

ESTUDO DO SOLO-CIMENTO PARA A FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS

Laízy Karoliny de Freiras Silva¹
Joselito M. de F. Cavalcante²

RESUMO

Este trabalho de pesquisa apresenta o estudo dos tijolos solo-cimento, que promove uma visão ecológica, social e econômica, fundamental para os sistemas construtivos. Tendo como objetivo o estudo sobre as caracterizações de dois tipos de solos e cimento. Foram utilizados os solos provenientes da UFERSA campus Angicos, com características arenosas, usando cimento CP II e CP V da marca MIZU. Os solos naturais foram corrigidos com a cal da forma que fossem obtidos uma mistura mais adequada. Sendo avaliados corpos-de-provas, e realizando a avaliação das peças confeccionadas a partir de ensaios de absorção de água. Com o estudo deste material, percebe-se que pode-se usar o solo II com a adição de cimento CP V na fabricação dos tijolos.

Palavras-chave: Solo-cimento. Sustentabilidade. Tijolos Ecológicos.

1 INTRODUÇÃO

Acredita-se que a possível falta dos recursos naturais no mundo seja a principal justificativa para a procura pela sustentabilidade, sendo assim, a demanda de materiais que diminuam os impactos ambientais, e técnicas que façam com que esses materiais sejam possíveis para o uso teve um enorme aumento na atualidade. Perante o cenário presente na construção civil, percebe-se que é o setor que mais consome diariamente inúmeros materiais não renováveis, como por exemplo: areia,

cal, água potável, dentre outros. Em virtude disso, busca-se com frequência tecnologias que possam compensar essas fontes. Dentre os possíveis materiais inovadores da construção civil, está o tijolo solo-cimento ou tijolo ecológico como é bastante conhecido, o seu processo baseia-se em uma mistura de solo, cimento e água, que são compactadas e curadas.

Uma das vantagens da adoção desse método é a diminuição dos custos, pouco consumo de energia na extração da sua matéria prima, e não possui geração de resíduos e de poluição no seu procedimento, ocorrendo menos emissões de gases carbônicos, já que não acontecem as queimas dos tijolos, o que difere dos tijolos tradicionais. O tijolo ecológico, assim também é chamado, além da sua fácil fabricação, é bastante útil e prático, conforme a ECOTERM a facilidade e agilidade de assentamento do tijolo tem até 30% menos tempo de construção, possuindo também economia de concreto, argamassa e ferragem, apresentando características positivas, como seu formato que possui uma geometria que facilita o encaixe um sobre o outro, permitindo a passagem de vigas e tubulações, sem que haja a necessidade de cortes.

Além disso, outra vantagem importante é devido a sua matéria prima, visto que na produção dos tijolos o material com maior proporção é o solo, que de acordo com Pisani (2005, p. 53), “é abundante em todo o planeta, não gasta energia para ser queimado e possui características isolantes”, economizando energia em toda a sua fabricação.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de acordo com os dados do Produto Interno Bruto (PIB), depois de registrar queda de 6,4% em 2020, a Construção Civil superou todas as expectativas e cresceu 9,7% em 2021. Supõe-se que a partir do crescimento da população, a demanda na construção civil aumentou, e os problemas ambientais se agravam junto com esse crescimento, já que é preciso construir os materiais necessários para as obras, usando ainda mais os recursos da natureza, desse modo em todo o mundo existe a preocupação com a sustentabilidade, para que os impactos futuros sejam cada vez menores, tomando medidas ecologicamente corretas.

Este trabalho tem como propósito criar informações científicas necessárias para melhor compreender a construção do tijolo solo-cimento, a fim de estudar os

dois tipos de solos utilizados, verificando a possível viabilidade na sua fabricação usando como parâmetro de estudo, o ensaio de absorção de água, como também os tipos de cimentos que podem ser utilizados, a fim de buscar alternativas para reduzir o esgotamento de recursos naturais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Solo

A princípio existe uma grande diversidade de solos existentes, não é qualquer tipo de solo que pode ser usado na fabricação de tijolos solo-cimento. Por essa razão, é importante fazer a escolha correta quanto à granulometria do tipo de solo a ser usado. É necessário que o solo apresente algumas características básicas, por exemplo, ser facilmente desagregável e que o mesmo mantenha uma proporção de tamanho entre os grãos.

De acordo com, Grande (2003) conhecer o perfil dos solos possibilita analisar aspectos importantes quanto à utilização do solo-cimento. Já Pinto (2006) diz que, o tamanho das partículas dos solos é uma das características essenciais para diferenciar seus tipos, sendo que essas determinações específicas são empregadas para as diversas faixas de tamanho de grãos.

Ainda seguindo o pensamento de Grande (2003), em conhecimento ao preparo do solo- cimento e a granulometria do solo utilizados, apresenta:

Pedregulhos e areias fornecem ao solo atrito interno. São grãos constituídos por minerais resistentes ao intemperismo, em geral, o quartzo (SiO_2 cristalina) é o mais comum. É fato que solos arenosos necessitam de menores teores de cimento para sua estabilização, pois apresentam melhor comportamento mecânico. (GRANDE, 2003, p.9)

Na Tabela 1 é apresentada a classificação das partículas do solo de acordo com o seu tamanho.

CLASSIFICAÇÃO	DIÂMETRO DA PARTÍCULA (mm)
Pedregulho	2 - 76
Areia	0,075 - 2
Areia grossa	0,42 - 2
Areia fina	0,075 - 0,42
Silte	0,005 - 0,075
Argila	Inferior a 0,005

Tabela 1 - Classificação granulométrica das partículas do solo.

Conforme os estudos realizados pelo CEPED (1999), os solos mais adequados para executar o tijolo solo-cimento são os que possuem teor de areia variando 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%. Entretanto, a Portland Cement Association (PCA, 1969) leva em consideração que os melhores solos são os arenosos e pedregulhosos, contendo de 65 a 90% de areia e teor de silte + argila variando de 10 a 35%. Se por acaso o solo não possuir estas características, alguns autores consideram a possibilidade de correção granulométrica do solo, incrementando um solo arenoso ou areia pura, dando resultados em vantagens técnicas e econômicas (Silva, 2005). Porém ainda é necessário ter argila na composição do solo, que é justamente para garantir a coesão à mistura de solo e cimento, quando umedecida e compactada, para desmoldagem e manuseio dos tijolos após passarem pela prensagem.

Obrigatoriamente o solo utilizado não deve ter matéria orgânica em sua composição, tendo em vista que pode alterar as reações de hidratação do cimento, que conseqüentemente pode prejudicar a resistência à compressão do solo-cimento deixando estáveis. Por isso ao retirar o material não se deve usar a parte superficial

do solo, levando em consideração que há um predomínio de matéria orgânica (Silva, 2005):

Os solos ideais para esta mistura são aqueles que apresentam uma curva granulométrica bem distribuída, isentos de matéria orgânica, devendo-se ainda evitar os que contenham argilominerais do tipo montmorilonitas. (SILVA, 2005)

Com finalidade de saber as propriedades de um determinado solo é preciso fazer os ensaios de caracterização, eles são realizados em laboratórios, seguindo as normas da ABNT. Conforme a ABCP (2000), para a fabricação de solo-cimento os solos mais adequados precisam passar por esses processos: primeiramente passar pela peneira ABNT de 4,8mm (nº 4) como mostra na figura 1, de 10% a 50% da amostra passa pela peneira ABNT de 0,075mm (nº 200), apresenta limite de liquidez menor ou igual a 45% e índice de plasticidade menor ou igual a 18%.



Figura 1: Solo sendo peneirado (FONTE: Autoria própria)

2.2 O Cimento

O cimento é o principal material utilizado na construção civil. Sua fórmula está se ampliando e se tornando cada vez mais moderna, garantindo mais eficiência, menores custos de fabricação e aplicação, além de menor impacto para o meio ambiente. Ele é um pó fino, que é dado a partir de materiais pulverulentos que, ao serem misturados com água formam uma espécie de pasta, que pode ser modelada de acordo com o uso, endurecendo gradativamente, e o cimento Portland não se decompõe novamente.

No processo de fabricação do cimento Portland são utilizados como matérias-primas materiais calcários, como gesso, alumina e sílica. A fabricação consiste na moagem, mistura, em proporções definidas destes materiais, e sinterização numa faixa de 1450 °C, em um forno rotativo.

Pode-se considerar duas classificações para o material formado da adição de cimento ao solo, sendo estas o solo melhorado com cimento e o solo-cimento. Variando no teor de cimento adicionado, de 2% a 4% e de 6% a 10%, respectivamente, cuja finalidade é dar ao solo condições para diminuição de sua deformação plástica, distribuição granulométrica mais adequada e enrijecimento do material formado, conforme a aplicabilidade desejada.

Em virtude do que foi mencionado, o cimento possui diferentes composições, que levam a comportamentos específicos nas suas misturas com o solo, como também em concretos e argamassas, de forma que deve ser estudada para produzir o melhor desempenho destes materiais, podendo interferir, por exemplo, na ocorrência de processos de fissuração por retração. Segundo Grande (2003), a adição de cimento ao solo resulta na estabilidade volumétrica do material quando ocorre ganho ou perda de umidade, o material não se deteriora quando submerso em água, aumenta sua resistência à compressão e aumenta sua durabilidade.

Para melhor entendimento das classificações do cimento, é preciso entender as composições a seguir:

Clínquer: Sendo o principal componente na criação do cimento, é resultado da calcinação (queima) de uma mistura que é composta por calcário, argila e de outros componentes químicos como o silício, esses componentes se fundem parcialmente formando grãos entre 3 e 25mm.

Gesso: É incorporado ao clínquer para colaborar na regulação do tempo de pega que é o início do endurecimento do cimento, impedindo que ele endureça com mais facilidade e permitindo um maior tempo para manuseá-lo.

Escória: Normalmente, a escória é utilizada para tornar a liberação de calor das reações de hidratação mais lenta. É basicamente um subproduto da indústria siderúrgica, obtido através da fundição de minério para a purificação de metais. Pode ter a presença de materiais como cálcio, magnésio, alumínio, dentre outros.

Pozolanas: Esse material dá maior impermeabilidade ao cimento. Na presença de água e em contato com hidróxido de cálcio formam compostos aglomerantes, isto é, formam uma pasta que ajuda na união dos grãos do agregado. Podem ser naturais ou artificiais, as naturais são as cinzas vulcânicas, como elas não existem no Brasil, são usadas as pozolanas artificiais, que são as cinzas resultantes da combustão do carvão mineral ou argilas e folhelhos argilosos ativados entre 700°C e 900°C por calcinação.

Filler: É uma matéria-prima que tem uma granulometria muito baixa e por isso aumenta a trabalhabilidade e diminui a permeabilidade do cimento. Resultado de uma fina moagem, geralmente, de basalto, calcário e materiais carbonáticos.

Compreendendo os compostos e as funções dele na formulação do cimento, é possível analisar de acordo com a tabela 2, as classificações dos tipos de cimentos:

Cimento Portland (ABNT)	Tipo	Clínquer + Gesso (%)	Escória siderúrgica (%)	Material pozolânico (%)	Calcário (%)
CP I	Comum	100	-	-	-
CP I - S	Comum	95-99	1-5	1-5	1-5
CP II - E	Composto	56-94	6-34	-	0-10
CP II - Z	Composto	76-94	-	6-14	0-10

CP II - F	Composto	90-94	-	-	6-10
CP III	Alto-forno	24-65	35-70	-	0-5
CP IV	Pozolânico	45-85	-	15-50	0-5
CP V - ARI	Alta resistência inicial	95-100	-	-	0-5

Tabela 2 - Classificação dos tipos de cimento (ABCP)

Neste estudo, os tipos de cimento que fizeram parte da construção desses dados foram os cimentos CP II e CP V, sendo muito importantes para melhorar o desempenho dos tijolos solo-cimento. O tipo II é um cimento composto e mais resistente ao ataque de sulfatos, seu tipo é definido pela adição de escória, pozolana ou filler. Aliás é indicado para praticamente todas as fases de uma obra, e o seu custo e disponibilidade o torna muito popular. De acordo com Souza et al. (2008), o cimento Portland composto de pozolana (CP II Z-32), apresenta características aceitáveis para a fabricação do solo-cimento, além da facilidade de obtenção do material devido ao alto índice de utilização no mercado da construção, correspondendo a aproximadamente 75% da produção industrial. Com fim, o cimento tipo V - ARI é o cimento que não apresenta adições, porém apresenta uma dosagem diferente na produção do clínquer. O benefício deste produto é a velocidade em que a resistência máxima à compressão é alcançada, esse tipo apresenta alta resistência após apenas 7 dias da hidratação.

2.3 A Água

A água é uma substância insípida, inodora e incolor, sendo encontrada na sua forma líquida, estando em temperatura ambiente. Sabendo que ao utilizar a água na preparação do solo-cimento, a sua proporção na mistura é pequena. Ela tem a

função de conferir plasticidade e resistência mecânica suficiente ao solo, possibilitando o fácil manuseio da mistura, antes do endurecimento.

Assim como o solo, a água tem que ser potável, não pode haver matéria orgânica, e ser livre de sais, que podem interferir na reação de endurecimento do tijolo solo-cimento.

2.4 A cal

A cal é uma base muito utilizada na construção civil, desde a parte de pintura ou na elaboração de argamassas. Sua composição se dá por calcário, onde o calcário calcítico é mais utilizado na produção de cimento Portland. Os tipos mais comuns são a cal hidratada e a cal virgem que são muito utilizadas.

Esse material pode ser utilizado como pintura, argamassa mista, argamassa e cal aérea, agregada a outros materiais, e solo-cal que foi o manuseado nesse trabalho, para que a cal aumentasse a capacidade de suporte do solo e reduzisse sua expansibilidade.

2.5 Solo-cimento

De acordo com a NBR, o solo cimento é o produto endurecido que resulta da cura de uma mistura de solo, cimento e água que está sendo esquematizada na figura 2, em determinadas proporções, que são executadas conforme a NBR-12254. Segundo a ABCP (1985), o solo-cimento é um material de construção formado pela mistura homogeneizada, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas ao objetivo de uso. A maior parte da mistura é solo sendo que a parcela de cimento é muito baixa de 5 a 10 % de cimento em relação ao peso do solo são suficientes para estabilizar conferindo-lhe as propriedades desejadas.

De acordo com RIBEIRO (2013, p. 17) na formação do solo-cimento, é capaz de empregar materiais alternativos como por exemplo: plástico, borracha, papel, vidro, variados tipos de fibras, e resíduos provenientes de demolição, entre outros.



Figura 2: Componentes da mistura de solo-cimento (Brick – Sahara, 2001)

3 METODOLOGIA

A falta de novas tecnologias relacionadas ao desenvolvimento sustentável favoreceu a escolha desse tema, sendo realizado uma pesquisa experimental que teve como base a tentativa e erro que foi a partir disso, que foi observado os experimentos e formulando ideias. Onde foi possível realizar testes e informar as possíveis alterações dessas variáveis testadas.

Durante a execução deste trabalho foram moldados tijolos solo-cimento constituídos com proporções variadas e compactadas em prensa hidráulica. Após o procedimento de cura foram realizados ensaios de absorção de água. Os ensaios foram realizados sob condições controladas, no Laboratório de Materiais de Construção da UFERSA campus Angicos/RN.

Foram utilizados neste trabalho dois tipo de solos, que são eles: Solo I recolhido do local onde fica o abrigo de resíduos com características arenosas contendo pouca argila, e o solo II que foi retirado do açude que está localizado na UFERSA campus Angicos que possui características arenosas, porém com uma quantidade maior de argila. O cimento utilizado em todos os ensaios foi o CP II e CP V da marca MIZU, que é um cimento com alta resistência e versátil, no qual colabora para a desmoldagem dos corpos de prova, e também sendo utilizado a cal. Para o estudo das misturas solo-cimento-cal, foram definidas as seguintes combinações (tabela 3):

A	Solo I (passado em peneira malha 8) + 10% CP II – corpos de prova cilíndricos; Corpos de prova moldados em prensa hidráulica – aproximadamente 1 ton.
B	Solo I (passado em peneira malha 8) + 10% CP II + 10% de cal – corpos de prova cilíndricos; Corpos de prova moldados em prensa hidráulica – aproximadamente 1 ton.
C	Solo I (passado em peneira malha 8) + 10% CP V – corpos de prova cilíndricos; moldados de forma manual e em prensa hidráulica;
D	Solo II (passado em peneira malha 8) + 10% CP V – corpos de prova cilíndricos; moldados de forma manual e em prensa hidráulica;

Tabela 3: Misturas dos solos (Autoria própria)

Foram feitos corpos de prova cilíndricos, o molde empregado na produção dos corpos de prova cilíndricos (CPs) possuíam 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, dimensões respaldadas pela NBR 7215 (1996) que foram preparados seguindo as especificações das normas, ABNT NBR 12024: Solo-cimento - Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos – Procedimento. Usando as proporções de 10% de cimento em todas as misturas, apenas no solo I foi acrescentada cal, portanto as proporção foram de 5 kg de solo, para 500 g de cimento CP-II e CP-V separadamente. Os resultados encontrados foram analisados. Logo após os testes, foi realizada a conclusão da pesquisa e a análise dos resultados, pode-se averiguar as propriedades, características, e absorção.

3.1 FABRICAÇÃO DOS TIJOLOS SOLO-CIMENTO

O tijolo solo-cimento é produzido com o intuito de amenizar as agressões ao meio ambiente em virtude da redução na emissão de CO₂ na atmosfera, como

também da diminuição da derrubada de árvores para a extração de madeira para as queimadas do tijolo convencional.

O processo de fabricação do tijolo pode ser resumido no fluxograma mostrado na figura 3.

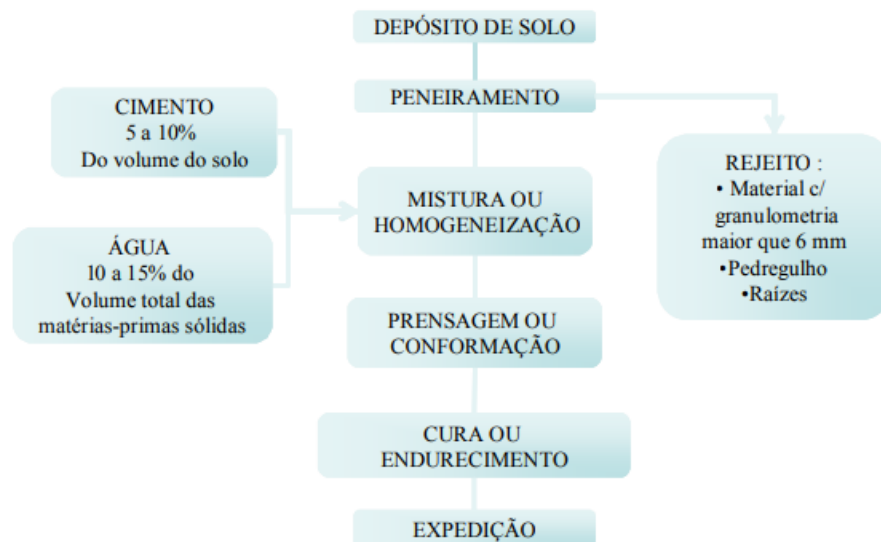


Figura 3: Fluxograma de processo de fabricação de tijolos de solo-cimento (Fonte: GOMES, 1980)

O solo e o cimento são misturados manualmente, com o objetivo de se obter uma massa homogênea (figura 4). Em seguida, é adicionado água em pequenas quantidades para dar liga à mistura, utilizando o teste empírico de compressão manual, no qual tem a finalidade de saber a melhor umidade da mistura, que é quando consegue-se separar partes sem grudar nas mãos, e sem esfarelar.



Figura 4: Mistura homogênea (FONTE: Autoria própria)

. Após a mistura, a massa produzida foi colocada para a prensa manual contraindo assim, logo após a prensagem, a forma de tijolo. Após retirar os corpos de prova, recém produzidos, da prensa, estes foram conduzidos para uma superfície plana e lisa (figura 5). Quando transcorrido o tempo necessário de horas a partir do fim da moldagem, os tijolos foram umedecidos com o auxílio de um borrifador, com intervalo de tempo, entre uma borrifada e outra, por um período de 7 dias.



Figura 5 – Moldagem do corpo de prova (FONTE: Autoria própria)

Para a indicação da absorção de água dos corpos de prova cilíndricos foi realizada seguindo os procedimentos descritos na norma NBR 10836 (2013). Na realização deste ensaio foram utilizadas peças, com tempo de cura adequado (aproximadamente 28 dias), uma balança digital, uma estufa e um recipiente plástico, que foi utilizado como tanque de imersão, como mostra a figura 6.



Figura 6: CPs imersos na água (FONTE: Autoria própria)

3.2 ENSAIO DE ABSORÇÃO

A média dos valores de absorção de água devem-se apresentar no máximo de 20% aos sete dias e, aos 28 dias, os valores individuais devem ser iguais ou menores que 22%. As amostras escolhidas constituem também os corpos de prova desse ensaio e devem ser secas em estufa, entre 105°C e 110°C, até a massa ficar constante. São pesadas assim que sua temperatura estiver ambiente, assim se tem a massa M1. Em seguida os corpos de prova devem permanecer imersos em um recipiente com água durante 24h.

Tendo passado esse período, devem ser retirados da água, e enxugados superficialmente com um pano e devem ser pesados antes que o tempo de permanência fora da água atinja 3 minutos, assim obtendo a massa M2. O percentual encontrado a partir da diferença entre a massa saturada e a massa seca do corpo de prova corresponde ao valor de sua capacidade total de absorção de água. Tais valores são expressos em porcentagem pela Eq. 1:

$$A = \frac{M2 - M1}{M1} * 100 \quad (1)$$

Onde: A= absorção de água obtida (%)

M1= massa do corpo seco

M2= massa do corpo saturada

4 RESULTADOS

Avaliando as misturas feitas com os dois tipos de solo, e usando os dois tipos de cimento, usando a prensa manual e hidráulica pode-se observar dada a análise dos ensaios de absorção de água, de acordo com a equação 1, que a média dos valores de absorção de água podem ser observados pela tabela 4.

MISTURAS	TIPO DE PRENSAGEM	ABSORÇÃO
Solo II – 10% de cimento CP II	Prensa	13,32%
Solo II + 10% de cimento CP V	Prensa	13,71%
Solo II + 10% de cimento CP V	Manual	19,88%
Solo I + 10% de cimento CP II + 10% de cal	Manual	20,23%
Solo II – 10% de cimento CP II	Manual	21,38%
Solo I + 10% de cimento CP II	Manual	21,62%
Solo I + 10% de cimento CP V	Manual	21,62%

Tabela 4: Percentual de absorção dos CPs.

De acordo com a norma, a absorção de água deve apresentar a média dos valores igual ou menor que 20%, conforme foi analisado esses dados, pode-se perceber que os resultados que corresponderam a média limite de absorção de água foram os solo II com o tipo de cimento CP V que obteve a porcentagem de 19,88%, e o solo I com o cimento CP II, com o adicional de cal que teve como porcentagem de absorção 20,23%, e a mistura que mais apresentou esta nos limites da norma foi a mistura do solo II com cimento CP II e CP V respectivamente com as porcentagem de 13,32% e 13,71%. As outras misturas passaram menos de 2% da média, além do mais, analisando os dados da tabela 4, percebemos que o solo I com os cimentos CP II e CP V, possuíram o mesmo valor de obtenção de água.

Dessa maneira, compreendendo os dados (tabela 4), observa-se que o solo II por ser arenoso e possuir um pouco a mais de argila na sua composição, comparado com o solo I, e o uso do cimento CP II e CP V, e o uso da prensa hidráulica, trouxe a essa mistura mais liga, transformando à mais adequada para a fabricação futura de tijolos solo-cimento.

Isso se deu pelo fato do solo ser mais impermeável, e pela a utilização da prensa, já que por esse motivo haverá menos vazios nos tijolos, fazendo com que a água passe com menos facilidade, fornecendo um resultado ideal nos teste de absorção de água. Os resultados obtidos são apresentados a seguir e referem-se aos dados (tabela 5) de caracterização física e mecânica dos corpos de prova quanto aos testes de absorção de água por imersão que foram realizados apenas com o cimento CP II.

AMOSTRA	MISTURA	RESULTADO
A	Solo I + 10% de cimento CP II	Se dissolveram, não resistindo as 24hrs
B	Solo I + 10% de cimento CP II + 10% de cal	Se dissolveram, não resistindo as 24hrs
C	Solo II + 10% de cimento CP II	Se dissolveram, não resistindo as 24hrs

Quadro 1 - Amostras das misturas

5 CONCLUSÕES

Verificou-se, que o estudo de alguns materiais acerca da produção de tijolos solo-cimento, o fator determinante para uma melhor qualidade do solo-cimento precisa de um tipo de solo adequado, umidade de moldagem, o tipo de prensa, as proporção de solo/cimento ideal, tipo de estabilizante e o processo de cura. Assim, ter um solo que esteja nos padrões necessários para o uso, que apresente características similares ao solo arenoso, que seja impermeável, e que não possua matéria orgânica na sua composição é a melhor opção.

Podemos constatar que, há uma significativa facilidade em trabalhar com o solo II, tendo em vista que este é um solo argiloso e arenoso, e os dois tipos de cimentos se encaixam nessa mistura, e a forma como esses tijolos são prensados fazendo total diferença nesse trabalho, assim como mostra a tabela 4, percebe-se de acordo com os dados que utilizando a prensa hidráulica terá melhores resultados na produção dos tijolos, e como também se utilizar o cimento CP V, ele vai lhe conferir uma melhor mistura, pois o cimento é mais resistente que os comuns, e não possui adições na sua composição.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – **ABCP. Solo-cimento na habitação popular.** 1985, São Paulo. 14p. illus. 30cm.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento. Especificação.** Rio de Janeiro, RJ, 1994. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Método de ensaio.** Rio de Janeiro, RJ, 1984. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio.** Rio de Janeiro, RJ, 1994. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12024: Solo-cimento – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, RJ, 1990. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12025: Solo-cimento – Ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, RJ, 1990. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12254: Execução de sub-base ou base de solo-cimento. Procedimento.** Rio de Janeiro, RJ, 1990. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, RJ, 1996. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND – **ABCP. Solo-cimento na habitação popular.** 1985, São Paulo. 14p. ilus. 30cm.

CEPED – **Centro de Pesquisa e Desenvolvimento. Manual de construção com solo cimento – MT-5.** Thaba, Camaçari, Bahia. 1999. Convênio CEPED / BNH / URBIS / CONDER / PMC / OEA / CEBRACE. 114 p. il. 4ª edição.

CASTRO, V. G. Cimento Portland. In: **Compósitos madeira-cimento: um produto sustentável para o Futuro** [online]. Mossoró: UFERSA, 2021, pp. 13-21. ISBN: 978-65-87108-26-1. <https://doi.org/10.7476/9786587108612.0002>.

CBIC. **Informativo econômico: A Construção Civil superou todas as expectativas e cresceu 9,7% em 2021**, 2022. Disponível em : <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/03/informativo-economico-pib-04-marco-2022.pdf>> . Acesso em: 10 de setembro de 2022.

ECOTERM. **Tijolo ecológico**, 2022. Disponível em: <<https://ecoterm.com.au/tijolo-ecologico>> Acesso em: 15 de Novembro de 2022.

FASCIO, Antonio. **Tipos de cimento: confira suas aplicações e as variedades de produtos**. Papo de engenheiro, 2021. Disponível em: <<https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/venha-conhecer-os-diferentes-tipos-de-cimento-e-suas-aplicacoes/>> . Acesso em: 16 de Novembro de 2022.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP. 2003.

PINTO, C. S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

Portland Cement Association - PCA (1969). **Soil-cement construction handbook**. Illinois, PCA, 42p.

PINHEIRO, Igor. **Cimento: Entenda os tipos e suas aplicações**. Inova civil, 2019. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/entenda-os-tipos-de-cimento-e-suas-aplicacoes/>> Acesso em: 16 de Novembro de 2022.

PEREIRA, Caio. **Tijolo ecológico: o que é, tipos, vantagens e desvantagens**. Escola Engenharia, 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/tijolo-ecologico/>. Acesso em: 7 de novembro de 2022.

RIBEIRO, Lincoln Ronyere Cavalcante. **Processo de produção e viabilidade do tijolo modular de solo-cimento na construção civil no estado do RN**. 2013. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2013.

SILVA, S. R. (2005) **Tijolos de solo-cimento reforçado com serragem de madeira**. Tese (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Belo Horizonte – MG, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 219p.

SANTOS, A. D. (2004) **Estudo de propriedades de físicas e químicas de um novo cimento selador endodôntico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Ilha Solteira - SP. Universidade Estadual Paulista – UNESP, 68 p.