

**ESTUDO EXPLORATÓRIO DA FABRICAÇÃO DE TIJOLO DE SOLO-  
CIMENTO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE ALVENARIA,  
ARGAMASSA E CONCRETO UTILIZANDO-SE MATERIAIS  
EXTRAÍDOS NA CIDADE DE FOZ DO IGUAÇU - PR**

**César Winter de Mello (Professor Mestre em Engenharia Civil**

<http://lattes.cnpq.br/5627137185579581>, UNILA, Foz do Iguaçu,

[cesar.mello@unila.edu.br](mailto:cesar.mello@unila.edu.br)

Felipe Martins Queiroz (Engenheiro Civil, <http://lattes.cnpq.br/5302148708557713>, Itaipu-

Binacional, Foz do Iguaçu, [fqueiroz2@gmail.com](mailto:fqueiroz2@gmail.com)

**RESUMO**

A construção civil é reconhecida como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social. Em contrapartida é uma das atividades que mais geram impactos ambientais, portanto, é dever do setor buscar por soluções ecologicamente sustentáveis, com o objetivo de preservar o meio ambiente, surge então uma vertente de estudos na área da construção civil, com a busca por materiais sustentáveis. A presente pesquisa visou avaliar a eficácia da utilização de resíduos de alvenaria e argamassa na fabricação de tijolos de solo cimento. Por meio de ensaios de resistência, com os modelos nos padrões existentes e o solo da região, procurou-se verificar sua viabilidade técnica e para o uso em edificações. Através da produção de três dosagens, compostas de cimento, areia, solo e resíduo de alvenaria, argamassa e concreto, pôde-se perceber que com a correção do proporcionamento com 30% de areia em volume conseguiu-se atingir resultados satisfatórios relacionados à resistência à compressão, além de atender às tolerâncias dimensionais e de valores médios de absorção de água. Além disso, a dosagem com adição de 60% de resíduo também obteve resultado positivo em relação a dosagem sem a adição do mesmo, atendendo às tolerâncias mínimas de resistência e dimensionais, porém resultado desfavorável quanto à absorção de água. A análise também pode se verificar o atendimento das tolerâncias dimensionais dentro do limite estabelecido pela norma e o ganho de resistência de acordo com o aumento da adição dos resíduos de alvenaria, argamassa e concreto. Isso decorre da grande quantidade de material cimentício

presente nos resíduos, melhorando significativamente as propriedades mecânicas dos tijolos. Através dos ensaios realizados, constatou-se que com alguns ajustes nas dosagens é possível a reutilização do resíduo de alvenaria, argamassa e concreto na fabricação de tijolos de solo cimento com o solo extraído da região, atendendo, assim, a resolução 307 do Conama.

**Palavras-chave:** *Solo-Cimento. Resíduo de construção e demolição. Construção*

*EXPLORATORY STUDY OF THE MANUFACTURE OF SOLO-CEMENT BRICK WITH ADDITION OF WASTE OF MASONRY, MORTAR AND CONCRETE USING MATERIALS EXTRACTED IN FOZ DO IGUAÇU - PR - BRAZIL*

#### **ABSTRACT**

*The construction industry is recognized as one of the most important activities for the economic and social development. On the other hand is one of the activities that generate the most environmental impacts, so it is the duty of the industry to search for environmentally sustainable solutions, with the goal of preserving the environment, then there is a strand of studies in the area of construction, with the search for materials sustainable. This study aimed to evaluate the effectiveness of using waste brick and mortar in brick manufacture, through endurance tests with models in existing standards and soil of the region, checking their technical feasibility and for use in buildings. The implementation of the survey highlighted several strengths including the gain in compressive strength and dimensional variation given its requests of the relevant standard, demonstrating that with small adjustments can reuse the waste brick, mortar and concrete, given the CONAMA resolution 307.*

**Keywords:** *Soil-cement brick. Construction and demolition waste. Building Construction.*

## **1 INTRODUÇÃO**

A construção civil é reconhecida como uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social. Em contrapartida é uma das atividades que mais geram impactos ambientais, portanto, é dever do setor buscar por soluções ecologicamente sustentáveis. Com o objetivo de preservar o meio ambiente, surge então uma vertente de estudos na área da construção civil, com a busca por materiais sustentáveis.

Em meados de 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, no uso de sua competência, definiu as classes de resíduos, onde classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição, e uma das soluções apontadas para esses resíduos de acordo com a resolução é a sua reciclagem.

Neste sentido a presente pesquisa visa avaliar a eficácia da utilização de resíduos de alvenaria, argamassa e concreto na fabricação de tijolos de solo-cimento. Tais tijolos serão fabricados nos modelos existentes e utilizando material extraído da região de Foz do Iguaçu-Pr.

Os resultados positivos em relação ao material proposto poderão servir de conscientização para a utilização do mesmo nos canteiros de obra, diminuindo o impacto ambiental causado por esses resíduos e também utilizando um produto que dispensa a queima para sua fabricação.

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa é verificar a qualidade do tijolo solo-cimento com adição de resíduos de alvenaria, argamassa e concreto, produzido com o solo proveniente do município de Foz do Iguaçu, PR. Já como objetivos específicos deve-se analisar a viabilidade técnica da adição de resíduos de alvenaria argamassa e concreto, na composição do tijolo solo-cimento e comparar a composição normal do tijolo, com as seguintes dosagens em: 1:3:6 (cimento, areia e solo, respectivamente, composição normal); 1:3:6 (cimento, resíduo e solo, respectivamente); 1:6:3 (cimento, resíduo e solo, respectivamente). E, por fim, analisar os parâmetros normativos de resistência a compressão, dimensões e absorção dos corpos de prova produzidos.

### **1.1 Resíduos na Construção civil**

De acordo com o artigo 2º do CONAMA, considera-se resíduo da construção civil os materiais provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e aqueles resultantes de preparação e da escavação de terrenos. Pode-se citar tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, tintas, madeiras, argamassa, telhas, dentre outros. Tais materiais são chamados de entulhos de obra ou caliça (BRASIL, 2002).

A NBR-10004 (ABNT, 1987i) considera que os resíduos sólidos, independentemente de sua origem, devem ser classificados de acordo com seu risco ambiental, para que possam sofrer a correta destinação e manuseio.

Por outro lado, a Resolução 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), no seu artigo 3º, aponta como deve ser classificados os resíduos, sendo divididos em quatro classes distintas bem como a forma de destinação, como se apresenta Quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Classificação e forma de destinação de resíduos, conforme Resolução 307 CONAMA

<b>Classe</b>	<b>Caracterização do Resíduo</b>	<b>Destinação dos resíduos</b>
Classe A	Resíduos reutilizáveis como agregados (ex.: tijolos, blocos, telhas, argamassa e concreto)	Reutilizados ou reciclados como agregados ou levados em aterros de RDC.
Classe B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
Classe C	São os resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção ou oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros;(ex.: tintas, solventes, óleos e outros)	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2002)

## 1.2 Tijolos de solo-cimento

A mistura homogênea do solo compactado, cimento e água com a técnica adequada, proporcionam um material conhecido como mistura solo-cimento. Essa mistura proporciona

um material com boas propriedades, com uma boa resistência a compressão, com um baixo índice de retração e um bom índice de impermeabilidade e ainda uma boa vida útil (ABCP, 2016).

Para fabricação de tijolos solo-cimento, pode-se utilizar desde as técnicas mais simples, até os equipamentos mais sofisticados e automatizados, podendo ser feitos desde caixas de madeiras com socagem manual à mecânicas automatizadas, variando os custos de produção, conforme escala. O processo de fabricação do tijolo solo-cimento tem como base de matéria-prima principal o solo, cimento e água, sendo basicamente produzido por prensagem, isento da queima em fornos, sendo assim considerado um tijolo mais sustentável que os de processo convencional (BAUER, 2010).

Os tijolos de solo-cimento podem ser classificados em maciço ou vazado, de acordo com normas específicas. O tijolo maciço de solo-cimento, de acordo com a NBR 10832 (ABNT, 1989 f), é aquele cujo volume não é inferior a 85% de seu volume total aparente. Já o tijolo vazado de solo-cimento, conforme NBR 10834 (ABNT, 1994 g), é aquele que possui uma seção transversal útil, variando entre 40% a 80% da seção transversal total, sendo ambos constituídos por uma mistura homogênea compactada e endurecida de solo, cimento Portland, água e eventualmente aditivos e em proporções que atendam as especificações das normas.

No que se refere aos componentes deste tijolo, o solo é o principal item para obter-se o solo-cimento. Já o cimento é aplicado em quantidade que varia de 5% a 10% do peso do solo, devendo ser empregado de maneira a estabilizar a mistura e obter as propriedades de resistência desejadas. O solo aplicado a essa mistura, pode ser praticamente de qualquer tipo, mas deve-se observar o teor de areia, onde são mais apropriados valores entre 45% e 50%. Existe restrição quanto ao uso de solos com matéria orgânica incorporada à sua composição (solo de cor preta). O solo a ser utilizado na mistura pode ser do próprio local de obra (ABCP, 2016).

### **1.3 Principais propriedades dos tijolos de solo-cimento**

Segundo Tauil (1990), as propriedades dos tijolos e controle de qualidade, são itens fundamentais para o bom desempenho da obra, evitando desperdícios e patologias nas obras.

Neste sentido a NBR 10834 (ABNT, 1994g) determina que para o controle de qualidade dos tijolos de solo-cimento a formação dos lotes devem ser de 10.000 tijolos ou fração superior e destes são retirados ao acaso 10 amostras para a caracterização dimensional, mecânica (resistência à compressão), absorção de água.

Na Tabela 1 a seguir, são apresentados os valores mínimos de resistência à compressão e de absorção de água, de acordo com a NBR 10834 (ABNT, 1994g).

Tabela 1 - Valores mínimos de resistência à compressão e absorção de água

<b>Valores - limites (aos 28 dias)</b>	<b>Média</b>	<b>Individual</b>
Resistência à compressão (MPa)	$\geq 2,0$	$\geq 1,7$
Absorção de água (%)	$\leq 20$	$\leq 22$

Fonte: Adaptado da NBR 10834 (ABNT, 1994g)

Já com relação às dimensões dos tijolos, a NBR 10834 (ABNT, 1994g) afirma que as amostras devem atender à tolerância de fabricação de 3 mm para cada uma das três dimensões, as quais são indicadas na NBR 10835 (ABNT, 1994h).

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

Inicialmente, para a fabricação dos tijolos de solo-cimento, foi necessário encontrar e selecionar as matérias primas. O solo utilizado neste trabalho foi aquele encontrado na região de Foz do Iguaçu, sendo do tipo argiloso, oriundo da decomposição da rocha basáltica, do tipo latossolo roxo distrófico e eutrófico, sendo o solo característico do tipo podzólico vermelho-amarelo eutrófico.

A coleta do solo se deu a partir de uma profundidade aproximada de 2 metros, visando evitar a concentração de massa orgânica contida nas primeiras camadas. A presença dessa massa orgânica pode prejudicar o desempenho do tijolo de uma maneira geral. A Figura 1 apresenta o perfil do corte onde se fez a coleta do material argiloso.

Figura 1 - Perfil do corte para obtenção do solo argiloso



Fonte: Dos autores

Já o cimento utilizado foi do tipo CP II - Z 32, sendo de comercialização comum na região de Foz do Iguaçu – PR, tendo características de resistência adequada para a confecção do tijolo solo-cimento.

Além disso, buscou-se resíduos de alvenaria, argamassa e concreto, os quais são coletados por uma empresa de recolhimento de entulhos e encaminhados para uma central de moagem. O processo de trituração é realizado por um moinho e armazenado adequadamente.

A seleção deste material para a confecção dos tijolos de solo-cimento teve como base a restrição do tamanho do grão em função do equipamento de moldagem do tijolo, que não deve conter partículas maiores que 4,8 mm de diâmetro. Sendo assim, com o auxílio de uma peneira com esta dimensão, aproveitou-se apenas o material passante e descartando aquele retido. Na Figura 2, são apresentados em a) o local de armazenamento dos resíduos e em b) os resíduos coletados para caracterização física.



Figura 2: Resíduos de alvenaria, argamassa e concreto



a) armazenamento dos resíduos



b) resíduos coletados para caracterização física

Fonte: Dos autores

## 2.2 Métodos

Inicialmente realizou-se a caracterização do solo coletado para a composição das dosagens dos tijolos de solo-cimento. Para tanto, utilizaram-se as recomendações das seguintes normas:

- NBR 6457 - Preparação de amostras de solo e ensaio de caracterização;
- NBR 6459 – Determinação do limite de liquidez;
- NBR 7180 – Determinação do limite de plasticidade;
- NBR 7181 - Análise granulométrica de solos.

O ensaio de granulometria define o tamanho dos grãos que constituem o solo coletado, através do método de separação dos mesmos através de peneiras colocadas de forma crescente de baixo para cima. Ficam retidos em cada peneira a quantidade relativa de grãos pertencentes a cada granulometria, podendo assim fazer a determinação da curva granulométrica do solo e suas respectivas contribuições na amostra.

Já a determinação do limite de liquidez serve para determinar a umidade abaixo da qual o solo se comporta como material plástico, ou seja, a umidade de transição entre os estados líquido e plástico do solo.

O ensaio de determinação do limite de plasticidade, serve para determinar o limite do solo entre o estado plástico e semi sólido, ou seja, o momento em que o solo deixa de ser plástico e começa a ser quebradiço.



Além destes ensaios, foi necessário a execução do teste de retração linear, o qual consiste em confeccionar uma caixa de madeira com as medidas de 8,5 cm (largura) x 60 cm (comprimento) x 3,5 cm (altura), fazer a preparação do molde com a aplicação de óleo mineral para que o solo possa trabalhar de forma livre no interior do molde e, em seguida, se faz a preparação do solo com a adição de água até que atinja a consistência desejada. Recomenda-se que o ponto ótimo é quando a massa começar a colar na colher de pedreiro. Após, espalha-se a mistura no molde sem socar, deixando o material devidamente rasado no seu interior. Posteriormente a este procedimento deixar a mistura guardada em um ambiente fechado, protegido de chuva e sol, por um período de sete dias. Logo após, faz-se a soma das retrações e trincas no sentido do comprimento da caixa, devendo a soma ser inferior a 20 mm, caso seja superior deve-se adicionar areia para a estabilização do material (MAN, 2016).

Para este ensaio, verificou-se a retração do material com e sem adição dos resíduos, sendo avaliado se o próprio resíduo possa fazer a estabilização requerida se necessária. A Figura 3 mostra o ensaio de retração linear em análise.

Figura 3: Ensaio de retração linear



**SOLO + 30% RESÍDUOS**   **SOLO + 60% RESÍDUOS**   **100% SOLO**

Fonte: Dos autores

A caracterização dos resíduos de alvenaria, argamassa e de concreto se deu através do peneiramento em malha a partir da 4,8 mm de forma a adequar sua granulometria para a confecção do tijolo solo-cimento com a adição deste resíduo. Este procedimento foi feito de forma manual fazendo a pré-seleção do material e em seguida realizado o ensaio de granulometria dos resíduos passantes, conforme NBR 7217 (ABNT, 1987e).

E por fim, foram confeccionados 10 corpos de prova de cada dosagem abaixo relacionadas:

- 1 volume de cimento, 3 volumes de areia média e 6 volumes de solo;
- 1 volume de cimento, 3 volumes de resíduos e 6 volumes de solo;
- 1 volume de cimento, 6 volumes de resíduos e 3 volumes de solo.

Os corpos de prova foram moldados em máquina de prensagem manual, com formato usual dos tijolos, tendo a sua cura realizada em sombra e temperatura ambiente.

A moldagem dos corpos de prova se deu com a homogeneização das misturas de solo, resíduos e cimento inicialmente a seco. Logo após adicionado água cerca de 4% a 5% da mistura. Na Figura 4, a seguir, mostra os tijolos já moldados e em processo de cura.

Figura 4: a) Tijolos de solo-cimento moldados e em processo de cura e b) aspecto final



a)



b)

Fonte: Dos autores

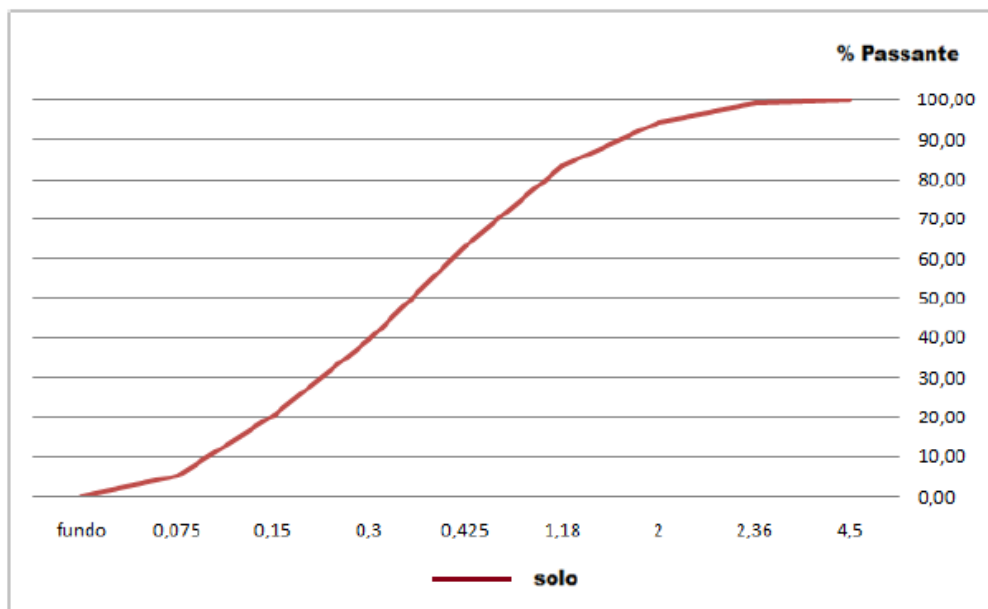
Após transcorrido 28 dias de cura, passou-se às análises das características físicas e mecânicas dos tijolos de solo-cimento.

Iniciou-se pela análise dimensional, a qual deve ser feita tendo como base as exigências normativas, como já mencionado no item 2.3. Da mesma forma, as tolerâncias de resistência à compressão e de absorção de água devem ser antedias, conforme apresentado anteriormente.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização e análise dos materiais iniciou-se pelo ensaio de análise granulométrica, ensaio de limite de liquidez, ensaio de plasticidade do solo. Na Figura 5, apresenta-se a curva granulométrica do solo selecionado.

Figura 5 - Curva granulométrica da amostra de solo

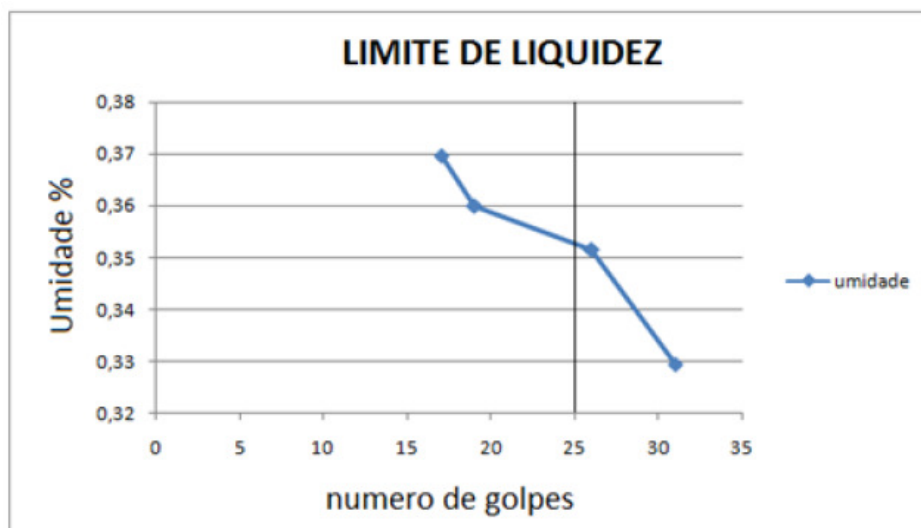


Fonte: Dos autores

Já o resíduo de alvenaria, argamassa e concreto e composições utilizadas para a confecção dos corpos de prova passaram apenas por caracterização granulométrica dos componentes e uma verificação da retração linear da mistura, onde se obtiveram os dados apresentados a seguir.

O limite de liquidez foi determinado pelo ensaio de Casagrande, onde se obteve a umidade de transição do estado plástico para o líquido, com o valor de umidade limite de 35,14%, conforme apresentado na Figura 6, a seguir:

Figura 6: Curva de umidade do limite de liquidez do solo



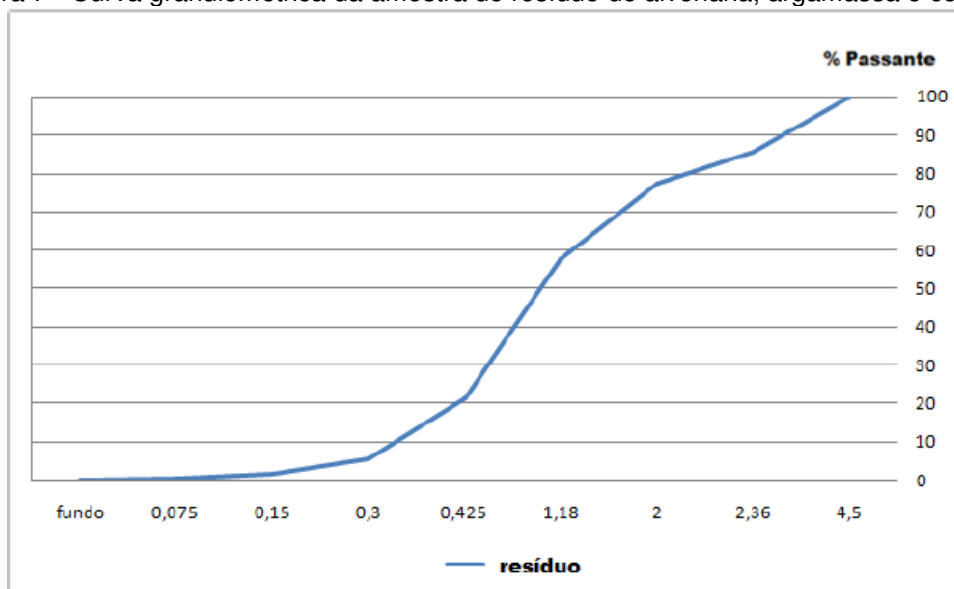
Fonte: Dos autores

O ensaio de limite de plasticidade do solo determina o limite de transição entre o estado plástico do solo para o sólido. O resultado do ensaio de plasticidade obteve o valor de 23,9% de umidade.

Com esses dois parâmetros é possível se obter o índice de plasticidade, que é basicamente a subtração do limite de plasticidade e limite liquidez, tendo um percentual de umidade do estado plástico de trabalho igual a 11,24%.

Já a análise granulométrica do resíduo de alvenaria, argamassa e concreto foram obtidas através do ensaio de peneiramento dos resíduos onde se pode representar através da curva da Figura 7:

Figura 7 - Curva granulométrica da amostra de resíduo de alvenaria, argamassa e concreto



Fonte: Dos autores

O ensaio de retração linear dos materiais básicos da constituição dos corpos de prova apresentaram os valores indicados na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2: Resultados do ensaio de retração linear

<b>Areia</b>	<b>Resíduo</b>	<b>Solo</b>	<b>Retração Linear</b>
0%	30%	70%	18 mm
0%	60%	40%	3 mm
0%	0%	100%	25 mm
30%	0%	70%	15 mm

Fonte: Dos autores

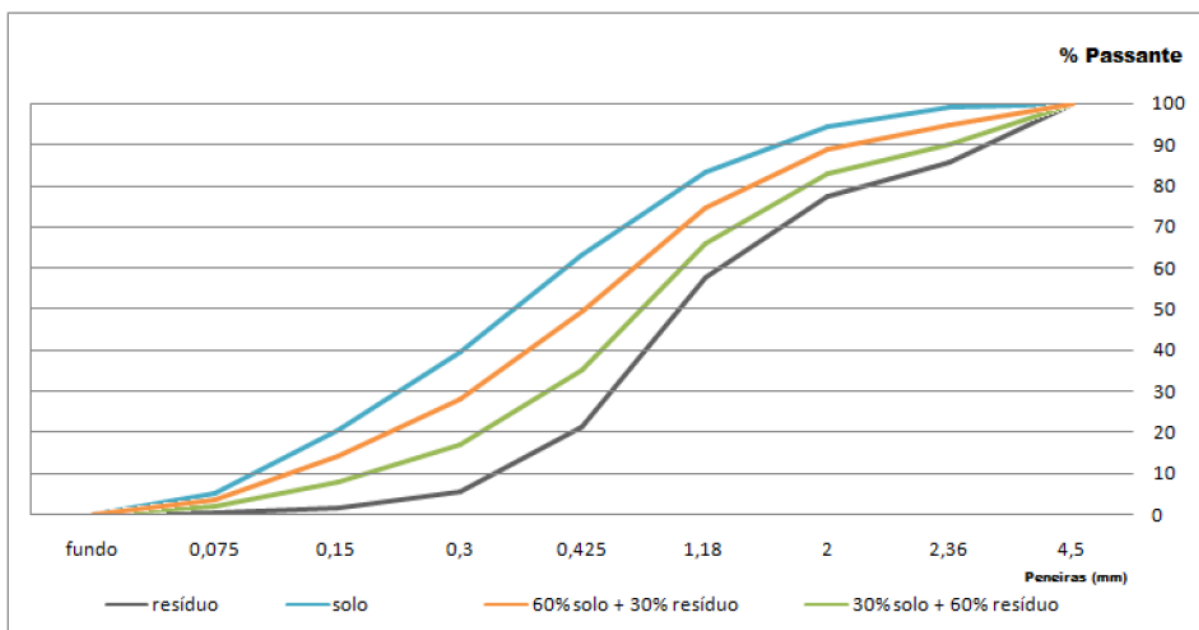
Com os dados obtidos anteriormente é possível comparar as respectivas granulometrias dos materiais e ter uma ideia do material constituinte dos corpos de prova, tendo uma noção da textura do material, conforme Tabela 3 e Figura 7:

Tabela 3: Comparativo de granulometria dos materiais e composições

Peneiras (mm)	% passante 30% Solo + 60% resíduo	% passante 60% Solo + 30% resíduo	% passante solo	% passante resíduo	Textura (diâmetro equivalente)
Fundo	0,00	0,00	0,00	0,00	Areia fina/silte/argila
0,074	1,95	3,49	5,04	0,41	
0,15	8,00	14,33	20,66	1,66	
0,3	16,81	28,14	39,48	5,48	Areia média
0,6	35,29	49,31	63,32	21,27	Areia grossa
1,18	66,07	74,59	83,12	57,55	
2	82,93	88,71	94,48	77,16	
2,36	90,03	94,61	99,19	85,45	Pedregulho
4,8	100,00	100,00	100,00	100,00	fino

Fonte: Dos autores

Figura 7: Curva granulométrica comparativa dos materiais base utilizados



Fonte: Dos autores

Após os ensaios de caracterização dos materiais constituintes, foram fabricados os tijolos de solo-cimento nas dosagens apresentadas anteriormente. E, depois de 28 dias de cura,

realizados os ensaios de verificação dimensional, absorção de água e resistência a compressão. Os resultados obtidos nesta fase estão expostos nas Tabelas 4 e 5 que seguem:

Tabela 4: Resultados da análise dimensional da variação máxima dos corpos de prova

Cimento (%)	Areia (%)	Resíduo (%)	Solo (%)	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)
10	0	30	70	1,4	2	0,7
10	0	60	40	0,8	1,5	0,7
10	0	0	70	0,8	2	0,2

Fonte: Dos autores

Tabela 5: Resultados dos ensaios de absorção e compressão

Cimento (%)	Areia (%)	Resíduo (%)	Solo (%)	Absorção (%)	Resistência à compressão (MPa)
10	0	30	70	24,37	3,73
10	0	60	40	25,17	4,48
10	0	0	70	20,17	3,43

Fonte: Dos autores

Através da análise dos resultados demonstrados pode se perceber uma variação de acordo com as dosagens estabelecidas. O tijolo solo-cimento apenas corrigido com a adição de 30% areia, obteve resultado satisfatório de resistência média a compressão, tendo o seu valor 71 % maior que o solicitado pela norma, atendendo os requisitos de tolerância dimensional cuja a variação foi inferior aos 3 mm. Porém, obteve um valor médio de absorção superior em 0,17% maior que o permitido pela NBR 10834, que é de 20% na média das amostras ensaiadas.

A análise dos dados também revelam um ganho de resistência à compressão, comparado com o valor mínimo definido por norma (2,0 MPa), de cerca de 8,7% maior no tijolo solo-cimento com a adição de 30% de resíduos de alvenaria, argamassa e concreto, em relação ao tijolo solo-cimento com a adição apenas de 30% areia.

O teste de análise dimensional também obteve um resultado favorável atendendo a variação máxima permitida por norma (< 3 mm). Porém, a absorção de água apresentou um resultado desfavorável, tendo um valor de 4,37% maior que o máximo permitido (< 20%).

O resultado do corpo de prova de solo-cimento com a adição de 60% de resíduos de alvenaria, argamassa e concreto obteve também um resultado positivo em relação ao tijolo sem adição de resíduos, perfazendo cerca de 30,61% de ganho de resistência à compressão, atendendo assim aos requisitos de tolerância dimensional, porém, obteve um resultado desfavorável no resultado do ensaio a absorção de água, onde ultrapassou o limite médio máximo em 5,17%.

#### **4 CONCLUSÕES**

Com a análise de todos os resultados pode-se perceber que algumas curvas características, onde a adição de resíduos de alvenaria, argamassa e concreto, cujo o mesmo tem uma granulometria maior na sua maioria em relação ao solo, faz com que o tijolo solo-cimento tenha um aumento da absorção de água, devido ao aumento de sua porosidade pela constituição característica.

Pode-se verificar que o atendimento das tolerâncias dimensionais estão dentro do limite estabelecido pela norma e o ganho de resistência de acordo com o aumento da adição dos resíduos de alvenaria, argamassa e concreto. Isso ocorre devido a a presença de material cimentício nos resíduos, o que melhorou significativamente as propriedades mecânicas dos tijolos.

Pode se perceber pontos positivos na elaboração deste trabalho, como ganho de resistência a compressão e baixa variação dimensional, demonstrando que com pequenos ajustes é possível a reutilização do resíduo de alvenaria, argamassa e concreto, atendendo a resolução 307 do Conama.

#### **5 REFERÊNCIAS**

ABCP. **Solo-Cimento**. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/conteudo/basicosobre-cimento/aplicacoes/solo-cimento>. Acesso: 04 de abril, 2016.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457**: Preparação de amostras de solo e ensaio de caracterização. Rio de Janeiro, 1986a.

\_\_\_\_\_. **NBR 6459**: Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1986b.

\_\_\_\_\_. **NBR 7180**: Solo - Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984c.

\_\_\_\_\_. **NBR 7181**: Solo - Análise granulométrica. Rio de Janeiro, 1984d.



\_\_\_\_\_. **NBR 7217:** Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987e.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004:** Resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 1987f.

\_\_\_\_\_. **NBR 10832:** Fabricação de Tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Rio de Janeiro, 1989g.

\_\_\_\_\_. **NBR 10834:** Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1994h.

\_\_\_\_\_. **NBR 10835:** Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – forma e dimensões. Rio de Janeiro, 1994i.

BAUER, Falcão L. A. **Materiais de construção**. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

MAN. **Fabricação de tijolos solo-cimento**. Disponível em: [http://www.man.com.br/man\\_2/img/cartilha\\_-\\_solo\\_cimento\\_v1.1.pdf](http://www.man.com.br/man_2/img/cartilha_-_solo_cimento_v1.1.pdf). Acesso: 04 de abril, 2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 307, 2002.

TAUIL, Carlos Alberto. **Manual técnico de alvenaria**. São Paulo: ABCI/PROJETO, 1990.