



AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA DURABILIDADE DE TIJOLOS SOLO-CAL DEVIDO A INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Suelen Silva Figueiredo Andrade(*), Jéniffer Paloma da Cruz Leal, Virgínia Limeira Lopes Brito, Larissa Santana Batista, Giovanna Feitosa de Lima

*Universidade Federal de Campina Grande UFCG, Suelensfigueiredo@gmail.com

RESUMO

A indústria da construção civil, além de ser a responsável por mais da metade dos resíduos sólidos urbanos gerados, ainda é considerada o maior consumidor individual de recursos naturais. Os impactos causados por essa indústria têm motivado pesquisas que objetivam desenvolver novas técnicas de reutilização e reciclagem dos resíduos da construção civil para fabricação de materiais alternativos e incentivar o desenvolvimento sustentável. Dentre os materiais alternativos, o tijolo solo-cal possui vantagens como simplicidade de produção, resistência à compressão semelhante aos tijolos convencionais, além de não passar pelo processo de cozimento. A incorporação do entulho da construção civil aos tijolos solo-cal torna-se viável devido à possibilidade desses resíduos, quando finamente moídos, apresentarem propriedades cimentantes, podendo substituir parte da cal utilizada no material. Porém para assegurar confiabilidade nas aplicações desses novos materiais, é fundamental que se avalie sua durabilidade. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar a durabilidade de tijolos solo-cal incorporados com resíduos de demolição da construção civil. Foram confeccionados corpos-de-prova utilizando o traço 1:10 em proporção de cal:solo, e utilizado o resíduo em substituição parcial a cal, na proporção de 25% para períodos de cura de 28, 60 e 90 dias. Os materiais utilizados foram submetidos a uma caracterização através do ensaio de granulometria por peneiramento e limites de Atteberg. O estudo mostrou a necessidade de um maior período de cura para este material, tendo em vista que as reações pozolânicas ocorridas com a cal são lentas. Assim, aos 90 dias de cura foram obtidos melhores resultados durante o envelhecimento, já que nesse período as reações já estavam mais consolidadas. Neste caso, a composição com incorporação de 25% de RD ao solo-cal apresentou resistência à compressão simples superior a composição de referência, solo-cal. Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que pode ser viável a utilização de resíduos da construção civil em tijolos solo-cal sem função estrutural. Para a realização do ensaio, utilizou-se um equipamento da BP Engenharia, com razão de aquecimento de 12,5°C/min. A temperatura máxima nas análises foi de 1000°C e o padrão utilizado na análise termodiferencial (ATD) foi o óxido de alumínio (Al₂O₃) calcinado.

PALAVRAS-CHAVE: tijolo solo-cal, resíduo de demolição e durabilidade.

ABSTRACT

The civil construction industry, besides being responsible for more than half of the solid urban waste generated, is still considered the largest individual consumer of natural resources. The impacts caused by this industry have motivated research that aims to develop new techniques for reusing and recycling construction waste to manufacture alternative materials and encourage sustainable development. Among the alternative materials, the soil-lime brick has advantages such as simplicity of production, resistance to compression similar to conventional bricks, besides not going through the baking process. The incorporation of construction waste to the soil-lime bricks becomes feasible due to the possibility of this waste, when finely ground, to present cementing properties, and can replace part of the lime used in the material. However, to ensure reliability in the applications of these new materials, it is essential to evaluate their durability. This research aimed to evaluate the durability of soil-lime bricks incorporated with demolition waste from construction. Test specimens were made using a 1:10 lime:soil ratio, and the waste was used as a partial substitute for lime, at a proportion of 25%, for curing periods of 28, 60 and 90 days. The materials used were submitted to a characterization through sieving granulometry test and Atteberg limits. The study showed the need for a longer curing period for this material, considering that the pozzolanic reactions occurring with lime are slow. Thus, at 90 days of curing better results were obtained during aging, since in this period the reactions were already more consolidated. In this case, the composition with incorporation of 25% of RD to soil-lime presented higher compressive strength than the reference composition, soil-lime. The results obtained in this research showed that it may be feasible to use construction waste in soil-lime bricks without structural function.

KEYWORDS: soil-lime bricks, demolition residues and durability.



INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor responsável por grande parte dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Os resíduos da construção civil têm sua origem não só nas demolições e reformas, mas também em deficiências no processo construtivo, como erros ou indefinições na elaboração dos projetos e na sua execução, qualidade dos materiais empregados, perdas na estocagem e no transporte (OLIVEIRA, 2004). Segundo dados da ABRELPE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais), os resíduos de construção e demolição (RCD) somaram mais de 50% dos RSU em 2018. Grandes impactos ambientais são gerados devido à disposição inadequada destes resíduos e dos grandes volumes acumulados.

Alguns desses impactos são plenamente visíveis e revelam um extenso comprometimento da qualidade do ambiente e da paisagem local. Vedroni (2007) menciona o fato de que a indústria da construção civil gera impactos ao meio ambiente ao longo de toda a sua cadeia produtiva. Estes impactos afetam o ar, solo, lençol freático, paisagem, animais, plantas e o habitat humano. Há ainda a questão econômica, já que os recursos naturais necessários às construções bem como as áreas para a deposição dos resíduos se tornam cada vez mais escassos e conseqüentemente mais onerosos. Daí a importância de desenvolver novas técnicas de reutilização e reciclagem do entulho e motivar os geradores a diminuir este desperdício.

A reciclagem do resíduo de construção e demolição transforma um material aparentemente sem uso, em uma fonte de matéria prima que serve tanto para obras prediais e residenciais, como também soluciona os problemas que as municipalidades enfrentam com o gerenciamento desses resíduos (VIEIRA, 2003). Quando reciclado, o resíduo pode ser utilizado na produção de diversos itens para a construção civil e infraestrutura urbana, se faz necessário apenas analisar os efeitos da composição do reciclado e da sua alta taxa de absorção na durabilidade dos componentes. As principais utilizações para o entulho de construção civil são: a aplicação sem nenhum tipo de beneficiamento em aterros ou bota foras ou a aplicação de um processo de reciclagem para obtenção de agregados graúdos e miúdos (OLIVEIRA, 2004).

Um exemplo da utilização de RCD como agregado é o uso desse material na incorporação ao tijolo solo-cal. De acordo com USBR (1998) apud Lopes Junior (2007), o tijolo solo-cal é o produto resultante da mistura íntima compactada de solo, cal e água, em proporções estabelecidas através de dosagem. Possui diversas vantagens como a simplicidade de produção, que pode ser feita utilizando-se equipamentos simples e de baixo custo, não necessita mão de obra especializada e tem sua resistência à compressão, semelhante à do tijolo convencional. Além disso, esse tipo de tijolo não passa pelo processo de cozimento dos tijolos convencionais, o que também evita os impactos causados por esse processo de fabricação.

Sabe-se, no entanto, que para se ter um tijolo solo-cal com baixo consumo de cal e de boa qualidade necessita-se de um solo com características adequadas. A incorporação do entulho da construção civil em sua fabricação torna-se viável devido à possibilidade desses resíduos serem processados de modo que se obtenham propriedades cimentantes. Entretanto para que a incorporação do resíduo seja utilizada em tijolos solo-cal para uso em construção civil é necessário, entre outros, o estudo da durabilidade. Lima (2010), afirma que uma das exigências para a durabilidade é que, quando utilizada e sob as condições ambientais previstas em projeto, determinada estrutura conserve durante toda sua vida útil, a segurança, a estabilidade e a aptidão em serviços requeridos inicialmente.

Segundo Oliveira (2006) apud Lima (2010), considerando a complexidade dos mecanismos de degradação, a prolongada vida útil dos produtos da construção civil e os elevados custos das obras civis, torna-se fundamental a estimativa do comportamento do novo produto dentro dos princípios de avaliação de desempenho. Assim, a avaliação da durabilidade certamente é o aspecto mais importante do desenvolvimento de um novo material (LIMA, 2010).

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo estudar a durabilidade de tijolos solo-cal, incorporados com resíduos de demolição para uso em construção civil a fim de propor nova destinação dos resíduos de construção e demolição e assim, reduzir sua presença no meio ambiente. O estudo da durabilidade foi realizado utilizando-se o método do envelhecimento acelerado (molhagem e secagem), através das propriedades mecânicas, sendo estes parâmetros comparados com os valores de referência e normas da ABNT.

METODOLOGIA

O resíduo utilizado foi recolhido de demolições ocorridas durante a reforma do Laboratório de Solos I da UFCG/Campus I, Campina Grande. O solo argiloso utilizado é proveniente do Município de Lagoa Seca e a cal calcítica hidratada usada é conhecida comercialmente como Carbomil, fabricada no Município de Limoeiro do Norte – CE.

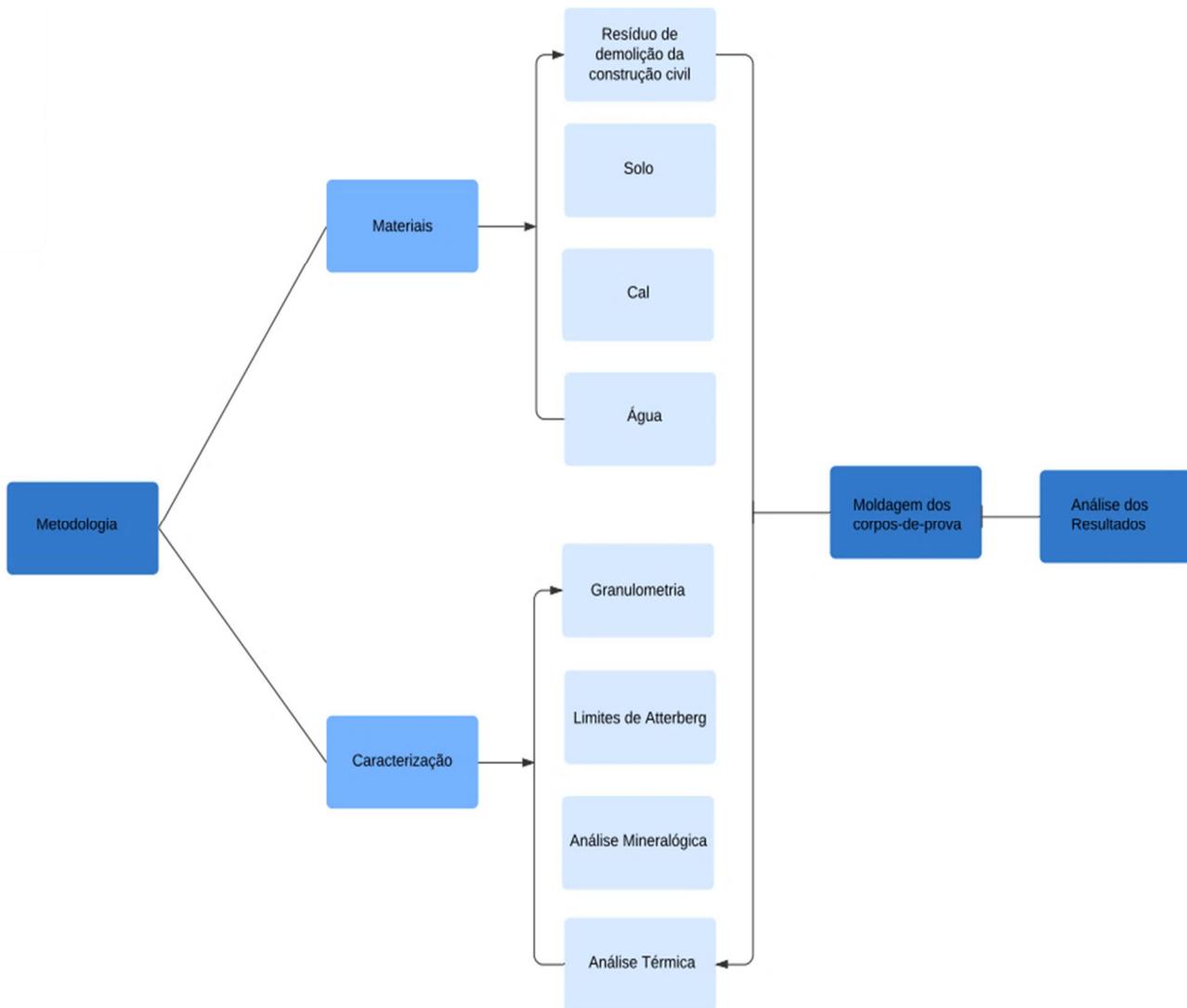


Figura 1: Metodologia. Fonte: Autor do Trabalho.

Para a utilização dos materiais, foram realizados alguns processos de beneficiamento dos mesmos. Para o resíduo da construção civil, inicialmente, foi realizado um processo de separação dos materiais indesejáveis, como madeira, plásticos, ferro, etc. Posteriormente o material foi beneficiado através do britador de mandíbula, moinho de galga, e peneirado em peneira ABNT n° 200 (0,074mm), para obter-se granulometria equivalente a cal. Uma vez preparado, o resíduo foi colocado em sacos, etiquetado e lacrado. Já o solo, após ser coletado, foi seco ao ar, desagregado e peneirado em peneira ABNT n° 4 (4,8mm).

Para caracterização granulométrica do solo, em estado bruto, foi determinada de acordo com a norma ABNT NBR 7181/84. Os limites de liquidez, plasticidade e índice de plasticidade, chamados de limites de Atterberg, foram determinados de acordo com as metodologias propostas pelas normas ABNT NBR 6459/88 e NBR 7180/84.

Os corpos-de-prova foram moldados utilizando-se moldes cilíndricos, com dimensões básicas de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, tomando como referência a norma ABNT NBR 12024/92. O traço utilizado para a confecção desses corpos-de-prova foi de 1:10 (cal + resíduo:solo). O fator água/aglomerante foi de 1,98 e determinado através da umidade ótima de compactação. Foram confeccionados corpos-de-prova de referência, sem adição de resíduo e com incorporação de 25% de resíduo de demolição (RD) em substituição a parte do aglomerante (cal).

O estudo da durabilidade foi feito através do método de molhagem e secagem. Os corpos-de-prova moldados com solo-cal (referência) e os incorporados com 25% de resíduo em substituição ao aglomerante (cal) foram submetidos à análise.

A análise da durabilidade foi realizada nas seguintes etapas:

1. Esperou-se o período de cura dos corpos-de-prova;
2. Uma amostragem de 4 corpos-de-prova de cada composição foi retirada do tanque, secado em estufa por aproximadamente 5 horas a uma temperatura de 60°C e determinada a resistência média à compressão simples inicial.



Outra amostragem com a mesma quantidade de corpos-de-prova foi deixada no tanque para realização do ensaio mecânico no final de todos os ciclos, representando a resistência média à compressão simples final;

3. Os corpos-de-prova restantes foram submetidos a 12 ciclos de molhagem e secagem, ao fim de cada ciclo uma amostra de 4 corpos-de-prova foi retirada e submetida ao ensaio de compressão simples, representando a resistência média à compressão simples do ciclo;

4. Por fim, os corpos-de-prova que estavam no tanque e não foram submetidos ao envelhecimento foram submetidos ao ensaio mecânico.

O ensaio para determinar a resistência à compressão simples foi realizado nos corpos-de-prova, seguindo as prescrições indicadas pela NBR 12025 (ABNT, 1990). A prensa utilizada foi a SHIMADZU AG-IS com célula de 100 KN.

RESULTADOS

As curvas de distribuição granulométrica acumulada do solo utilizado nesta pesquisa apresentam comportamento modal com ampla distribuição de partículas, entre 0,2 µm– 110µm, com diâmetro médio de 29,82 µm com D₁₀ de 3,45µm, D₅₀ de 26,21 µm e D₉₀ de 61,05 µm. A massa acumulada equivalente a fração argilado solo (< 2µm) foi de 5,55%, a fração silte (2 µm< X < 60 µm) foi 83,77% e a fração areia(60 µm< X < 2000 µm) de 10,68%.

Em relação a distribuição granulométrica por peneiramento o solo, obteve-se como resultado 35,31% de massa acumulada passante na peneira ABNT N°200 (0,075 mm) e 100% na peneira ABNT N° 4 (4,8 mm). Estes valores estão de acordo com as especificações da norma ABNT NBR 10832/89.

Quando realizada análise da curva de distribuição granulométrica da cal, constatou-se que a faixa modal com larga distribuição de tamanho de partículas acumuladas entre 0,04 µm – 90 µm, com diâmetro médio de 8,98 µm com D₁₀ de 0,79 µm, D₅₀ de 5,66 µm e D₉₀ de 21,12 µm. A cal apresentou massa acumulada equivalente a fração argila (< 2 µm) de 24,14%, a fração silte (2 µm< X < 60 µm) de 75,66% e a fração areia (60 µm< X < 2000 µm) de 0,2%

O resíduo estudado apresentou na sua composição teores aproximadamente de 80% de resíduos cerâmicos (alvenaria + revestimento) e 20% de resíduos de concreto e argamassa. O tamanho das partículas acumuladas entre 0,05 µm – 150 µm, apresentando uma faixa modal com larga distribuição, com diâmetro médio de 34,33 µm com D₁₀ de 2,92 µm, D₅₀ de 28,33 µm e D₉₀ de 74,84 µm. O resíduo apresentou massa acumulada equivalente a fração argila (< 2 µm) de 6,84%, a fração silte (2 µm< X < 60 µm) de 74,03% e a fração areia (60 µm< X < 2000 µm) de 19,13%.Farias Filho (2007) obteve resultado semelhante na curva de distribuição granulométrica em estudo realizado com resíduos de construção originados nas fases de alvenaria e revestimento.

A Tabela 1 apresenta os índices de Atterberg e atividade coloidal, obtidos para o solo utilizado nesta pesquisa.

Tabela 1. Índices de Atterberg e atividade coloidal do solo. Fonte: Autoria Própria (2021).

Material	Solo
Limite de Liquidez (%)	33,3
Limite de Plasticidade (%)	22,4
Índice de Plasticidade (%)	10,9
Índice de Atividade Coloidal	1,96

Analisando os resultados apresentados na Tabela 1, verifica-se que o solo apresentou limite de liquidez (LL) de 33,3%, limite de plasticidade (LP) de 22,4% e índice de plasticidade (IP) de 10,9%. Estes valores estão de acordo com o que estabelece a norma ABNT NBR 10832/89, que recomenda utilizar-se na confecção de tijolos solo-cimento, um solo que possua limite de liquidez máximo de 45% e índice de plasticidade máximo de 18%.

Segundo Pinto (2006), quando se deseja ter uma ideia sobre a atividade da fração argila do solo, ou seja, o potencial da argila em conferir plasticidade e coesão ao solo, os índices de Atterberg devem ser comparados com a fração argila presente. É o que mostra o índice de atividade coloidal, que é obtido através da relação entre o IP e a fração argila do solo (porcentagem inferior a 2 µm). A argila presente em um solo pode ser considerada ativa, quando seu índice de atividade coloidal apresenta-se maior que 1,25. O solo utilizado nesta pesquisa pode então ter sua fração argila considerada ativa, com um índice de atividade coloidal de 1,96.

De acordo com os resultados da análise granulométrica e limites de Atterberg o solo teve sua classificação segundo a AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) como A-4: solo silteoso e como SC: areia argilosa e mistura de areia e argila mal graduada, de acordo com a Classificação Unificada dos Solos (The Unified Soil Classification System – USCS).

Estão apresentados os valores de Resistência à Compressão Simples das composições estudadas ao longo dos ciclos de molhagem e secagem, para 28, 60 e 90 dias de cura.

Tabela 02 – Resistência à Compressão Simples (RCS) ao longo dos ciclos de envelhecimento para os corpos-de-prova após o período de cura de 28, 60 e 90 dias. Fonte: Autoria Própria (2021).



Resistência à Compressão Simples (MPa)															
	Composição	Ciclo													
		Início	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	Final
28 DIAS	Solo-Cal	1,53	1,77	1,9	2,55	2,69	2,8	3,12	3,26	3,96	2,99	2,38	2,26	2,21	2,43
	Solo-Cal + 25% de RD	3,43	2,35	2,7	2,93	3,59	3,39	3,33	3,21	2,94	2,65	2,82	3,42	3,74	2,37
60 DIAS	Solo-Cal	3,91	3,55	4,7	5,47	4,64	4,61	4,19	4,46	4,3	4,04	3,9	3,83	3,27	4,44
	Solo-Cal + 25% de RD	3,03	2,94	3,1	3,17	3,7	3,84	3,85	3,94	3,34	3,77	3,83	4,53	3,5	3,07
90 DIAS	Solo-Cal	3,95	3,93	4	4,24	4,06	4,13	4,5	4,67	4,84	5,2	5,37	5,52	5,92	4,85
	Solo-Cal + 25% de RD	4,91	4,31	4,7	5,42	5,62	5,8	6,11	6,25	6,59	6,42	6,3	6,11	5,9	5,6

Analisando os dados da Tabela 2, pode-se verificar que para os corpos-de-prova que iniciaram os ciclos de envelhecimento aos 28 dias de cura, as composições solo-cal incorporadas com 25% de resíduo de demolição permaneceram ao longo dos ciclos com a resistência dentro do limite especificado pela norma ABNT NBR 10836/94, sendo os melhores resultados para os corpos-de-prova incorporados com 25% de RD.

Verifica-se que os corpos-de-prova de 60 dias de referência, solo-cal e com incorporação de 25% de resíduo de demolição apresentaram RCS superior à especificada pela norma ABNT:NBR 10836/94 durante todo o ensaio de envelhecimento acelerado, o que evidencia que mesmo expostos a condições desfavoráveis eles ainda mantiveram suas condições de aplicabilidade como tijolos sem função estrutural.

Os corpos-de-prova com 90 dias solo-cal e com incorporação de 25% de RD apresentaram valores da RCS bem superiores ao exigido pela norma, que é de 2,0 MPa, a composição com 25% que chegou a valores de resistência superiores a 6,0 MPa.

As curvas referentes ao ensaio de envelhecimento acelerado iniciado após os 90 dias de cura dos corpos-de-prova apresentaram comportamento ascendente para um determinado número de ciclos, em seguida um decréscimo, evidenciando o envelhecimento. Sendo os melhores resultados para a composição com incorporação de 25% de resíduo de demolição.

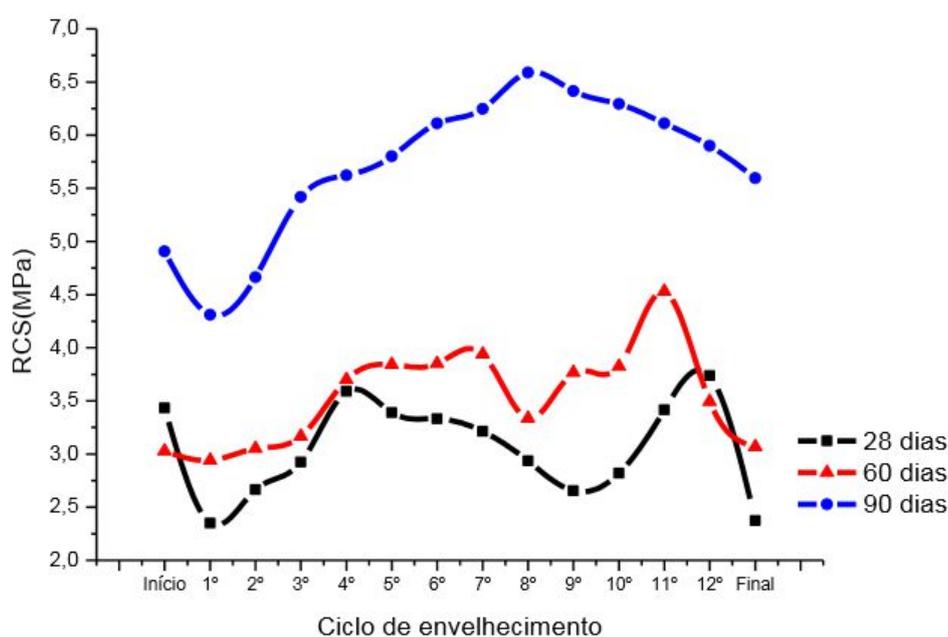


Figura 2 - Resistência à compressão simples (RCS) dos corpos-de-prova solo-cal incorporados com 25% de RD.
Fonte: Autoria Própria (2021).



Observa-se que os corpos-de-prova solo-cal incorporados com 25% de resíduo de demolição, em todas as idades de cura apresentaram uma RCS no 12º ciclo de molhagem e secagem, maior que a resistência final, referente aos corpos-de-prova que não passaram pelo processo de envelhecimento acelerado, o que pode evidenciar que para esta composição o processo de envelhecimento a que foram submetidos favoreceu a ocorrência das reações pozolânicas do material.

Na curva referente aos 28 dias de cura, o envelhecimento passou a ser percebido após o 5º ciclo de molhagem e secagem e os resultados da RCS estiveram inferiores aos obtidos nas idades de cura de 60 e 90 dias. Para 60 dias de cura, após o 7º ciclo pôde-se observar os efeitos do envelhecimento, porém houve um aumento na resistência à compressão simples dos corpos-de-prova, em relação aos 28 dias de cura.

Os resultados de resistência à compressão simples obtidos para os corpos-de-prova com incorporação de 25% de resíduo de demolição após os 90 dias de cura foram superiores à composição de referência ao longo dos ciclos de envelhecimento. Porém a durabilidade dos tijolos com incorporação de RD mostrou-se inferior aos tijolos solo-cal, já que a partir do 8º ciclo perceberam-se os efeitos do envelhecimento na composição com 25% de RD e na composição de referência esses efeitos não foram percebidos durante o ensaio.

As amostras da cal, solo e resíduo como também os corpos-de-prova moídos, após o ensaio de durabilidade foram passados em peneira ABNT N°200 (0,074 mm). Para a realização do ensaio, utilizou-se um equipamento da BP Engenharia, com razão de aquecimento de 12,5°C/min. A temperatura máxima nas análises foi de 1000°C e o padrão utilizado na análise termodiferencial (ATD) foi o óxido de alumínio (Al₂O₃) calcinado.

CONCLUSÕES

Durante a pesquisa ficou evidenciado a importância e a dificuldade em se estudar a durabilidade, em especial o método do envelhecimento acelerado, que em alguns casos favoreceu as reações pozolânicas e conferiu ganho de resistência à compressão simples aos corpos-de-prova. A incorporação de resíduos de demolição da construção civil em tijolos solo-cal sem função estrutural mostrou-se satisfatória de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, em especial quando incorporados 25% de resíduo, estando os resultados enquadrados nas exigências da norma ABNT NBR 10836/94. O estudo também mostrou a necessidade de um maior período de cura para este material, tendo em vista que as reações pozolânicas ocorridas com a cal são lentas. Assim, aos 90 dias de cura foram obtidos melhores resultados durante o envelhecimento, já que nesse período as reações já estavam mais consolidadas. Neste caso, a composição com incorporação de 25% de RD ao solo-cal apresentou resistência à compressão simples superior a composição de referência, solo-cal. Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que pode ser viável a utilização de resíduos da construção civil em tijolos solo-cal sem função estrutural. Porém é de suma importância que se aprofundem as pesquisas, no sentido de se conhecer o comportamento físico, mineralógico e mecânico desses materiais, como forma de se atestar suas qualidades tecnológicas e juntamente com outros dados técnicos, contribuir para que se estabeleçam quantidades, formas e utilização desses materiais. Também se faz necessário uma normatização que estabeleça critérios para fabricação e utilização de tijolos solo-cal, bem como sobre a reciclagem de resíduos para utilização em materiais de construção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018-2019**. São Paulo, 2019.
2. JOHN, V. M. **Durabilidade de materiais, componentes e edifícios**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1987. 157p.
3. JOHN, V. M. **Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos**. In: Seminário sobre Reciclagem e Reutilização de Resíduos como Materiais de Construção Civil. 1996. São Paulo. Anais ... São Paulo, EPUSP/ANTAC, 1996. p. 21-30
4. LIMA, R. C. O. **Estudo da durabilidade de paredes monolíticas e tijolos de solo-cimento incorporados com resíduo de granito**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2010. 107p.
5. LOPES JUNIOR, L. S. **Parâmetros de controle da resistência mecânica de solos tratados com cal, cimento e rocha basáltica pulverizada**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007. 147p.
6. OLIVEIRA, D. F. **Contribuição ao estudo da durabilidade de blocos de concreto produzidos com a utilização de entulhos da construção civil**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004. 218p



7. SOUZA, M. I. B. **Análise da adição de resíduos de concreto em tijolos prensados de solo-cimento.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de São Paulo. Ilha Solteira, 2006.
8. VIEIRA, G. L. **Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003. 150p.
9. VEDRONI, J. W. **Estudo de caso sobre a utilização do RCD (resíduos de construção e demolição) em reaterros de valas nos pavimentos Piracicaba SP.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007. 181p
10. XAVIER, L. L. **Subsídios para tomada de decisão visando melhoria do gerenciamento do resíduo urbano em Florianópolis/SC: enfoque no resíduo da construção civil.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001. 156p.