processo de fabricação mais complexo (Pisani, 2006).

As vantagens do tijolo de solo-cimento são inúmeras, destacando-se a de ser fabricado modularmente (Figura 2), o que permite as vigas e colunas serem inseridas nos furos e nas canaletas dos tijolos, distribuindo melhor as cargas nas paredes. Ademais, não são usadas madeiras para moldá-las. Conforme Motta (2019), a redução do tempo da construção cai em torno de 30% em relação à alvenaria tradicional, já que os sistemas hidráulico e elétrico são inseridos durante o levantamento das paredes, conforme ilustrados na Figura 3.



Figura 2: Tijolos de um e dois furos e canaletas.

Fonte: (<http://www.grandesconstrucoes.com.br/Materias/Exibir/entulho-de-obra-vira-tijolo-cologico>).



Figura 3: assentamento de tijolos ecológicos com material apropriado:

Fonte: (<http://tijoloecol.blogspot.com/2013/04/perguntas-e-respostas-sobre-o-tijolo.html>).

Pode-se destacar também, junto a Motta (2019), a economia de concreto e argamassa em 70% e de ferro de 50%, devido ao sistema modular, como é possível observar na Figura 4.



Figura 4: Passagem da fiação nas canaletas.

Fonte: (<http://www.machblocosrs.com.br/tijolos-ecologicos/tijolo-ecologico-para-churrasqueira/tijolos-ecologicos-tipo-caneleta-maravilha-em-santa-catarina>).

Uma das características mais interessantes do tijolo de solo-cimento é a possibilidade de inserir na constituição desses materiais alternativos, possibilitando a promoção da gestão de resíduos sólidos que apresentem características viáveis a esse uso. Santos (2016), optou por fazer a substituição parcial da fibra de rafia, material derivado de um tipo de palmeira e muito utilizado em indústrias de plástico e observou que esse uso proporcionou um aumento na resistência média e diminuição da absorção de água.

2.2 Características dos solos utilizados na confecção de tijolos de solo-cimento

Craig (2016) e Caputo (2016) definem o solo como um conjunto de partículas minerais, subproduto da rocha mãe, a qual foi decomposta por ação de intempéries, com vazios preenchidos com água e/ou ar, podendo ser classificado como solo residual aqueles cujas partículas permanecem próximas de sua origem e como transportado os que são transportados e depositados em local diferente da origem. Dependendo do local onde se forma o solo, pode-se encontrar matéria orgânica na constituição do mesmo. Nesses casos recebe outra classificação.

É definido também por Silva (2005), como material não consolidado na camada superficial da terra, composto de vários minerais, resultante da degradação física das rochas pelas intempéries (areias e pedregulhos) e das decomposições químicas (siltes e argilas). O solo, também, pode apresentar material orgânico na sua constituição, que é proveniente da decomposição animal e/ou vegetal.

O solo é matéria prima da construção civil há mais de 5 mil anos. Sua aplicabilidade vai desde a fundação até o telhado (como matéria prima das telhas de cerâmica) de uma casa residencial, por exemplo. Em todos os âmbitos da utilização do solo na construção civil, suas propriedades são analisadas cuidadosamente. Para os tijolos de solo cimento, os solos mais indicados são aqueles que apresentam as seguintes especificações básicas: teor de areia entre 45 e 90%; teor de silte + argila entre 10 e 55%; teor de argila menor que 20% e limite de liquidez - menor que 45%, conforme Silva (2005). Pois, apesar do solo ser um material natural abundante, nem todo solo pode ser utilizado para a produção de tijolos de solo cimento. Para tal, é necessária uma análise granulométrica para que características básicas sejam atendidas, como a fácil desagregação mantendo a proporção de tamanho original entre os grãos.

De acordo com a NBR 10833 (2012), para ser usado na fabricação de tijolos de solo-cimento, o solo não pode conter matéria orgânica em quantidade que possa prejudicar a hidratação do cimento na sua constituição. O solo tem que obedecer à uma granulometria que está apresentada na Tabela 2, seguidos do índice de liquidez, que é estabelecido em menor ou igual a 45% e o índice de plasticidade menor ou igual a 18%.

Tabela 2: Critérios e valores das características do solo

Critério	Valores
Peneira 4,75 mm	100%
Peneira 0,075 mm	10% a 50%
Limite de liquidez	≤ a 45%
Índice de plasticidade	≤ a 18%

Fonte: adaptado da ABNT NBR 10833: 2013

Há necessidade de uma escolha adequada do solo a partir da caracterização do mesmo em laboratório, para verificar se atende aos critérios estabelecidos pela NBR 10833 (2012), para que sejam usados na confecção de tijolos de solo-cimento e apresentados na Tabela acima. Caso não atenda, ao ser misturado e homogeneizado com o cimento, não irá adquirir a resistência mecânica necessária aos tijolos de solo-cimento e nem os valores que devem apresentar para absorção de água.

O solo é o material com maior proporção na fabricação de tijolos ecológicos. Como já visto anteriormente, apesar de sua abundância em todo o planeta, a escolha do solo ideal é fundamental para que seja usada a menor quantidade de cimento. Os solos que requerem menores quantidades de cimento são classificados como arenosos. Contudo, a presença da

argila na mistura do solo dá ao solo cimento, uma maior “liga”, como citado pela ABCP (2000).

O cimento é utilizado para estabilizar o solo não só para uso dos solos em tijolos-ecológicos como para outros usos por permitir a ocorrência de reações de hidratação nos silicatos e aluminatos presentes na mistura solo mais cimento. Isso gera um fluido que consegue preencher boa parte dos vazios na massa unindo ainda mais os grãos o que lhe permite ter uma ótima resistência inicial, conforme Anjos (2011).

2.3 Reuso do pó de brita na confecção de materiais alternativos

De acordo com a NBR 7211 (2009), agregados são materiais compostos por grãos de minerais duros, estáveis, duráveis, de origem natural, encontrados fragmentados ou que são resultados de britagem, sendo estes definidos na NBR NM ISO 3310-1 (1984) por meio de peneiramento, divididos em graúdos e miúdos. Os graúdos são agregados cujo os grãos passam pela peneira de malha 75mm e ficam retidos na peneira de malha 4,75mm. Os miúdos, são agregados cujos grãos passam pela peneira de malha 4,75mm. Dentro dessa classificação se encontram as britas, que após extração passam por processos, conforme Damo (2011).

O pó de brita é usado em diversos setores da construção civil, tais quais, pavimentação, usinas de asfalto, calçamentos com base asfálticas e de concreto, fabricação de pré-moldados, estabilizante de solos, confecções de argamassa para assentamento e emboço, paralelepípedos de concreto, entre outros, segundo Costa (2019).

Bezerra et al. (2017) destacam que a indústria de extração de pedra britada é um dos maiores geradores de resíduos, sendo este denominado como pó de pedra, que é descartado inadequadamente no meio ambiente, gerando uma problemática a ser resolvida pela sociedade.

Buscando uma solução para os resíduos do pó de brita, Silva (2015), realizando uma pesquisa acerca do pó de brita em substituição parcial da areia na confecção de concreto simples e adotando um traço de 32% de areia natural com 68% de pó de pedra (com base na NBR 7211 (2019)), observou que a substituição reduziu o fator de água/cimento do concreto sem perda de trabalhabilidade, tornando assim, superiores em termos de resistência nominal do concreto.

Para que se conheça a usabilidade do resíduo do pó de brita, é necessário que seja falado sobre a substituição parcial em argamassa, onde Marques (2012) apresenta resultados muito satisfatórios de tal substituição em três aspectos: é pontuado a fluidez da argamassa, a resistência à compressão e a absorção, destes, os melhores resultados foram os com 100% de substituição com pó de brita. Além de melhorar a fluidez, a substituição em 100% do pó de brita faz com que haja economia de água na produção.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram: pó de brita descartado após pavimentação entre os municípios de Lajes/RN e Caiçara dos Rios do Vento/RN, obras ocorridas na última reparação do pavimento no ano de 2019; água potável fornecida pela concessionária local para o sistema de abastecimento de Angicos/RN, a CAERN (Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte); solo oriundo do município de Caicó, sendo este próprio da região do Seridó Potiguar; e cimento CP2F.

3.2 Métodos

3.2.1 Beneficiamento do solo

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

3.2.2 Beneficiamento do pó de brita

O pó de brita após coletado foi peneirado em peneira da ABNT nº 200 (0,074mm) para só então ser usado na confecção dos tijolos de solo-cimento.

3.2.3 Caracterização Física do Solo

A caracterização física do solo foi realizada no laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, realizando os ensaios de granulometria por peneiramento (ABNT NBR 7181/84), tais como os ensaios limites de liquidez (ABNT NBR 6459/84), limite de plasticidade (ABNT NBR 7180/84) e compactação Proctor Normal (ABNT NBR 12024/90).

3.2.4 Caracterização química e mineralógica do solo

A caracterização mineralógica foi realizada utilizando a técnica de difração de raios X (DRX). Para esta análise, as amostras foram colocadas em porta amostra de alumínio e depois no Difratorômetro Shimadzu XRD-6000 com radiação $\text{CuK}\alpha$, tensão de 40kV, corrente de 30mA, modo de escaneamento por passos (*fixed time scan*), com passo de 0,02 e tempo de contagem de 0,6 segundos com ângulo 2θ percorrido de 5° a 60°.

A composição química do solo foi determinada por espectrometria de fluorescência de raios X (FRX). Enquanto a análise química foi realizada por meio da espectroscopia de energia dispersiva de raio-X (EDX), com detector EDS (Shimadzu EDX 720) para obter os óxidos presentes na composição das amostras. Vale salientar que a caracterização química-mineralógica foi realizada no LTM da UFCG.

3.2.5 Moldagem dos corpos de prova

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando moldes cilíndricos com dimensões (50x100) mm³ no traço 1:10, de acordo com a norma da NBR 12024 (2012) e teor de substituição de 25%, sendo 3 corpos de prova de referência e 3 de substituição.

3.2.6 Ensaio para determinação Absorção de água

A determinação da absorção de água foi realizada conforme a metodologia recomendada pela norma ABNT NBR 8492/84.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização física, química e mineralógica dos materiais

4.1.1 Solo

As características físicas do solo são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização física do solo.

Ensaio	Determinação	Resultados (%)	Limite NBR 10833/2012
Limites de Atterberg	Limite de Liquidez (LL)	34	45%
	Limite de Plasticidade (LP)	20	-

	Índice de Plasticidade (IP)	14	18%
Granulometria	Passando na peneira ABNT nº200 (0,0074 mm)	48	10% a 50%

Analisando os dados (Tabela 3), verificou-se que o solo oriundo do município de Caicó/RN pode ser utilizado na confecção de tijolos de solo-cimento, pois todos os seus parâmetros físicos se encontram dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 12024 (2012).

A composição química deste solo encontra-se na Tabela 4, onde se observou um elevado teor de sílica (43,77%) e de alumina (26,95%), típicos de solos argilosos.

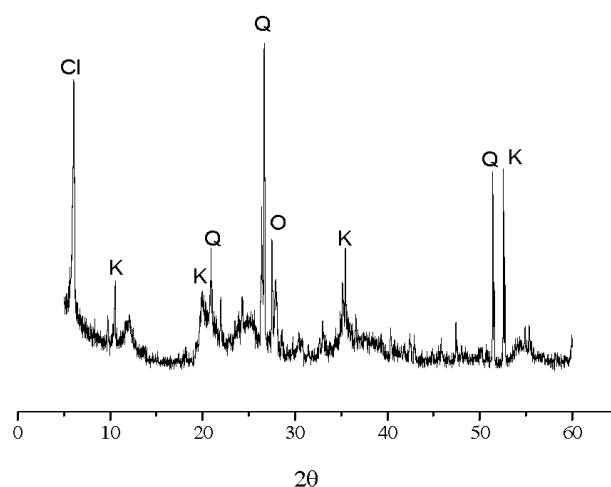
Tabela 4 – Composição química do solo utilizado na pesquisa.

Determinações (%)	SOLO
SiO ₂	43,77
Al ₂ O ₃	26,95
Fe ₂ O ₃	15,73
MgO	2,79
CaO	2,15
K ₂ O	1,34
Outros	1,47
Perda ao Fogo	5,80

Os resultados obtidos na Tabela 3 corroboram com os da Tabela 4, pois a análise granulométrica e os limites de Atterberg obtidos fazem com esse solo tenha sido classificado como argila siltosa com pouca fração grossa (Grupo A6), de acordo o método de classificação proposto pela *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

As fases mineralógicas apresentadas pelo solo foram: clorita (JCPDS file: 83-1381, **Mg₅OAl₁₀75CrO₂5Al₁**), caulinita (JCPDS file: 14-0164, $Al_2Si_2O_5(OH)_4$), quartzo (JCPDS file: 46-1045, SiO_2) e ortoclase (JCPDS file: 31-0966, $KAlSi_3O_8$), conforme pode ser visto na figura 7.

Figura 7 – DRX do solo utilizado na pesquisa. Onde: Cl – clorita, K – caulinita, Q – Quartzo e O – Ortoclase.



4.2 Avaliação dos tijolos de solo-cimento confeccionados com pó de brita

A Tabela 5 apresenta os valores obtidos para absorção de água por imersão dos tijolos de solo-cimento confeccionados com pó de brita em substituição parcial ao solo.

Tabela 5 – Absorção dos tijolos de solo-cimento estudados.

Traço 1:10	Absorção (%)	Desvio Padrão
25% de Pó de brita	20	±0,03
0% de Pó de brita (Referência)	22	±0,01

FONTE: Autoria Própria (2020).

Observa-se nos valores apresentados na Tabela 5, que o teor de 25% de substituição do pó de brita pelo solo quanto ao parâmetro da absorção apresenta viabilidade técnica para uso em tijolos de solo-cimento. Pois, o valor obtido para sua absorção foi menor que dos tijolos de referência. Ademais, se enquadra dentro do limite estabelecido pela norma (Verificar Tabela 1).

4 CONCLUSÃO

Após concretizada a pesquisa, podemos constatar que, há uma significativa facilidade em trabalhar com o solo utilizado, tendo em vista que este é um solo argiloso e de plasticidade média, o que facilita o seu uso, dando-lhe uma melhor trabalhabilidade. O solo analisado e utilizado, além de ter uma plasticidade que facilita seu trabalho, também possui limite de liquidez, índice de plasticidade e porcentagem passante na peneira 0,0074mm, atendendo assim à todas as exigências da norma ABNT NBR 10833 do ano de 2012 para ser usado em tijolos de solo-cimento e o valor obtido para absorção dos tijolos de solo-cimento com 25% de pó de brita em substituição ao solo ficou dentro limite exigido pelas normas ABNT NBR 8491 (2012) e 8492 (2012), demonstrando a viabilidade técnica desse uso. Os resultados indicaram que o solo atende as especificações técnicas exigidas para uso em tijolos de solo-cimento e o valor obtido para absorção ficou dentro do limite estabelecido.

REFERÊNCIAS

_____. **NBR 10833:** Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR 12024:** Fabricação de tijolo e bloco de Solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012

_____. **NBR 12024:** Solo-cimento — Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012

_____. **NBR 6459:** Solo – Determinação do limite de liquidez – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 7180:** Solo – Determinação do limite de plasticidade – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 7181:** Solo – Análise granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

_____. **NBR 7211:** Agregados para concreto — Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009

_____. **NBR 8491:** Tijolo de solo-cimento – Tijolos de solo-cimento – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR 8492:** Tijolo de solo-cimento – Análise Dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR 9182:** Solo - Ensaio de compactação – Método de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012

_____. **NBR NM ISO 3310-1:** Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - parte 1: peneiras de ensaio com tela de tecido metálico (LSO 3310-1:2000, IDT). Rio de Janeiro, 1984.

ANJOS, Cássia Mendonça dos. Utilização de resíduos de caulim em tijolos de solo-cal. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p.91-96, 28 ago. 2011.

BEZERRA, Anaiza Anália dos Santos; BARBOSA, Athos Alen Cabral Dantas; BARBOSA, Arthur Antunes Cabral Dantas; VELOSO, Allan Araújo; SANTOS, Layanne Pereira. Estudo de viabilidade da utilização do resíduo do pó de pedra como agregado miúdo em concreto. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2017, Campo Grande. Campo Grande: Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2017. v. 1, p. 1 - 10.

CAPUTO, Romero Pinto; CAPUTO, Armando Negreiros. **Mecânica dos solos: e suas aplicações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Amp(?), 2016.

COSTA, André Felipe Tenório de Holanda e Silva. Análise da adição de pó de brita no melhoramento de um solo, com vistas à pavimentação. **Interfaces Científicas**, Aracaju, v. 3, n. 3, p.75-86, ago. 2019.

CRAIG, R. F.; KNAPPETT, J. A.. **Mecânica dos Solos**. 8. ed. São Paulo: Grupo Editorial Nacional, 2009. 444 p.

DAMO, Gabriela Ferreira. **Avaliação do desempenho de diferentes agregados miúdos de britagem em concretos de cimento portland**. 2011. 230 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MARQUES, Maria Lidianie; CAMPOS, Kmilly dos Anjos. Estudo da adição do pó de pedra em argamassas de revestimento e assentamento. **Pindorama**, Bahia, v. 1, n. 3, p.150-164, jul. 2012.

MENOSSEI, Rômulo Tadeu; MELGES, José Luiz Pinheiro; AKASAKI, Jorge Luís; CAMACHO, Jefferson Sidney; FAZZAN, João Victor; TASHIMA, Mauro Mitsuuci;

SALLES, Flávio Moreira. **Pó de pedra: uma alternativa ou um complemento ao uso da areia na elaboração de misturas de concreto?**. **Holos Environment**, São Paulo, v. 10, n. 2, p.209-222, jan. 2010.

MORAIS, Marcelo Brito de; CHAVES, Armando Macêdo; JONES, Kimberly Marie. Análise de viabilidade de aplicação do tijolo ecológico na construção civil contemporânea. **Revista Pensar Engenharia**, Minas Gerais, v. 2, n. 2, p.1-12, jul. 2014.

MOTTA, Jéssica Campos Soares Silv; MORAIS, Paola Waleska Pereira; ROCHA, Glayce Nayara; TAVARES, Joicimara da Costa; GONÇALVES, Gabrielle Cristina; CHAGAS, Marcela Aleixo; MAGESTE, Jalson Luiz; LUCAS, Taiza de Pinho Barroso. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **Exacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p.14-26, maio 2014.

PISANI, Maria Augusta. Um Material de Construção de Baixo Impacto Ambiental: O Tijolo de Solo-Cimento. **Revista Aedificandi**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-17, jun. 2006.

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. **Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais**. 3.ed.rev.atual. São Paulo, ABCP, 2000. 16p.

SALA, Lia Geovana. Proposta de habitação sustentável para estudantes universitários. 2006. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Tecnologia, Unijuí, Ijuí, 2006.

SANTOS, Ádila Michele et al. Utilização de fibra de ráfia como adição em solo-cimento para produção de tijolos ecológicos: uma avaliação físico-mecânica. In: XX Encontro latino americano de iniciação científica, XVI Encontro latino americano de pós-graduação e VI Encontro de iniciação à docência, 20., 2016, São José dos Campos - Sp. Artigo. São José dos Campos - Sp: Univap, 2016. p. 1 - 6.

SILVA, L. S.; DEMETRIO, J. C. C.; DEMETRIO, F. J. C.. Concreto Sustentável: Substituição da Areia Natural por Pó de Brita para Confecção de Concreto Simples. **Cleaner Production Towards A Sustainable Transition**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.01-12, maio 2015.

SILVA, Sandra Regina da. **Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira**. 2005. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.